PROGEA Consulting S.r.l.

ISO 9001:2008
QS Schaffhausen AG
Postfach
CH-8222 Beringen
info@qsinternational.ch
QS International

Comune di Treviglio (BG)

Treviglio Futura S.p.A.

Indagine elettromagnetica con finalità archeologiche nell'ambito

dell'intervento di trasformazione urbanistica di Piazza Setti

Gennaio 2015

Tel.: 3489045300

E-mail: progeaconsulting@libero.it

Sede legale : via Garibaldi,40 - 24036 Ponte San Pietro (BG)

Sede operativa : via Garibaldi,50 - 24036 Ponte San Pietro (BG)

1. PREMESSA

Su incarico della Società di Trasformazione Urbana "Treviglio Futura S.p.A". di Treviglio è stata eseguita un indagine elettromagnetica con il metodo georadar e CMD in corrispondenza di piazza Setti nell'ambito dell'intervento di trasformazione urbanistica della piazza stessa.
Scopo di quanto suesposto, intercettare la presenza di anomalie di riflessione ed elettromagnetiche riconducibili a strutture di natura archeologica.
La profondità di investigazione dell'indagine compatibile con l'antenna radar utilizzata è stata di circa 3,5 mt da p.c. mentre è risultata essere di circa 6 metri quella effettuata con il CMD (misura della conducibilità elettrica).

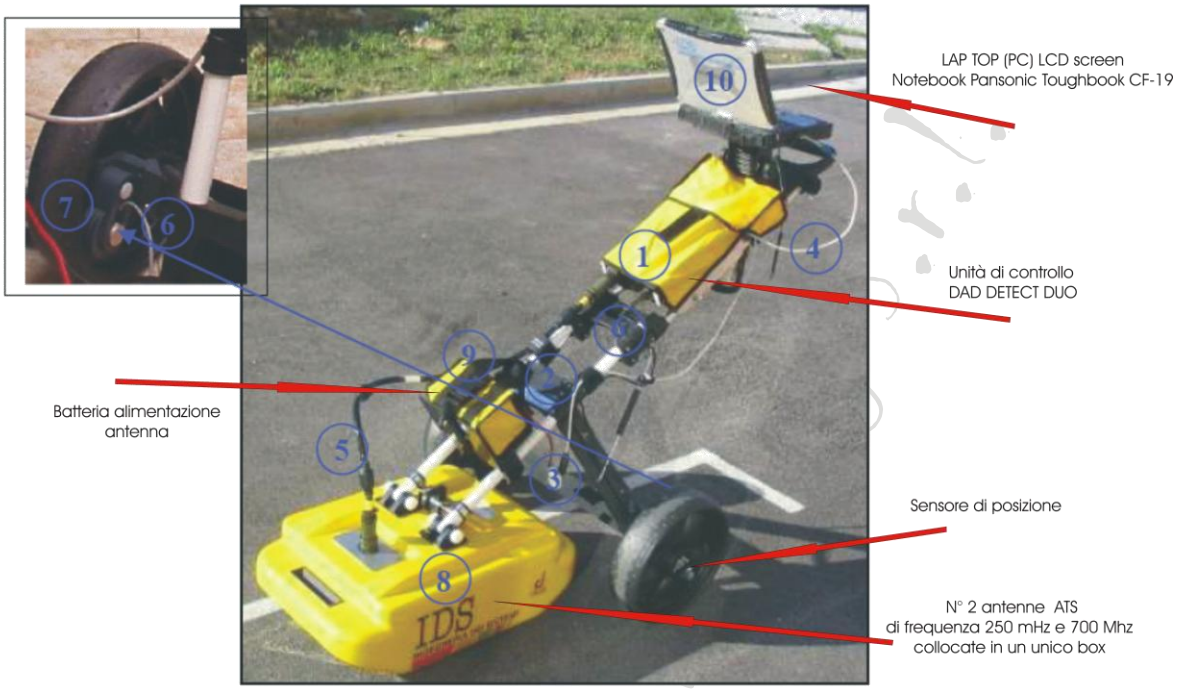
2.0 INDAGINE RADAR

Le caratteristiche fisiche del primo sottosuolo si presentano nel complesso favorevoli all'impiego della tecnica radar; è possibile quindi ipotizzare che i primi strati di sottosuolo presentino una moderata resistività elettrica e che l'onda EM penetri sino alla profondità che oscilla tra circa 2.50 - 3,5 mt dal piano campagna.
Per quanto attiene alle indagini radar si sono rispettate le indicazioni fornite dalle direttive oggi universalmente riconosciute:
- Designation D 6087-05 "Standard Test Method for Evaluating Asphalt
- Covered Concrete Bridge Decks Using Ground Penetratine Radar" ASTM;
- Designation D 6432 – 99 " Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigantion".

2.1 La tecnica georadar

Il radar ad impulso elettromagnetico è un sistema complesso e tecnologicamente avanzato, in grado di indagare i terreni con notevole dettaglio al fine di individuare strutture e corpi sepolti a profondità comprese fra 0 e 15 metri circa, dipendentemente dal materiale costituente il terreno e dal tipo di antenna utilizzata.
Il radar ad impulso elettromagnetico è costituito da un trasmettitore di impulsi elettromagnetici a larga banda e da un ricevitore, funzionanti in rapida successione. La strumentazione utilizzata per l'indagine in sito è un Sistema Georadar DAD DETECTOR DUO prodotto dalla IDS Ingegneria Dei Sistemi S.p.A. con due antenne di frequenza di 250 MHz e 700 MHz incorporate nel medesimo box; l'operatore alternativamente può scegliere che tipo di frequenza utilizzare durante la scansione georadar.

Il terreno viene energizzato da un trasduttore (antenna), predisposto anche per ricevere i segnali riflessi dai corpi sepolti, ed il segnale riflesso viene campionato numericamente ed immagazzinato nella memoria interna dell'unità principale. Il segnale inviato all'antenna dall'apparato trasmittente è costituito da un impulso della durata di pochi nanosecondi e il tempo di ascolto del sistema è variabile a scelta dell'operatore (10-1000 nanosecondi), in funzione della profondità che si vuole esplorare e dell'antenna utilizzata.



Composizione totale del Detector Duo

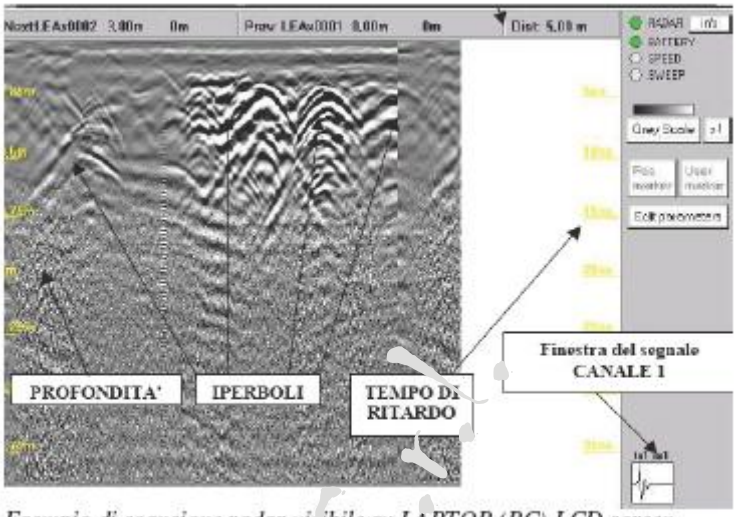
L'energia di questo impulso è distribuita su uno spettro di frequenza molto ampio. Quando questo impulso viene applicato all'antenna, solo la parte di energia, definibile dalla banda passante dell'antenna, viene trasmessa realmente. Le caratteristiche dell'antenna (frequenza centrale e larghezza di banda) determinano quindi il tipo di energizzazione applicata al terreno e la forma reale dell'impulso trasmesso. Sono disponibili antenne a frequenza da 80 Mhz fino a 1000 Mhz; la scelta dell'antenna da utilizzare è in funzione essenzialmente delle dimensioni e della profondità degli oggetti riflettenti, dell'obiettivo dell'indagine, nonché dei parametri elettrici del terreno (conducibilità e permeabilità magnetica).
Risulterà riflettente un corpo le cui dimensioni siano comparabili con la lunghezza d'onda elettromagnetica nel mezzo in cui il corpo è immerso. L'impulso inviato nel terreno si propagherà con una velocità pari a quella tipica del campo elettromagnetico nel mezzo in questione; il valore di velocità dipende essenzialmente dalla costante dielettrica del mezzo attraversato.
Parte dell'energia trasmessa dall'antenna verrà quindi riflessa dai corpi sepolti, o dalle discontinuità geologiche eventualmente presenti, e verrà ricevuta dall'antenna e registrata.

L'energia dell'impulso riflesso sarà direttamente proporzionale al contrasto di valore dei parametri fisici fra il corpo sepolto ed il terreno che lo contiene, nonché alla presenza di una ben precisa superficie di contrasto.

La profondità della sezione esplorata dipende innanzitutto dalla frequenza d'impulso immessa nel terreno ed inoltre dalla durata del tempo di ascolto degli "echi" (riflessioni) restituiti dagli strati del sottosuolo.

Un tempo di ascolto maggiore offre una maggior profondità della sezione investigata.

La profondità di investigazione dipende, tuttavia, anche dalla natura del terreno, ossia dalla sua costante dielettrica.



Esempio di scansione radar visibile su LAPTOP (PC) LCD screen

L'energia ceduta dall'onda elettromagnetica dipende dalla conducibilità del mezzo in cui viaggia, per cui, in **mezzi conduttivi** si avrà un **forte assorbimento** (notevole attenuazione) dell'onda elettromagnetica ed una **scarsa penetrazione**, mentre sarà minima nell'aria ed in **mezzi dielettricamente molto resistenti** (**assorbimento minimo e penetrazione più elevata**).

In pratica, l'utilizzo del radar si esplica nel muovere l'antenna ricetrasmittente sull'oggetto da indagare, lungo profili ben determinati.

L'antenna emette gli impulsi con un angolo (fascio di irradiazione) molto ampio. Questo determina una grande sensibilità periferica.

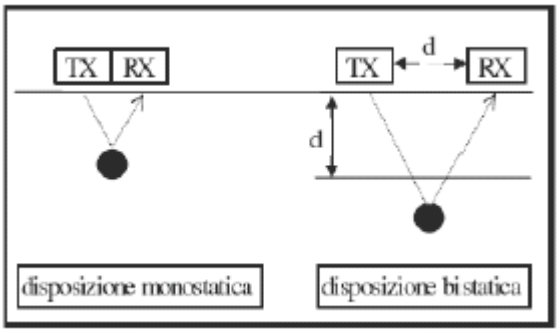
Tipicamente la riflessione di un bersaglio puntiforme è rappresentata da un ramo di iperbole, la cui ampiezza dipende dalla velocità di trascinamento dell'antenna e dalla velocità di propagazione delle onde nel mezzo.

Il passaggio dal dominio del tempo (tempo di ritardo dell'eco radar) a quello dello spazio (profondità del bersaglio) presuppone la conoscenza del modello di velocità di propagazione degli orizzonti attraversati.

I valori effettivi di penetrazione dipenderanno dalle caratteristiche dielettriche del materiale.

Le antenne possono operare in due modi principali:

- disposizione monostatica;
- disposizione bistatica.



Con la disposizione monostatica, TX e RX sono assemblati in un'unica struttura, permettendo di ottenere informazioni in tutta l'area indagata e di determinare la profondità di bersagli.

Con la disposizione bistatica, TX e RX sono separati e posizionati ad una certa distanza l'uno dall'altro. Il vantaggio consiste in una risposta più dettagliata nelle zone più profonde, mentre lo svantaggio consiste nell'assenza di risposta in una porzione di terreno in funzione della distanza reciproca dei due

componenti. Tale disposizione è consigliata per ottenere informazioni da zone profonde ed è generalmente impiegata con antenne a frequenza medio-bassa e finalità geologiche.
Le antenne utilizzate con il Sistema Georadar DAD DETECTOR DUO sono antenne di frequenza di 250 MHz e 700 MHz.

2.2 Esecuzione dell'indagine radar

Nell'area oggetto di indagine si sono effettuate delle scansioni georadar sul piano stradale secondo una serie di misura come riportato nelle tavole delle ubicazione delle indagini.
Nelle tavole 2.– 3 sono riportate le linee di scansione radar con i relativi sovrassegni, come specificato in legenda, che indicano le anomalie individuate.
Da sottolineare inoltre che il radar impiegato, pur fornendo in tempo reale un profilo in bianco e nero ben visibile attraverso una unità video, già facilmente interpretabile in fase di acquisizione, è dotato di un sistema di acquisizione digitale di fondamentale importanza per poter eseguire successive elaborazioni sui segnali acquisiti.
La tecnologia di prospezione radar offre, rispetto a quanto è stato disponibile sino ad ora, tutta una serie di vantaggi. Il primo di questi è indubbiamente la rapidità della prospezione.
Altri vantaggi risiedono nella tipologia "non distruttiva" dell'indagine, il terreno quindi non viene attraversato da alcun tipo di scavo o perforazione.

3.0 RISULTATI INDAGINE RADAR

I dati ricavati nel corso delle scansioni sul terreno sono stati elaborati con l'impiego di apposito software dedicato GRESWIN2 (IDS-Ingegneria dei Sistemi S.p.a.).
Sono stati effettuati più passaggi radar nell'ambito dell'indagine in campagna, anche con verso di rilevazione opposto nel caso in cui si evidenziasse un'anomalia da verificare, al fine di avere una risoluzione più dettagliata.
Nel corso delle elaborazioni dei report di scansione sono state indicate con:

- "archetto" arancione le posizioni in cui il segnale elettromagnetico mostra delle anomalie di riflessione riconducibili alla presenza della tubazione (arco di parabola)
- "soprassegno" azzurro: passaggio su tombino
- "linea tratteggiata" gialla: limiti di tipo litostratigrafico
- "riquadro" rosso: riflessioni anomale riconducibili a possibili relitti di strutture murarie
- "cerchio" verde: disaddensamenti riconducibili alla presenza di grosse radici

In linea generale:

Sono state acquisite un totale di 100 tracciati radar, così identificati sulla carta dell'ubicazione delle indagini e su cui sono riportate le principali anomalie:

- tracce dalla n°1 alla n°44 (colore rosso)
- tracce dalla n°1P alla n°26P (colore rosso)
- tracce dalla n°1 alla n°30 (colore magenta)

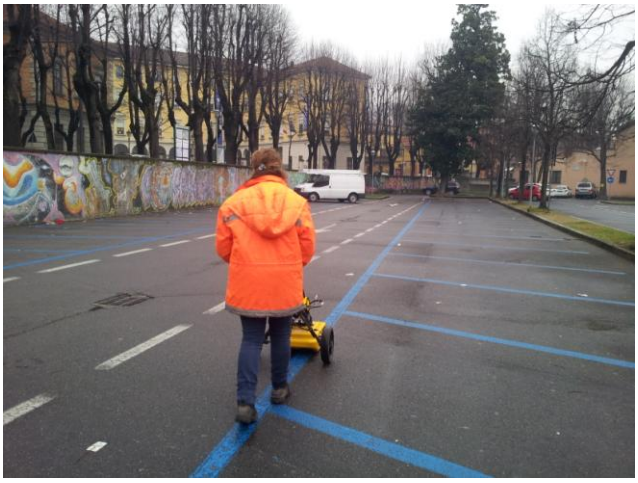
PROGEA Consulting S.r.l.

Nel piazzale investigato sono state rilevate numerose riflessioni correlate alla presenza di sottoservizi, le cui riflessioni sono nette e ben evidenti. La loro profondità si colloca a nell'ambito dei primi metri dal piano campagna.

Si evidenzia in diverse tracce un netto passaggio di tipo litostratigrafico, a sottolineare i livellamenti del piano campagna, sottolineato dalla una riflessione evidenziata da una linea tratteggiata gialla: nella maggior parte delle sezioni radar si colloca superficialmente (entro i 50 cm), mentre in alcune è rilevata anche a profondità maggiori (massimo 3 metri). Si tratta comunque di porzioni limitate, ad indicare strutture assimilabili a "pezze" di asfalto" o similari.

Nella porzione vicina all'incrocio con via Zanda è stata riconosciuta una zona ad elevata concentrazione di materiale grossolano, indicata solamente nella carta dell'ubicazione/anomalie, con un reticolato di colore verde. In questo caso si è riconosciuta una presenza di materiale grossolano prevalente (assorbimento delle onde elettromagnetiche basso) rispetto al materiale più fine/con un certo grado di saturazione nella zona del piazzale (assorbimento delle onde elettromagnetiche elevato) dell'intorno.

Localmente, su tutto il piazzale, sono state riscontrate porzioni di sottosuolo con vespai ghiaiosi che, alla rilevazione radar, mostrano fenomeni di "scattering" generati dai ciottoli presenti e che, a volte, possono confondersi, con archi di riflessioni correlabili a piccole tubazioni. Questo fenomeno copre eventuali anomalie circostanti. Ad esempio, questo fenomeno si è rilevato anche nell'area (tracce dalla 21 alla 25 colore rosso) a lato del muto di recinzione con viale del Partigiano.



In corrispondenza della fascia di parcheggio che va dall'ingresso all'angolo con via Zanda e la rampa per disabili, sono state rilevate delle anomalie collocate anche alla profondità massima di 3 metri circa.
Hanno carattere discontinuo e frammentario e potrebbero essere ricondotte a frammenti scompaginati e relitti di strutture murarie.

Nell'area centrale del parcheggio, investigato dalle sezioni colore magenta, è stata evidenziata una zona in cui sono stati rilevati degli orizzonti litostrastigrafici, anche profondi (fino a 3 metri di profondità – tracce dalla 4 alla 7).
Nella carta sono state evidenziate con dei tratti in colore giallo.

PROGEA Consulting S.r.l.

Si precisa che in allegato al testo vengono trasmessi solo alcuni report con finalità dimostrative. Attraverso la “lettura” ed interpretazione degli stessi è così possibile fornire una carta di sintesi delle anomalie intercettate. In considerazione del notevole numero di registrazioni effettuate i singoli report verranno forniti a corredo della presente relazione conclusiva su supporto magnetico.

4. INDAGINE ELETTROMAGNETICA

4.1 Premessa

A tutt’oggi la prospezione elettromagnetica rappresenta la tecnica più risolutiva in merito alle indagini mirate ad individuare materiali inquinanti (fanghi, rifiuti, inerti, ecc.), localizzare oggetti metallici sepolti nel terreno (bidoni, serbatoi, condotte, ecc.), strutture archeologiche e di quanto generi un contrasto di conducibilità con il valore naturale.
Infatti l’utilizzo di questo metodo non prevede la necessità di materializzare contatti fisici (elettrodi) con il terreno e conseguentemente è possibile realizzare una prospezione rapida e dettagliata di grandi aree, ottenendo con un sistematico rilievo a maglie regolari, uno “screnning” puntuale del sottosuolo, mirato a delimitare ed individuare i trends e gli andamenti degli elementi strutturali presenti nel sottosuolo.
Vantaggi importanti rispetto ai metodi convenzionali di resistività sono la velocità nell’acquisizione delle misure, la precisione legata a piccoli cambiamenti nella conducibilità e la lettura in continuo lungo l’area di indagine.

4.2 Principi

Il parametro principale misurato dai sensori ad induzione elettromagnetica (d’ora in poi chiamati sensori EMI, elettromagnetic induction) è la conducibilità elettrica. Questa è la capacità di un materiale di condurre corrente elettrica e in geofisica viene generalmente misurata in mS/m. La resistività è il suo inverso e viene misurata in Ohm x m. Ogni tipo di materiale ha una propria conducibilità elettrica (EC), perciò dalla misura di questo parametro possiamo risalire al materiale investigato. Ad esempio le rocce poco fratturate hanno valori di conduttività generalmente inferiori a 1 mS/m, la sabbia ha valori tra 1 e 10 mS/m, l’argilla tra 25 e 100 mS/m, mentre l’acqua può variare la conducibilità a seconda dei sali disciolti da pochi mS/m fino a circa 1000 mS/m.
Ovviamente, il suolo, come ogni altro materiale geologico, non è uniforme, perciò quello che andremo a misurare sarà una conducibilità elettrica apparente (ECa), ovvero il valore medio della conducibilità nel volume di terreno indagato. Starà all’ interpretatore geofisico, successivamente, analizzare questo dato,come del resto avviene in qualsiasi prospezione geofisica

4.3 Cenni sul metodo elettromagnetico

Il metodo elettromagnetico opera in relazione alla teoria dell'induzione elettromagnetica ed alla conseguente valutazione della conducibilità del terreno o di materiali sepolti misurando la risposta del suolo ad un campo magnetico indotto.

Il dispositivo trasmittente, posizionato ad una estremità del supporto, crea un campo elettromagnetico che induce nel terreno una corrente elettrica, direttamente proporzionale alla conducibilità del terreno stesso. Questa corrente provoca a sua volta un campo magnetico secondario, proporzionale alla corrente indotta, che viene rilevato dal ricevitore posto all'altra estremità dell'asta dello strumento (vedi fig.1).

Di tale campo secondario vengono rilevate due componenti denominate " quadratura di fase" e "in fase".

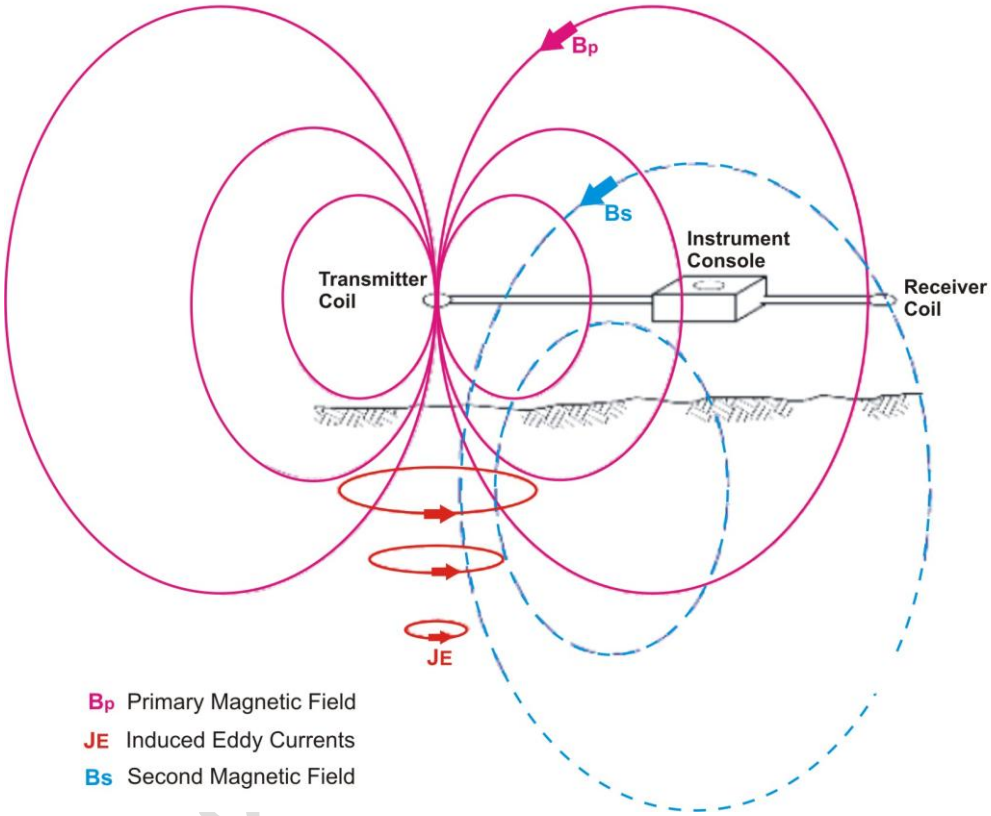


Fig. 1

Dai valori della prima, più sensibile alla natura del terreno, lo strumento risale automaticamente ai valori di conducibilità elettrica che viene misurata in mS/m (milliSiemens per metro) ; la componente in -phase viene misurata in ppt (parts per thousand) del campo magnetico primario ed è fortemente sensibile alla presenza di oggetti altamente conduttivi sepolti che alterano l'andamento naturale del campo stesso. I fattori che possono influenzare la conducibilità del terreno in situ risultano essere: porosità della matrice, contenuto in umidità, contenuto in argilla e conducibilità dei fluidi presenti nel terreno.

4.3 Strumentazione

La strumentazione utilizzata per l'indagine è il modello CMD EXPLORE prodotto dalla GF Instruments , Brno , Cezk Republic. Il nuovo CMD costituisce un'importante innovazione nel campo degli strumenti per le indagini FDEM a basso numero di induzione (Frequency-domain electromagnetic induction).

Le caratteristiche principali ed innovative che lo distinguono dagli altri strumenti che sfruttano lo stesso principio di funzionamento sono le seguenti:

1. Disposizione delle bobine all'interno di struttura tubolare sottile ;
2. Presenza di tre coppie di ricevitori posti a distanza e disposizione dipolare variabile (HCP orizzontale e co-planare e PRP perpendicolare) rispetto al trasmettitore;
3. Capacità di esplorazione simultanea a 1, 3, 5 m dal p.c. oppure a 2, 4 , 6.70 m dal p.c
4. GPS Integrato all'interno (con possibilità di collegamento con GPS esterno).
5. Cinque modalità di misurazione : "Manual measurament" , "Continuous measurament" , "GPS Manual measurament" , "GPS Continuous measurament", "Search mode".
6. Bluetooth wireless technology integrato (range max 20 metri circa).
7. Mappa simultanea o grafici delle misure su LCD display in fase di acquisizione. Entrambe le componenti (conducibilità , in-phase) , visualizzate analogicamente sul display dell'apparecchiatura, vengono acquisite in simultanea dallo strumento ad ogni misura effettuata.
8. Inversione "in-situ" 1D ("two-layered").

La frequenza di funzionamento dei coils è di 9.80 KHz. ; lo strumento è in grado di utilizzare simultaneamente le 3 diverse coppie di ricevitori ricavando informazioni relative a 6 diverse profondità per la conducibilità elettrica :

a) 2, 4 e 6.70 metri con le bobine in configurazione "; Vertical o perpendicular Magnetic of Dipoles" - VMD.
b) 1, 3 e 5 metri con le bobine in configurazione "Horizontal Magnetic of Dipoles"- HMD

Il CMD EXPLORE è in grado di campionare fino a 10 Hz e può essere utilizzato a mano o trainato su slitta o ruote ; è costituito da quattro porzioni tubolari che vengono collegate tra loro.

Il peso dello strumento in configurazione completa è di circa 7 Kg. L'operatività può essere garantita, oltre che manualmente, dall'uso di un carrello dotato di 4 ruote di piccolo diametro oppure dall'uso di 2 sostegni utilizzabili da una coppia di operatori.

Lo strumento è weatherproof, lungo 4.10 m ed è in grado di registrare fino a 65.000 misure con il posizionamento GPS ottenibile mediante antenna integrata od esterna. L'acquisizione dei dati può avvenire lungo griglie regolari o utilizzando un sistema di posizionamento GPS.

PROGEA Consulting s.r.l.

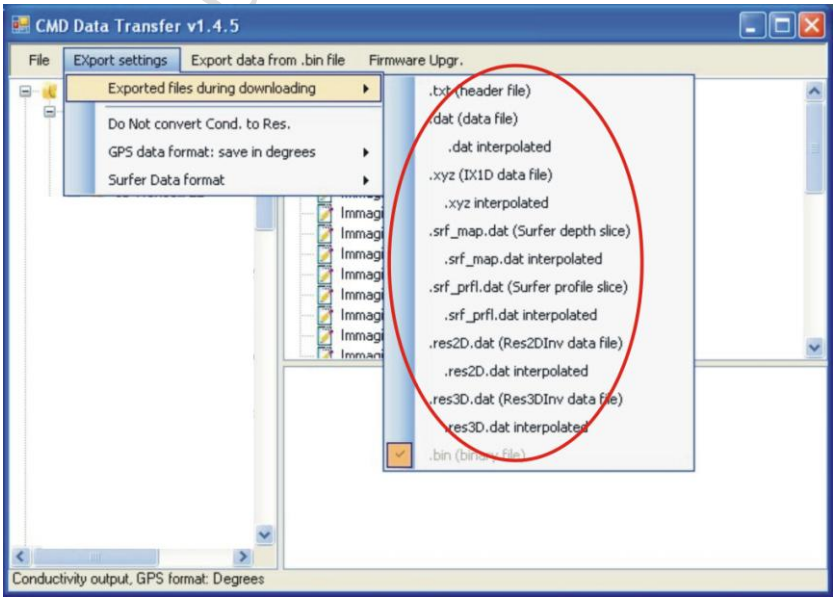
4.4 Modalità operative

Le misure (Tav 3) sono state acquisite in continuo secondo la tecnica dei dipoli verticali (VMD) seguendo una disposizione irregolare cercando comunque di “coprire” correttamente l’area di indagine utilizzando a tale scopo un GPS.

4.5 Elaborazione dei dati

L’analisi dei dati acquisiti con il CMD EXPLORE può essere eseguita effettuando un classico plotaggio in 2D oppure effettuando un processo di inversione. Questa seconda possibilità costituisce una grande innovazione nel campo dell’elettromagnetismo da superficie su scala medio/piccola in quanto consente di discretizzare la sezione 2D od il blocco 3D analizzato, associando le strutture rilevate alla corretta profondità z.

Nel caso in oggetto, in funzione dello scopo preposto (finalità archeologiche) i dati sono stati elaborati mediante un programma di contouring 2 - D che ha permesso la realizzazione della carta degli isovalori della componente in - phase e della componente quadratura. Il programma utilizzato è il software “Winsurfer”, prodotto dalla Golden Software.
Con l’ausilio del software *CMD data transfer* i dati di campagna vengono scaricati dall’unità di acquisizione su computer ; la particolarità di questo software è quella di creare, durante il download più file (a scelta dell’interpretatore) nei formati richiesti dai successivi software di interpretazione e contouring.



5. Commento dei risultati

Nelle Tavole del rilievo elettromagnetico (tav. 4 a,b,c) sono riportati i risultati dell'indagine ; le carte della conducibilità sono state interpolate con metodo Kriging per celle di 0.5 metri.
Le zone a differenti colori rappresentano quelle porzioni di terreno aventi gli stessi valori di conducibilità elettrica. La morfologia, l'addensamento e lo spostamento dei colori verso le gradazioni più estreme indicano le zone a valori anomali e quindi, nel caso specifico, più potenzialmente interessate dalla presenza di strutture archeologiche sepolte.

Sono state discriminate, con diversi colori in funzione dei valori di conducibilità misurati, 4 classi espresse in mS/m :

- Conducibilità <= 1.5 mS/m : questi valori se non legati alla presenza di disturbi superficiali, indicano generalmente la presenza di corpi metallici sepolti nel terreno.
  Nel caso specifico le anomalie individuate sono riconducibili ad interferenze di superficie (tombini,strutture "area monumento",parchimetri,cartelli pubblicitari,pozzo perdente,ecc.) con andamento NE-SW a materializzare il medesimo andamento dei sottoservizi.
  Vengono rappresentate nelle tavole con le tonalità cromatiche dal verde al blu.
  Analogamente nell'allegato Tav. 5 è riportata la mappa della componente in-phase (sensibile alla presenza di metalli interrati); anche in questa mappa si osserva il medesimo trend delle anomalie descritte nella tavola della conducibilità

- Conducibilità comprese tra 2 e 10 mS/m : costituiscono in modo marcato il "valore di fondo" dell'area investigata in quanto omogeneamente distribuiti su tutta l'area stessa ; indicano come il sottosuolo sia costituito da depositi di natura prevalentemente sabbiosa – ghiaiosa. Colore giallo chiaro

- Conducibilità compresa tra 11 e 20 mS/m : il sensibile aumento dei valori di conducibilità rispetto alla classe precedente, di norma indica una diminuzione della granulometria del terreno. Vengono rappresentate con il colore giallo scuro

- Conducibilità > 21 mS/m : trattasi di valori certamente elevati e da porre in relazione con infrastrutture sia superficiali che sepolte (basamenti in cemento armato, condotte, ecc). Vengono materializzate con le tonalità cromatiche dal rosso al magenta. Si collocano prevalentemente nell'ambito dei primi due metri di sottosuolo ; gran parte di queste anomalie hanno un andamento identico alle anomalie di superficie citate precedentemente (< 1,5 mS/m) ad indicare la presenza di sottoservizi.

Per chiarezza di esposizione le anomalie vengono descritte ed indicate nelle apposite tavole in allegato.

PROGEA Consulting S.r.l.

6. Conclusioni

In riferimento a quanto indicato nei paragrafi suesposti si evince che non sono state intercettate anomalie particolari e riconducibili ad evidenti strutture archeologiche interrate. Tuttavia sono state individuate alcune zone meritevoli di approfondimento a mezzo scavo.

Le stesse vengono indicate nella tavola di sintesi (Tav. 6) relativa all'indagine elettromagnetica CMD.

PROGEA CONSULTING S.r.l. Il legale rappresentante Dr. Ceresoli G.

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA Dr. Geologo CRISTINA IARABEK n. 982

PROGEA Consulting S.r.l.

IN ALLEGATO

Tav. 1 – Mappatura georadar

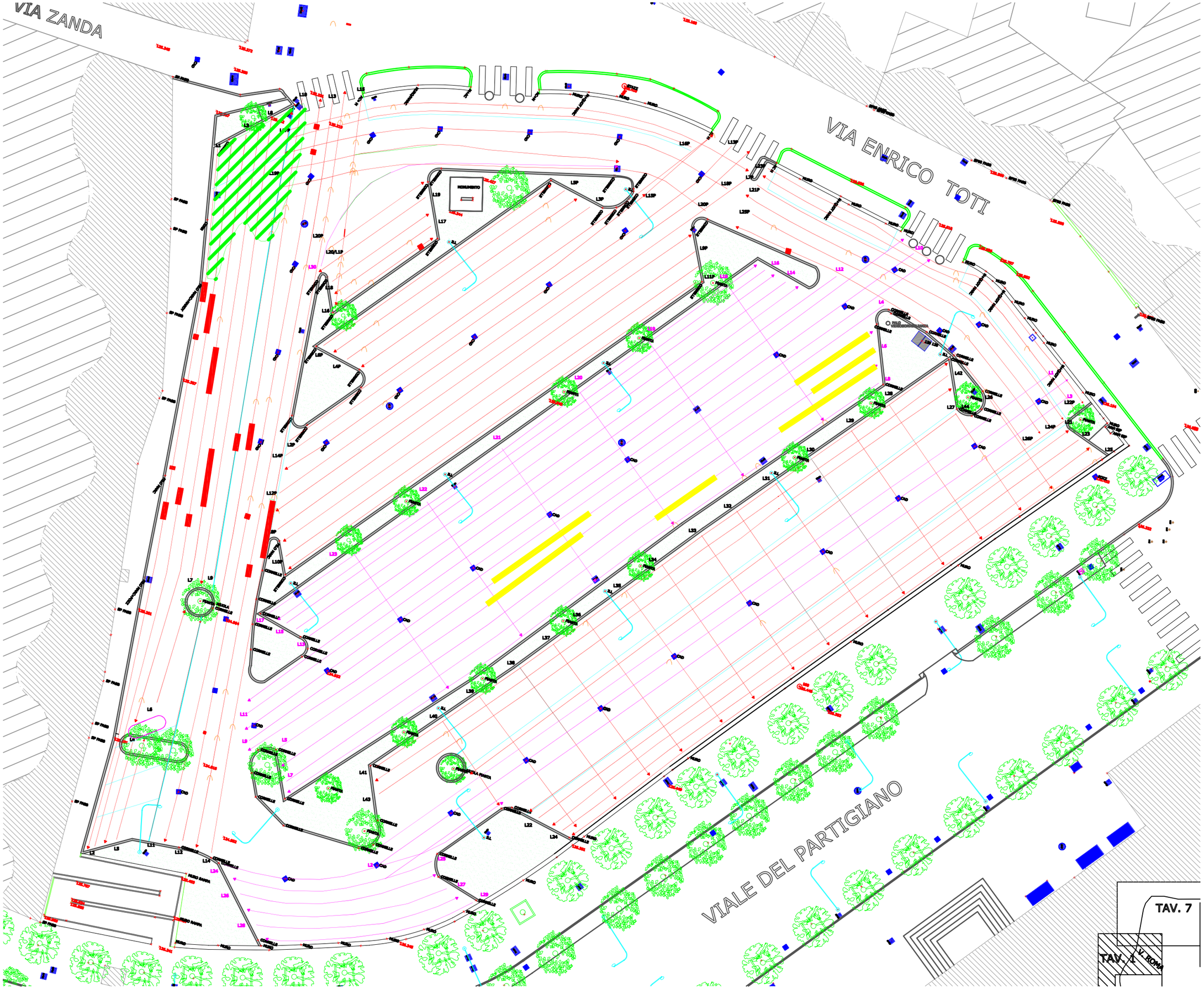
Tav. 2 – Report dimostrativi indagine radar

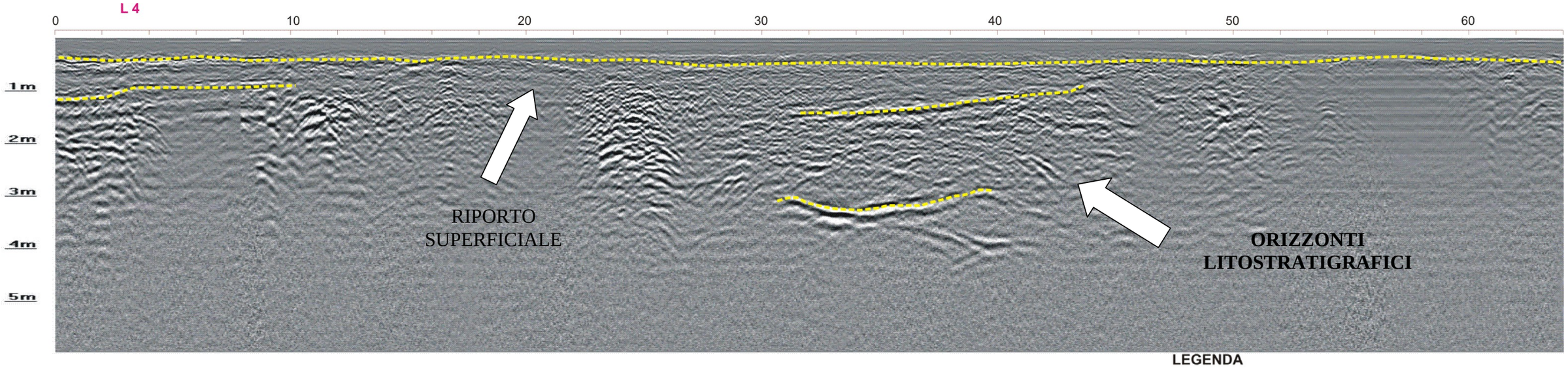
Tav. 3 Ubicazione indagine elettromagnetica CMD

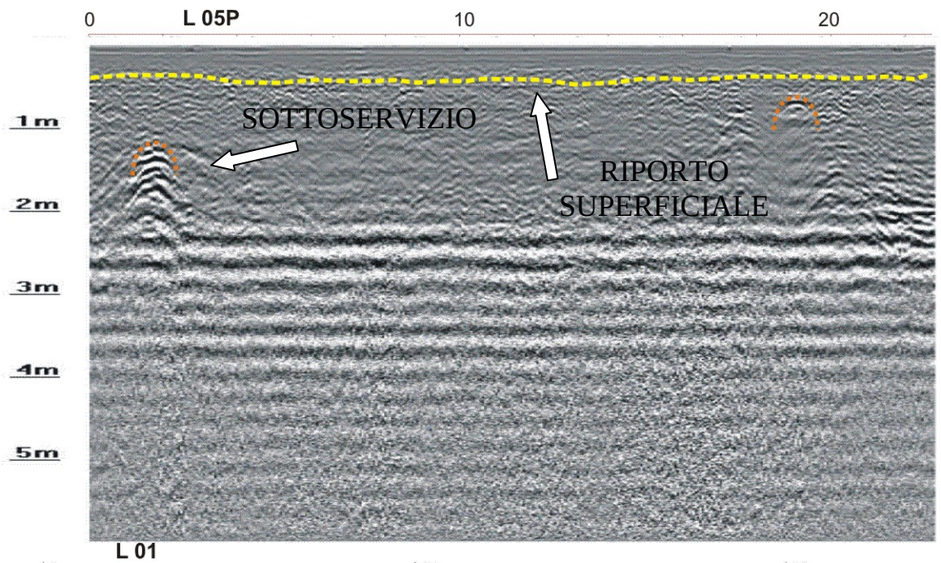
Tav. 4a 4b 4c Tavole della conducibilità

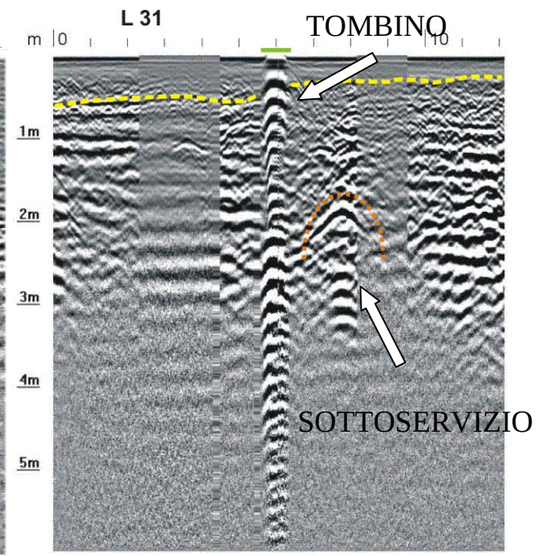
Tav. 5 Tav. componente In-phase

Tav. 6 – Carta di sintesi


VIA ZANDA
VIA ENRICO TOTI
VIALE DEL PARTIGIANO
MONUMENTO
TAV. 7
TAV. 1
V. ROMA

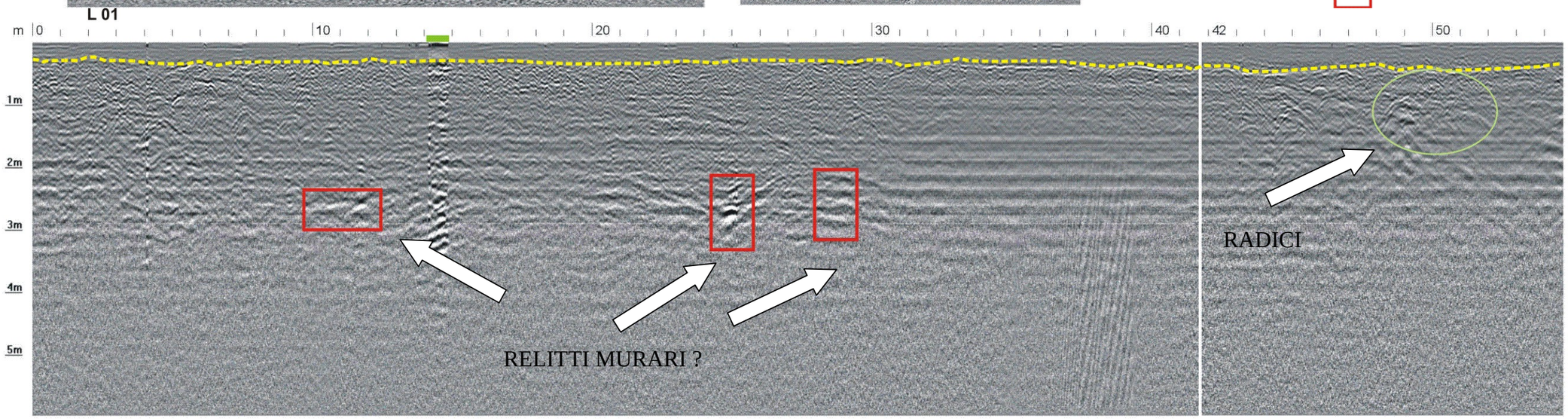


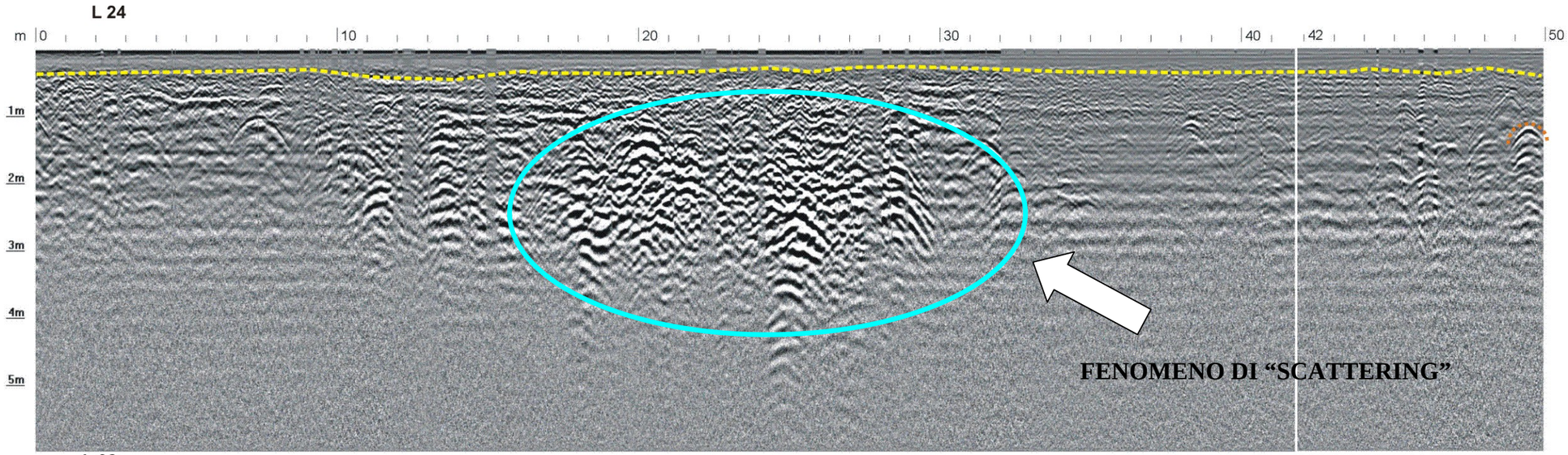


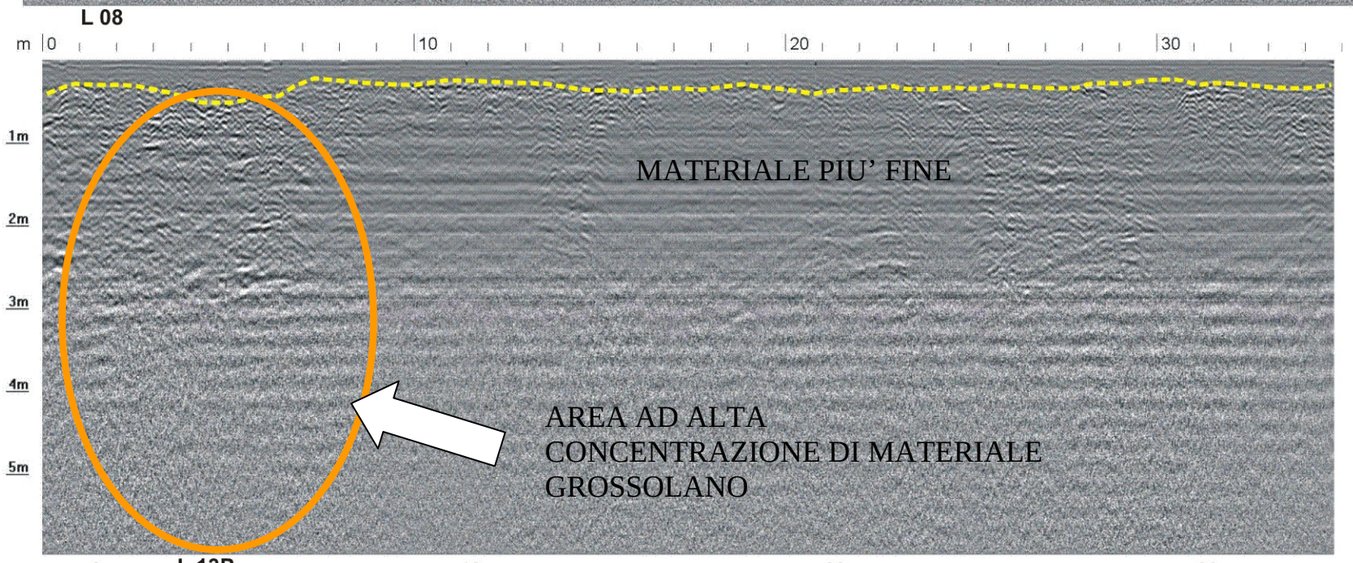


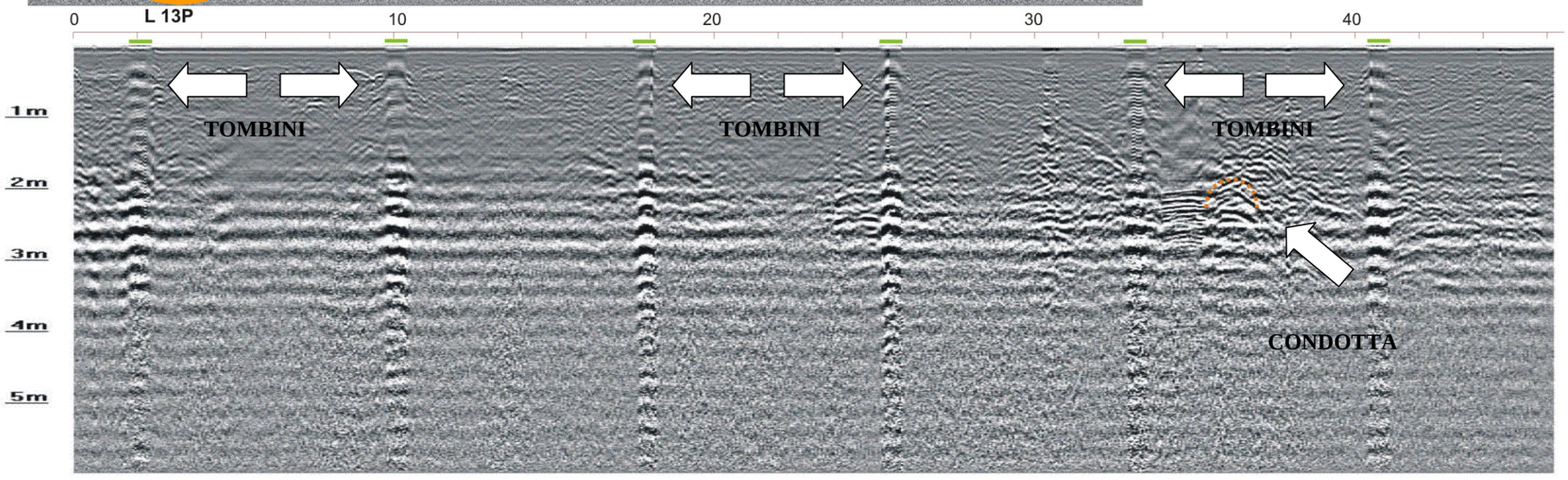
LEGENDA

- alta conducibilità elettrica assorbimento onde elettromagnetiche forte:aree con possibile risalita capillare e/o materiali fini prevalenti
- bassa conducibilità elettrica assorbimento onde elettromagnetiche scarso: materiali grossolani prevalenti: ghiaie sabbie
- sottoservizio
- orizzonte stratigrafico
- tombino
- radici
- relitto di possibile struttura muraria

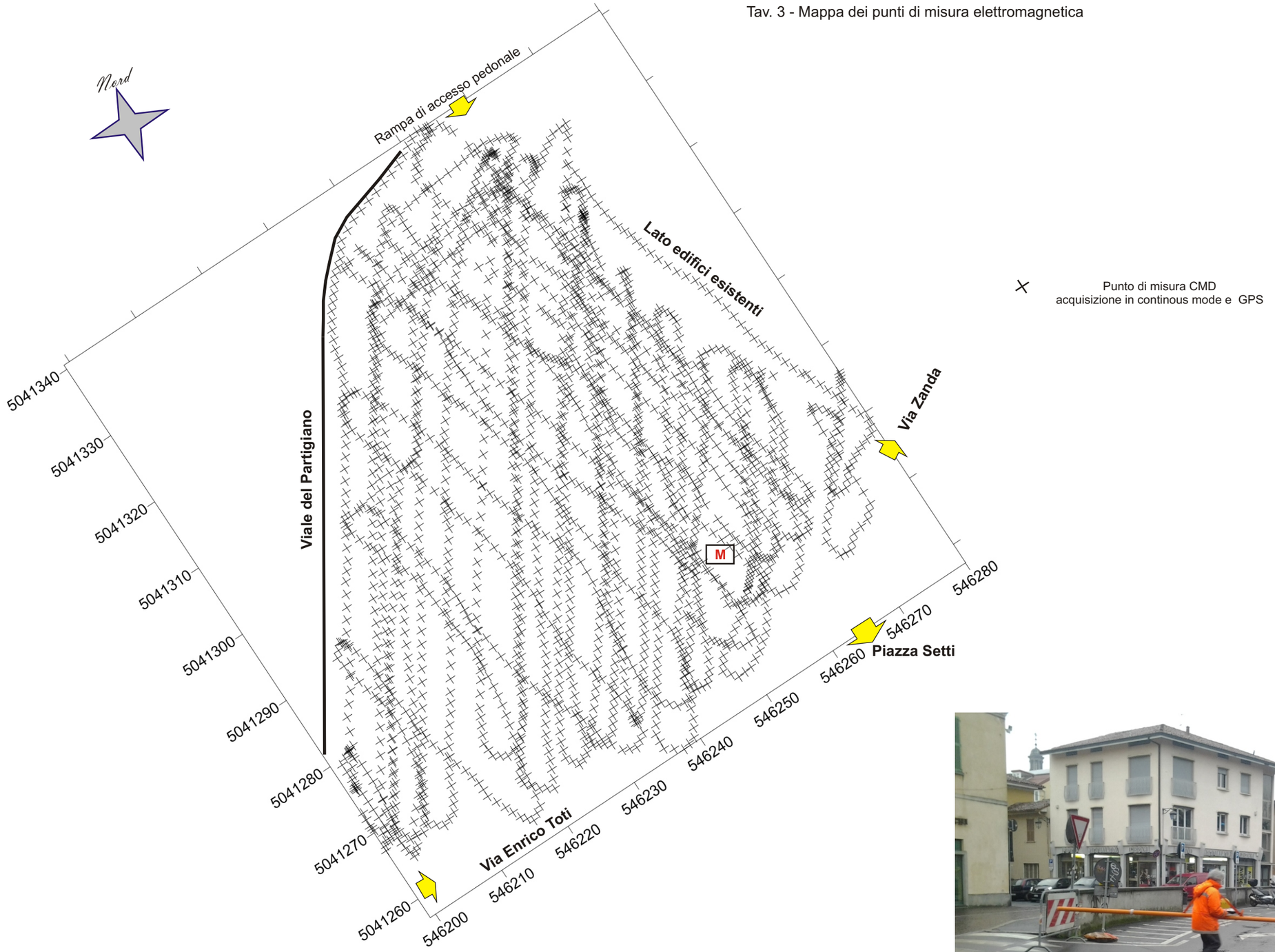



L 24
m
0
10
20
30
40
42
50
1m
2m
3m
4m
5m
FENOMENO DI “SCATTERING”


L 08
m
0
10
20
30
1m
2m
3m
4m
5m
MATERIALE PIU’ FINE
AREA AD ALTA
CONCENTRAZIONE DI MATERIALE
GROSSOLANO

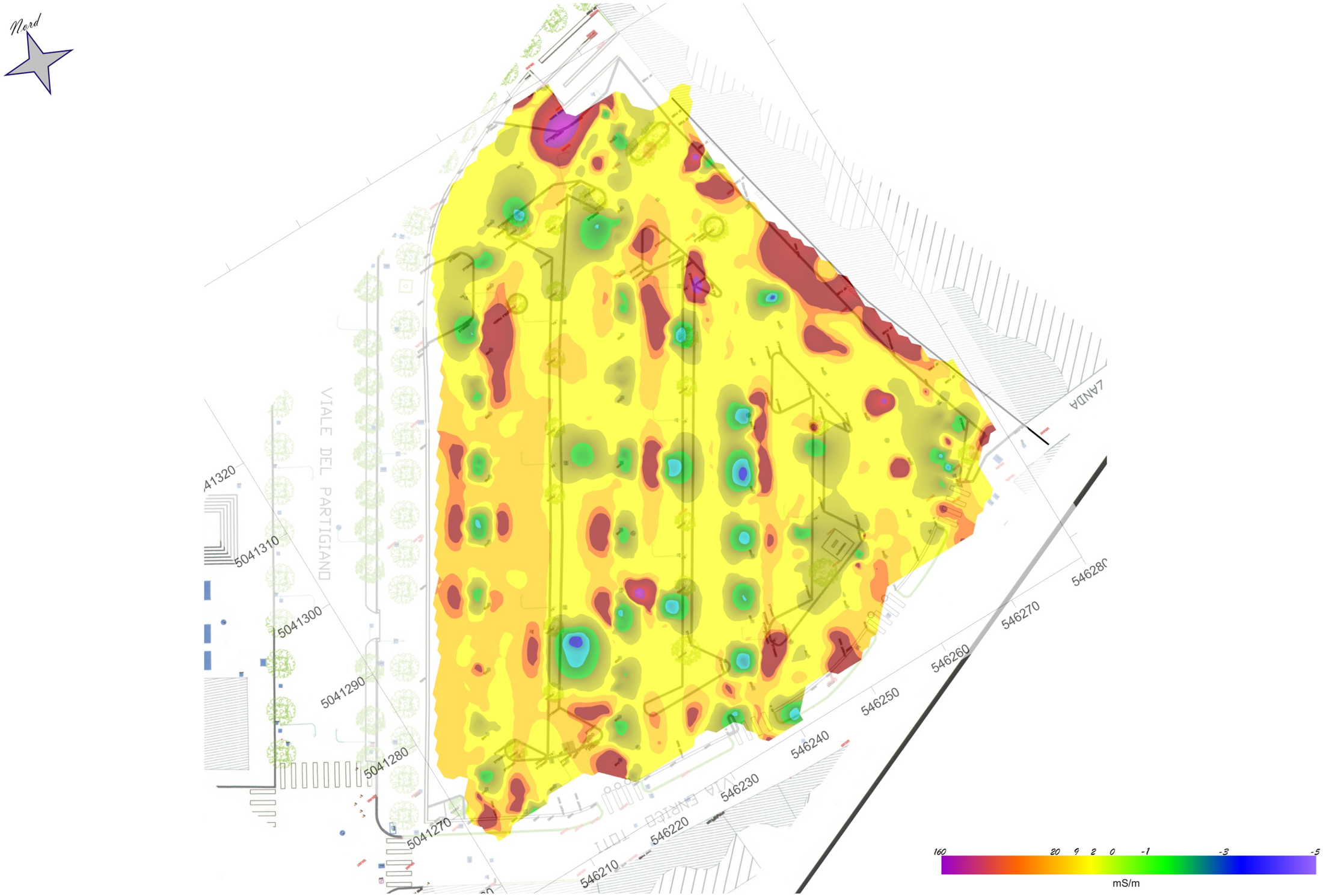

0
L 13P
10
20
30
40
1m
2m
3m
4m
5m
TOMBINI
TOMBINI
TOMBINI
CONDOTTA

Tav. 3 - Mappa dei punti di misura elettromagnetica



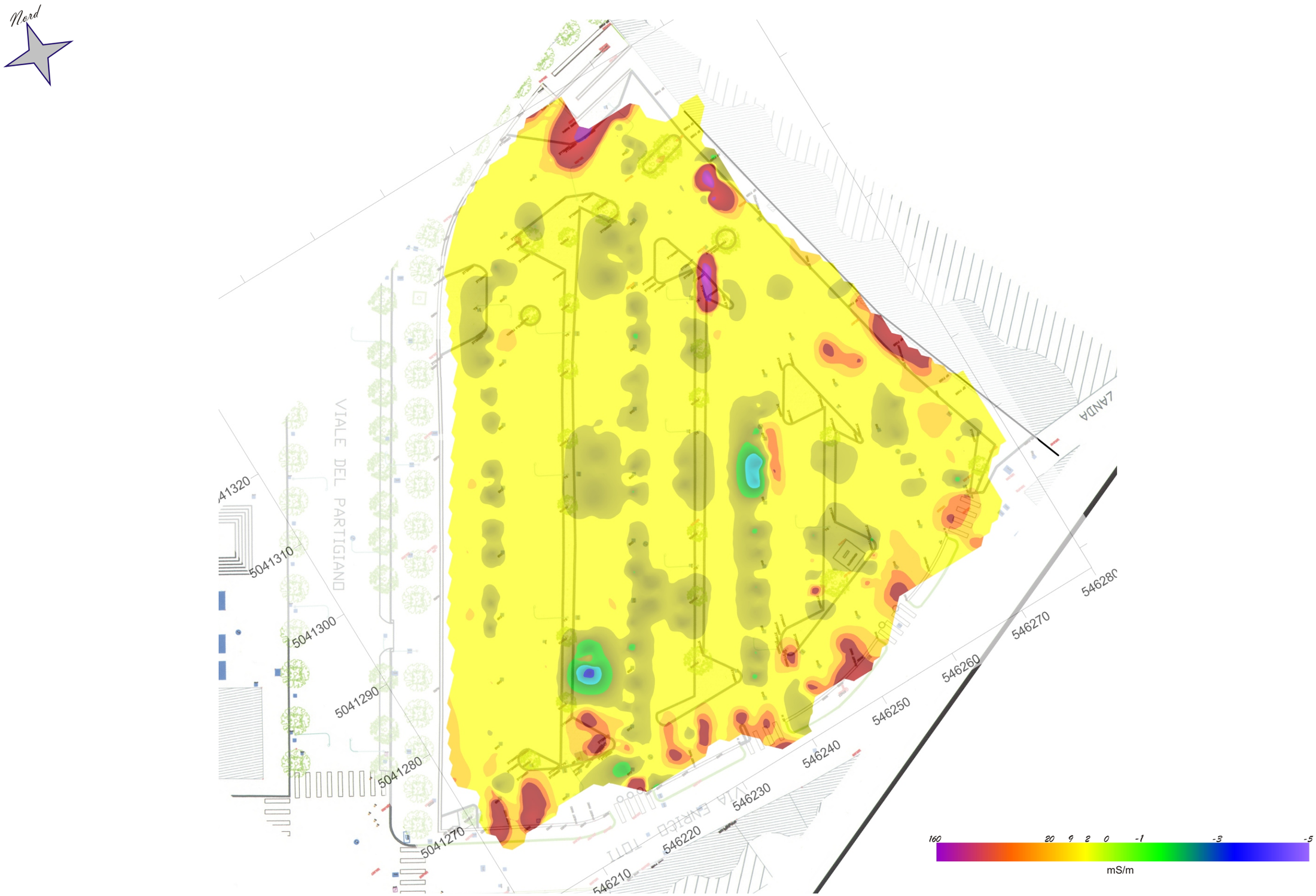
Tav. 4a - Indagine elettromagnetica CMD

Mappa della conducibilità - Profondità indicativa rilievo : -2 mt. da p.c.



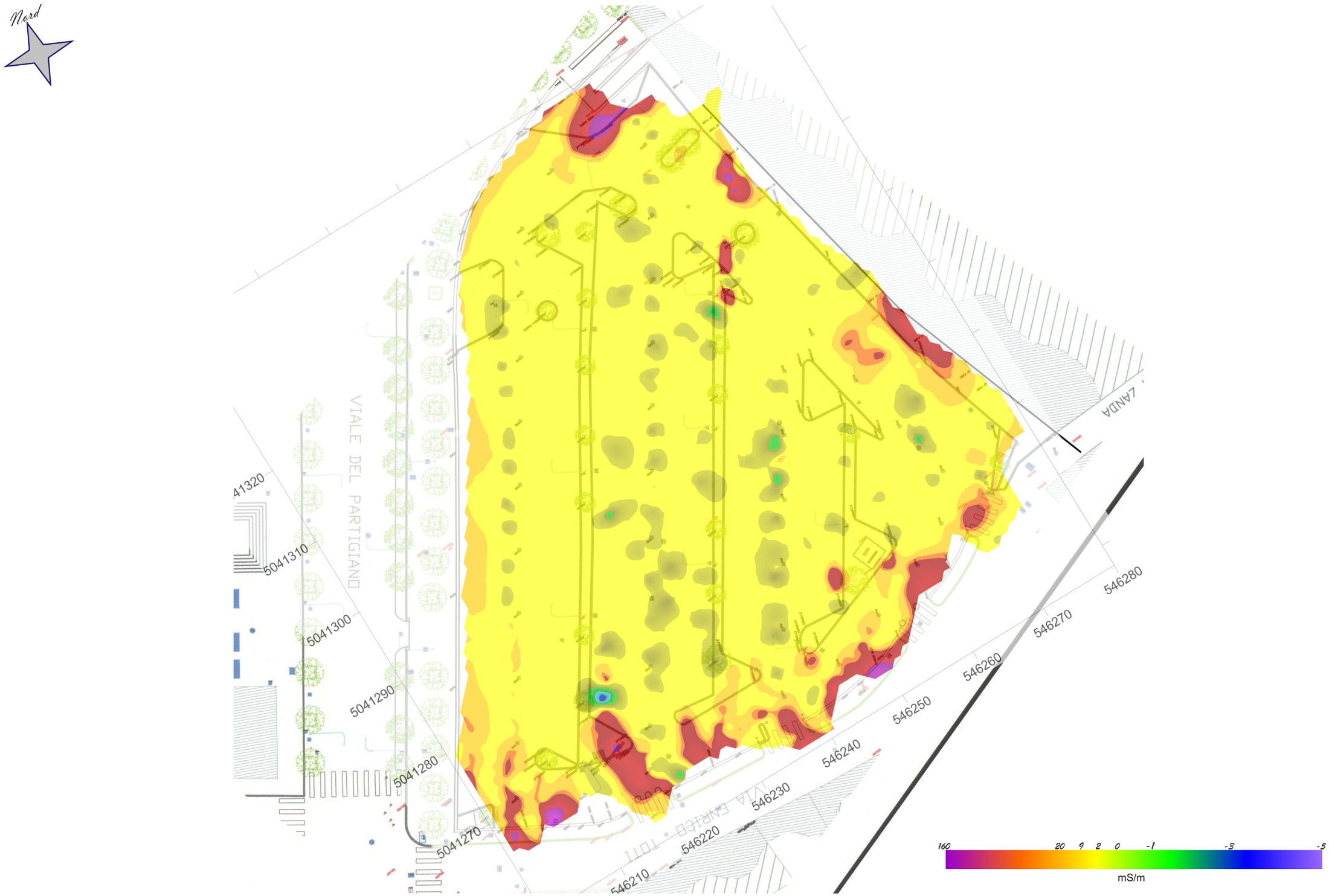
Tav. 4b - Indagine elettromagnetica CMD

Mappa della conducibilità - Profondità indicativa rilievo : -4 mt. da p.c.

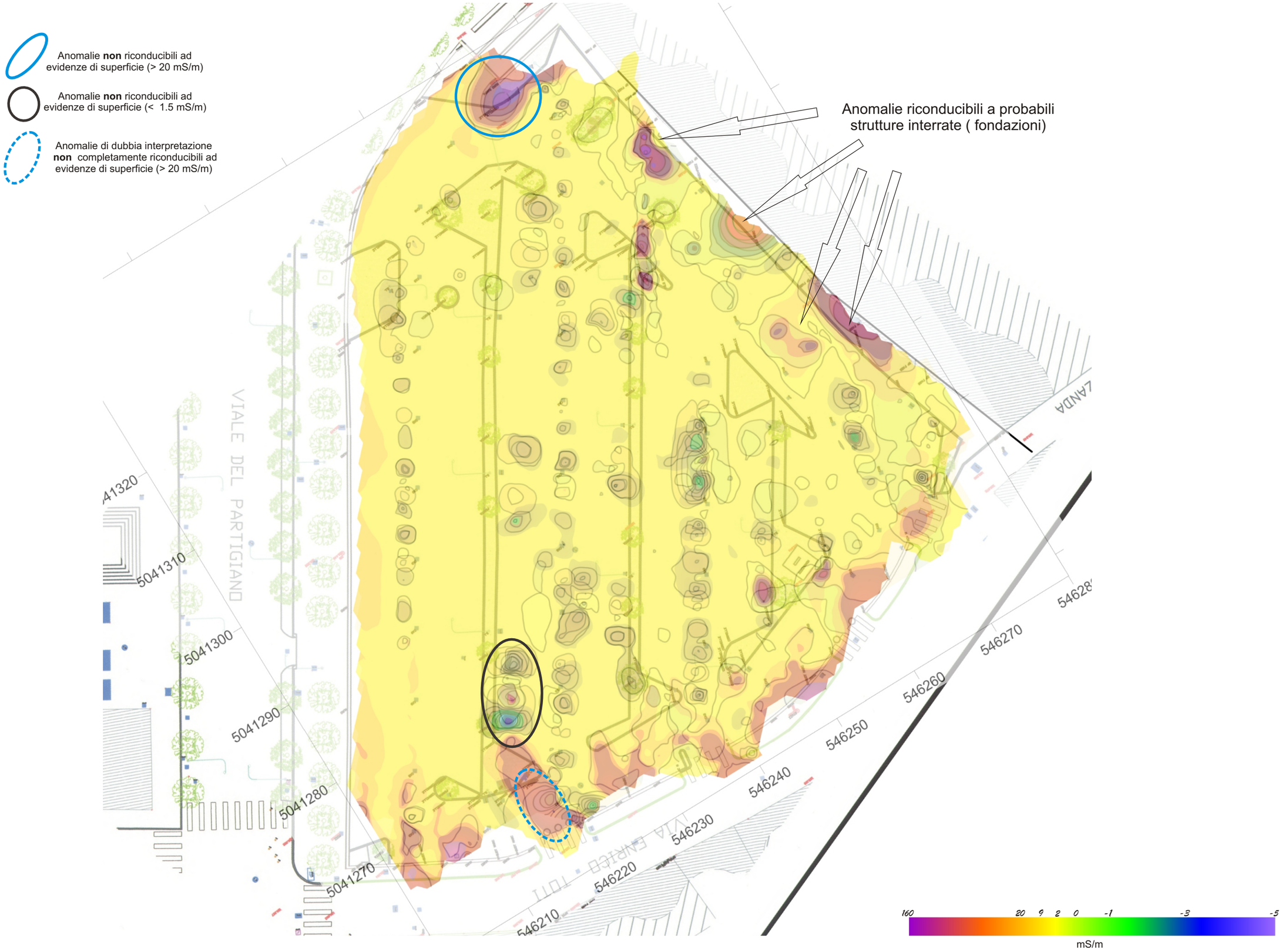


Tav. 4c - Indagine elettromagnetica CMD

Mappa della conducibilità - Profondità indicativa rilievo : -6 mt. da p.c.



Tav. 5 - Indagine elettromagnetica CMD

Mappa della componente in-phase

Tav. 6 - Indagine elettromagnetica CMD
Mappe di sintesi