



COMUNI DI CALCINAIA E PONTEDERA

Provincia di Pisa



LOTTO 17A

DISMISSIONE E COLLETTAMENTO IMPIANTO DI CALCINAIA VERSO IL DEPURATORE DI PONTEDERA E RIOGANIZZAZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO NELLA LOCALITA' OLTRARNO E IL CHIESINO

Allegato

3

RELAZIONE GEOLOGICA

Data :

Dicembre 2014

Scala:

Committente:

Dott. Ing. Roberto CECCHINI

Progettisti :

Dott.Ing. Giovanni SIMONELLI

Geom. Luca IACOPINI

Responsabile di Commessa:

Geom. Claudio LASTRAIOLI

Il Geologo :

Dott.Geol. Filippo LANDINI

Collaboratori tecnici :

Dott.Geol. Carlo FERRI

Indice rev.	Data	Oggetto	Controllato	Approvato
Rev 0	Giugno 2012	Consegna Progetto Definitivo completo	Simonelli	Bonifazi
Rev 1	Luglio 2013	Approvazione progetto definitivo con conferenza servizi		
Rev 2	Dicembre 2013	Consegna Progetto Esecutivo	Simonelli	Bonifazi
Rev 3	Dicembre 2014	Consegna Progetto Esecutivo aggiornamento	Simonelli	Bonifazi

PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i risultati di un'indagine geologica eseguita a supporto del progetto che prevede la realizzazione di una condotta in pressione che permetta il collettamento dal depuratore di Calcinaia, in via di dismissione, fino alla zona industriale di Pontedera, con recapito finale nel depuratore di via Hangar, nel comune di Pontedera.

Il presente intervento si inserisce in un più ampio progetto di riorganizzazione della depurazione civile e industriale della Valdera.

Partendo dagli elementi di conoscenza ricavati dagli studi geologici svolti a supporto degli Strumenti Urbanistici dei Comuni di Calcinaia e Pontedera, del P.T.C. della Provincia di Pisa e del P.A.I. dell'Autorità di Bacino dell'Arno, si sono svolti approfondimenti in merito agli aspetti geologici, geomorfologici, idraulici dei terreni presenti in questa porzione di territorio.

La presente relazione è stata redatta ai sensi della L.R. 27 Aprile 2007 n° 26/R "Regolamento di attuazione della Legge regionale 3 Gennaio 2005, n.1 (Norme per il Governo del Territorio) in materia di indagini geologiche"; in ottemperanza del D.M. 11/03/88, della Del.G.R.T. n.431/06 sulla classificazione sismica del territorio regionale, del D.P.C.M. 06/05/2005 (PAI), del D.Lgs. 42/04, dell'ex L. 1497/39, del D.C.R. 45/2007 (P.I.T.) e degli Strumenti Urbanistici in vigore nei comuni sopra citati.

CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il presente intervento si inserisce in un più ampio progetto di riorganizzazione della depurazione nella Valdera e relativo collettamento dei reflui verso la zona depurativa del Comprensorio del Cuoio.

L'area oggetto di intervento si estende dal depuratore di Calcinaia, nel comune di Calcinaia, fino alla zona industriale Piaggio, con recapito finale, in una fase intermedia, il depuratore di Via dell'Hangar, nel comune di Pontedera.

Il progetto prevede la dismissione del depuratore di Calcinaia, attualmente sottodimensionato per i carichi in ingresso, e l'allontanamento degli stessi mediante una condotta fognaria premente fino al depuratore di Via Hangar, sopra citato.

La fognatura nel suo sviluppo complessivo sarà costituita da una stazione di sollevamento liquami ubicata nell'area dell'impianto di depurazione di Calcinaia che verrà dismesso e da una condotta in pressione della lunghezza complessiva di circa

3710 metri, che dal depuratore stesso convoglierà i liquami al depuratore di Via Hangar nel comune di Pontedera, accanto al canale scolmatore e adiacente allo stabilimento Piaggio.

La tubazione in pressione, in uscita dall'impianto attraverserà la S.P. n. 2 Vicarese e si immetterà lungo la Strada Vicinale Caldereto, entrando nel centro abitato di Calcinaia, lungo Via dei Martiri, Via Aurelio Saffi, Via Vittorio Emanuele, attraversamento di Piazza Indipendenza e raggiungimento del ponte sull'Arno lungo via Papa Giovanni XXIII. L'attraversamento del fiume Arno sarà effettuato mediante staffatura della condotta fognaria al ponte.

Dopo l'attraversamento la condotta proseguirà lungo Via Papa Giovanni XXIII per poi immettersi in Via Salvo d'Acquisto; una volta raggiunta la S.S. n. 67 Tosco Romagnola verrà costruita una seconda stazione di sollevamento in fronte alla S.S., poi la condotta svolterà verso Est lungo la medesima S.S., sarà attraversato il canale Scolmatore mediante staffatura al ponte e 100 metri circa dopo l'attraversamento dello scatolare sarà abbandonata la S.S. per deviare verso Sud in direzione della linea ferroviaria aggirando il campo sportivo.

Sarà infine effettuato l'attraversamento della ferrovia mediante la tecnologia della perforazione con spingitubo, secondo le prescrizioni impartite dal disciplinare delle FFSS. Con un ultimo tratto lungo Via Hangar, sarà raggiunto il recapito finale all'interno del depuratore comunale.

E' previsto l'utilizzo di una condotta in ghisa del diametro nominale interno di 250 mm; gli attraversamenti aerei saranno effettuati in acciaio, mentre per l'attraversamento ferroviario la tubazione sarà protetta con una guaina in acciaio. I lavori di realizzazione della condotta consistono in scavo in trincea stretta di profondità media di circa 140 – 150 cm.

Per maggiori dettagli sull'intervento da realizzare si rimanda agli elaborati del progetto redatto dai tecnici di Acque Ingegneria Spa.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area di intervento, con sviluppo nord-sud del tracciato, è interamente compresa nella pianura alluvionale del Fiume Arno. Le quote si attestano costantemente attorno a 10-15 m s.l.m., in un contesto pianeggiante, in cui affiorano terreni alluvionali.

I depositi alluvionali attuali affioranti sono costituiti da sabbie e limi in tutta la porzione del tracciato. La loro deposizione risale all'Olocene ed è collegata con le fasi di sovralluvionamento sviluppatosi in tutta la pianura pisana, man mano che il livello del mare risaliva durante la deglaciazione post-wurmiana.

Non vi sono aspetti geomorfologici di rilievo trattandosi di una morfologia subpianeggiante, fatta eccezione per i numerosi paleomeandri del Fiume Arno che vi sono nell'area. Un tratto di paleoalveo del suddetto corso d'acqua si trova in prossimità del Depuratore di Calcinaia, ed attualmente ospita il Lago del Marrucco, cavità artificiale risultata dell'attività di escavazione delle sabbie. Sono presenti inoltre due grandi aree urbanizzate: la località di Calcinaia e quella di Chiesino Allori, alle quali si aggiunge l'area industrializzata a cavallo del tratto di attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno.

Il tracciato si sviluppa quindi per intero in sedimenti olocenici rappresentati da:

Depositi Alluvionali recenti ed attuali, costituiti da ghiaie eterometriche, sabbie, e limi di composizione generalmente poligenica. Con una prevalenza di terreni sabbiosi e limosi.

I terreni di origine fluviale si presentano disomogenei sia arealmente che da un punto di vista stratigrafico.

ASSETTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

L'idrografia dell'area in oggetto è dominata dalla presenza del Fiume Arno e del Canale Scolmatore dell'Arno. Ognuno di essi è alimentato da fossette campestri e capofossi, talora intubati per l'attraversamento della viabilità.

Tra questi un affluente in destra idrografica del Fosso Giuntino, ed un fosso che segue parallelamente la Via Tosco Romagnola Ovest in prossimità dell'attraversamento del Fosso Scolmatore dell'Arno.

Il progetto prevede l'attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno e del Fiume Arno, mediante staffatura della condotta sul paramento di valle dei ponti.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, nell'area è presente una falda freatica superficiale contenuta in terreni mediamente permeabili e direttamente influenzata dall'infiltrazione delle acque meteoriche e del livello idrometrico del Fiume Arno. Tale acquifero è poco produttivo, e dagli Strumenti Urbanistici del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa risulta con una vulnerabilità degli acquiferi media – classe 3a che comprende le *“aree in cui la risorsa idrica presenta un certo grado di protezione anche se insufficiente a garantire la salvaguardia della risorsa. Corrisponde a situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 15-30 giorni”*.

In una fascia a cavallo del Fiume Arno e del Canale Scolmatore dell'Arno, oltre che in un tratto di tubazione che attraversa la località Calcinaia, la vulnerabilità idrogeologica sale a 4a – elevata. Corrisponde a situazioni in cui *“la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna”*.

VINCOLI VIGENTI

Il progetto non è sottoposto a **vincolo paesaggistico** ai sensi della L. 431/85, come si osserva dal SIT della Provincia di Pisa, e ai sensi dell'art. 142 del Dlgs. 42/04, come si evince dall'allegato alla disciplina dei beni paesaggistici del P.I.T.. Dalla carta del quadro di insieme dei vincoli allegata al Regolamento Urbanistico del Comune di Calcinaia risulta invece che in sponda sinistra del F. Arno il vincolo relativo ai 150 m dal corso d'acqua sussiste, anche se il progetto non ne è interessato in quanto ubicato al di sotto della sede stradale.

Il progetto non ricade nelle aree sottoposte a **vincolo idrogeologico**, secondo il Regio Decreto n.3267 del 30 dicembre del 1923 e successive modificazioni.

Il tracciato delle fognature in progetto ricade all'interno degli **ambiti A e B** dei seguenti corsi d'acqua principali, classificati ai sensi del D.C.R. 45/2007 (P.I.T.):

Fiume Arno	AB
Canale Scolmatore dell'Arno	AB

Al'interno dell'ambito A1 non potranno essere realizzate *"nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura e trasformazioni morfologiche"* definite dall'Art.79, comma 5. In merito all'Ambito A2 l'intervento è fattibile senza prescrizioni ai sensi dell'Art.76, comma 4, Punto d) per il quale si *"possono prevedere nell'ambito A2 i seguenti interventi che, per le loro caratteristiche, non necessitano, in base alle presenti norme, di verifica idraulica: le opere pubbliche necessarie per la manutenzione ordinaria, straordinaria e di adeguamento di infrastrutture, attrezzature, impianti e opere idrauliche esistenti"*. In merito all'Ambito B, le opere previste non prevedono trasformazioni morfologiche, pertanto ai sensi dell'Art.77 della Del. n.12/00 l'intervento è fattibile senza prescrizioni.

Si renderà comunque necessario richiedere le dovute autorizzazioni alle autorità competenti, in osservanza al Regio Decreto n. 523/1904 (art. 96 let. f).

Dalla "Carta guida delle aree allagate" del Piano Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino dell'Arno, redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi, si osserva come il progetto ricada interamente in aree interessate da inondazioni eccezionali, ad esclusione di un breve tratto in sponda sinistra del F. Arno subito dopo l'attraversamento del ponte in località Calcinaia, che rientra nelle aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991-2-3.

Dalle Norme di Attuazione: *"fatto salvo quanto stabilito nelle norme 2 e 3, le opere che comportano trasformazioni edilizie e urbanistiche, ricadenti nelle aree rappresentate nella «Carta guida delle aree allagate», potranno essere realizzate a condizione che venga documentato dal proponente, ed accertato dall'Autorità amministrativa competente al rilascio dell'autorizzazione, il non incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio, da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere richieste"*.

PERICOLOSITA' E REGOLAMENTI

In base all'Ordinanza O.P.C.M. n° 3519 del 28/04/06 e Del. G.R. n. 431 del 19/06/06 (Riclassificazione sismica del territorio regionale), i comuni Calcinaia e Pontedera, sono tra quelli classificati sismici che passano dalla zona 2 alla zona 3S. In zona 3S non viene diminuito il livello di protezione precedente ma le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2.

In relazione a quanto specificato nella succitata Del. n. 431 del 19/06/06, si considerano, per la zona 3S, i seguenti parametri:

- accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)= 0,15-0,25.
- accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastica (ag/g)= 0,25.

Ai sensi del D.P.G.R 26/R 2007, si osserva che nell'area di progetto vi è la presenza di depositi alluvionali con possibile effetto di "amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica" che la fanno ricadere a grado di pericolosità sismico S3.

Per i Comuni classificati in zona 3s e nelle zone con possibile amplificazione stratigrafica, quale quella di progetto, si rende necessaria secondo il D.P.G.R 26/R 2007 *"una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bedrock sismico"*. In corrispondenza degli argini si possono verificare inoltre fenomeni di amplificazione topografica.

Nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti dovranno essere effettuate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Di seguito viene affrontato il tema della pericolosità suddividendo il tracciato in progetto per le aree comunali attraversate:

Comune di Calcinaia

Negli elaborati geologici contenuti nel **P.T.C. provinciale**, l'area in oggetto ricade quasi completamente nella Classe 2g (*Pericolosità bassa*) di pericolosità geomorfologica, e, per un breve tratto a nord dello sviluppo del tracciato, nella Classe

3g (*Pericolosità media*). In corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Arno la classe sale a 4g (*Pericolosità elevata*). Per quanto riguarda gli aspetti idraulici la zona è soggetta a una *Pericolosità media* e ricade nella Classe 3a, ad eccezione del tratto in attraversamento del Fiume Arno dove risulta nelle classi 4a e 4b, elevata.

Come si osserva nelle norme del PTC "con la redazione e l'approvazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico anche il P.T.C. deve adeguarsi alle classi e relativi ambiti di pericolosità nonché alle discipline dei P.A.I., in quanto per legge essi sono sovra-ordinati ad ogni altro strumento di pianificazione territoriale".

Per quanto riguarda gli **Strumenti Urbanistici comunali** dalla Relazione di Fattibilità del Nuovo Regolamento Urbanistico comunale (elaborato QG.1 del marzo 2014): *"Le Indagini geologiche (QG) di fattibilità (idraulica, geomorfologica e sismica) redatte ai sensi dell'articolo 62 della L.R. 1/2005 e in applicazione delle disposizioni di cui alla D.P.G.R. 53R/2011, fanno parte integrante e sostanziale del R.U. e sono composte dai seguenti elaborati, comprendenti anche specifiche cartografie di approfondimento e aggiornamento del quadro conoscitivo che sostituiscono, per le aree interessate, il quadro conoscitivo del P.S. vigente:*

- QG.1. Relazione di fattibilità;

- QG.2. Carta della Pericolosità Geomorfologica Stralcio - Aggiornamento del quadro conoscitivo del P.S. a seguito degli eventi meteorici febbraio-marzo 2013 (Modifiche di minima entità perimetrazioni P.A.I.), scala 1:5.000; [non interessa il tracciato in progetto]

- QG.3. Carta della Pericolosità Idraulica Stralcio - Passaggio di base cartografica (dalla scala 1: 25.000 alla scala 1:2.000) delle aree a pericolosità idraulica molto elevata relativo alle zone arginali del Fiume Arno e del Canale Emissario del Bientina; [interessa il tracciato in progetto per la pericolosità idraulica molto elevata PI4-I4 in corrispondenza dell'attraversamento del F. Arno]

- QG.4. Carta della Fattibilità (scala 1:5000), comprendente:

- QG.4.1. Carta della Fattibilità Territorio urbano Sistema territoriale di Calcinaia;

- QG.4.2. Carta della Fattibilità Territorio urbano Sistema territoriale di Fornacette. "

[la quasi totalità del tracciato in progetto si sviluppa su strade interne al territorio urbano; per la fattibilità si farà riferimento a tali carte].

"Le condizioni di fragilità del territorio di riferimento per la valutazione e determinazione della fattibilità delle nuove previsioni e degli interventi individuati dal

R.U. sono rappresentate nelle seguenti tavole di sintesi della Variante generale al Piano Strutturale vigente, approvato con Deliberazione C.C. n. 83 del 18.12.2012:

...

- QG.7. Carta della pericolosità geomorfologica (1:10.000)*
- QG.8. Carta delle pericolosità idraulica (1:10.000)*
- QG.9. Carta della pericolosità idraulica ai sensi del P.A.I. (1:10.000)*
- QG.10. Carta della pericolosità sismica locale e delle M.O.P.S. (1:10.000)*
- QG.11. Carta della vulnerabilità degli acquiferi e delle aree di salvaguardia delle fonti di approvvigionamento idropotabile (1:10.000)*

e dalle tavole di approfondimento analitico contenute nel presente R.U.:

- QG.2. Carta della Pericolosità Geomorfologica Stralcio - Aggiornamento del quadro conoscitivo del P.S. a seguito degli eventi meteorici febbraio-marzo 2013 (Modifiche di minima entità perimetrazioni P.A.I.) [non interessa il tracciato in progetto];

- QG.3. Carta della Pericolosità Idraulica Stralcio - Passaggio di base cartografica delle aree a pericolosità idraulica molto elevata relativo alle zone arginali del Fiume Arno e del Canale Emissario del Bientina Passaggio di base cartografica 25.000 - 2.000. [interessa il tracciato in progetto in corrispondenza dell'attraversamento del F. Arno per la pericolosità idraulica molto elevata PI4-I4]".

"La determinazione delle classi di fattibilità delle previsioni e degli interventi previsti dal R.U. è determinata per correlazione e in funzione della classe di pericolosità delle aree (partizioni spaziali) quale risulta dalle carte tematiche di P.S. sopra elencate. Ai fini della determinazione della classe di fattibilità delle nuove previsioni e degli interventi del R.U., in caso di differente classificazione di pericolosità di un'area fra le carte del P.A.I. e le carte del P.S. vigente adeguate al D.P.G.R. n. 53/R/2011, prevale la classe di pericolosità più elevata o comunque più cautelativa".

"All'interno del perimetro dei centri abitati e delle U.T.O.E., le classi di fattibilità geomorfologica, sismica e idraulica, definite nei successivi paragrafi, sono determinate ed individuate per ogni partizione spaziale del R.U. e per le conseguenti previsioni e relativi interventi edilizi, in maniera sistematica attraverso la rappresentazione (eseguita per sovrapposizione al quadro propositivo del R.U.) specificatamente riportata nella "Carta di fattibilità", di cui alle tavole QG.4.1 e QG.4.2 del precedente

paragrafo 2, con riferimento alle relative prescrizioni definite all'art.91 delle N.TA. Nel caso in cui su un'area oggetto di intervento edilizio ricadano più classi di fattibilità, se il sedime interessa due o più classi, si applica la classe più restrittiva a tutto l'intervento, se il sedime ricade all'interno di una sola classe di fattibilità si applica la normativa relativa a tale classe di fattibilità. Per le infrastrutture a rete (strade, reti tecnologiche, fognature), così come per i parcheggi, si applica, per ogni tratto, la classe fattibilità relativa in cui ricadono".

Quindi sulla base di quanto sopra riportato la Carta della Pericolosità Geomorfologica (QG.7 allegata alla Variante Generale al P.S.) individua l'area più sfavorevole attraversata dal tracciato della tubazione nella classe di **pericolosità geomorfologica G.4 – molto elevata** assegnata alle "aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza". Il tratto è quello di attraversamento del F. Arno.



Secondo la Disciplina di Piano della Variante Generale al P.S. "In queste aree è necessario rispettare i seguenti criteri generali: - non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione; - gli interventi di messa in sicurezza devono essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità dei versanti adiacenti, non limitare la possibilità di realizzare

interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza".

Il resto del tracciato ricade in classe G2 - media, fatta eccezione per il tratto in località Chiesino in classe G3 - elevata.

La carta di Pericolosità Idraulica QG.3. *Carta della Pericolosità Idraulica Stralcio - Passaggio di base cartografica (dalla scala 1: 25.000 alla scala 1:2.000) delle aree a pericolosità idraulica molto elevata relativo alle zone arginali del Fiume Arno e del Canale Emissario del Bientina* individua l'area più sfavorevole attraversata dal tracciato della tubazione nella classe di **pericolosità idraulica I.4 – molto elevata** (fig2).

Anche la Carta della Pericolosità Idraulica (QG.8 allegata alla Variante Generale al P.S.) individua a massima pericolosità lo stesso tratto (fig 1), ovvero quello di attraversamento del F. Arno che avverrà in staffatura al ponte senza riduzione della luce.



fig.1

Legenda

- I.1 Pericolosità idraulica bassa
- I.2 Pericolosità idraulica media
- I.3 Pericolosità idraulica elevata
- I.4 Pericolosità idraulica molto elevata
- Confine comune di Calcinaia.

Piano Stralcio Rischio Idraulico
interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico

- ||||| Scolmatore Arno - Canale Emissario
- ||||| Scolmatore Arno - Padule di Bientina

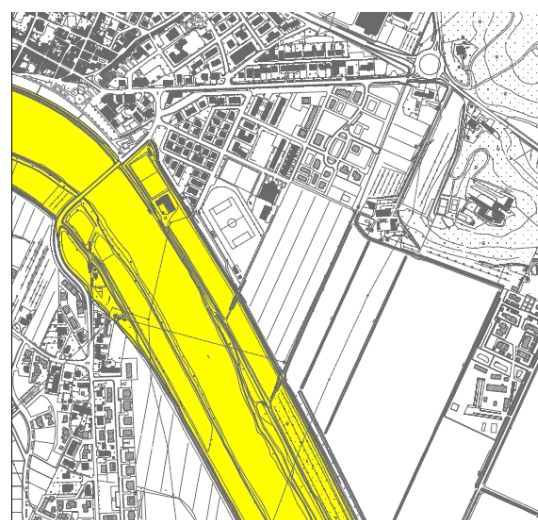


fig.2

Legenda

- Pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4 - I.4)

Secondo la Disciplina di Piano della Variante Generale al P.S. *"Il R.U. non dovrà prevedere nuove edificazioni salvo che non siano possibili localizzazioni alternative e a*

condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere e interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti. Gli interventi di messa in sicurezza, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento del picco di piena a valle".

Il resto del tracciato ricade in classe I2 - media. Secondo la Disciplina di Piano della Variante Generale al P.S. *"Relativamente a queste aree non sussistono limitazioni o prescrizioni alla trasformabilità da adottare a livello di R.U."*.

La carta di Pericolosità Sismica del territorio comunale (QG.10 allegata alla Variante Generale al P.S.) individua l'area di progetto nella classe di **pericolosità sismica S.2 – media**. In questa classe sono state inserite le aree interessate da "possibile amplificazione stratigrafica (9, 10, 11)".

Secondo la Disciplina di Piano della Variante Generale al P.S. "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità S.3.. Non è necessario indicare condizioni per la definizione della fattibilità degli interventi da attuare a livello di R.U."

Nelle *"Perimetrazioni delle aree con pericolosità idraulica"* redatte dall'**Autorità di Bacino del Fiume Arno** nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico la zona ricade nelle cartografie riprodotte a livello di sintesi (scala 1:25.000) e risulta compresa quasi interamente nella classe P.I.2 (*Pericolosità media*). In corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Arno la classe sale a P.I.4 (*Pericolosità molto elevata*), come riportato nelle cartografie riprodotte a livello di dettaglio (scala 1:10.000).

Secondo le Norme di Attuazione del P.A.I. nelle aree P.I.3 e P.I.4 sono consentiti i seguenti interventi:

b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico.

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.

Comune di Pontedera

Negli elaborati geologici contenuti nel **P.T.C. provinciale**, l'area in oggetto ricade quasi completamente nella Classe 3g (*Pericolosità media*) di pericolosità geomorfologica, e, in corrispondenza dell'attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno, la classe sale a 4g (*Pericolosità elevata*). Per quanto riguarda gli aspetti idraulici la zona è soggetta a una *Pericolosità media* e ricade nella Classe 3a, ad eccezione del tratto in attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno dove risulta nelle classi 4a e 4b, elevata.

Come si osserva nelle norme del PTC "con la redazione e l'approvazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico anche il P.T.C. deve adeguarsi alle classi e relativi ambiti di pericolosità nonché alle discipline dei P.A.I., in quanto per legge essi sono sovra-ordinati ad ogni altro strumento di pianificazione territoriale".

La cartografia allegata agli **Strumenti Urbanistici del Comune di Pontedera** riporta per l'area di interesse una pericolosità geomorfologica media 3, sottoclasse 3a, come area di pianura alluvionale con sottosuolo eterogeneo. In corrispondenza dell'attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno la classe sale a elevata - 4 , sottoclasse 4a per le aree golenali e 4b per gli alvei fluviali.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici l'area ricade in pericolosità idraulica media 3, sottoclasse 3b, come soggetta ad esondazione in occasione di eventi eccezionali, cioè con eventi con tempi di ricorrenza compresi tra i venti e i duecento anni e con un'altezza della lama d'acqua inferiore a 30 cm. In prossimità del ponte sul Canale Scolmatore dell'Arno la sottoclasse cambia a: 4a, elevata, come aree soggette ad esondazione o sommersione, in occasione di eventi straordinari compresi fra due e venti anni e altezza della lama d'acqua superiore a 30 cm; 4b, elevata, che riguarda i corpi idrici.

Nelle "*Perimetrazioni delle aree con pericolosità idraulica*", redatte dall'**Autorità di Bacino del Fiume Arno** nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, la zona ricade nelle cartografie riprodotte a livello di sintesi (scala 1:25.000) e risulta compresa quasi interamente nella classe P.I.2 (*Pericolosità media*). In corrispondenza

del Canale Scolmatore dell'Arno la classe sale a P.I.4 (*Pericolosità molto elevata*), come riportato nelle cartografie riprodotte a livello di dettaglio (scala 1:10.000).

Secondo le Norme di Attuazione del P.A.I. nelle aree P.I.3 e P.I.4 sono consentiti i seguenti interventi:

b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico.

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.

CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Il settore d'indagine è geologicamente caratterizzato dalla presenza di sedimenti recenti, eterogenei, d'origine alluvionale. L'area in esame fa parte di quel sistema complesso che è la pianura di Pisa, il cui sviluppo a partire dalla fine del Pleistocene inf. è stato ampiamente dipendente dalle variazioni glacio-eustatiche del livello del mare e da quelle, conseguenti, dei fiumi.

Le complesse interferenze tra il sistema idrografico del paleo-Arno, combinata con gli alterni processi di sedimentazione ed erosione legati alle variazioni glacio-eustatiche del livello del mare, hanno portato alle forti variazioni granulometriche (e quindi di permeabilità) dei depositi costituenti attualmente il sottosuolo della pianura. Da indagini precedentemente eseguite in aree limitrofe si osserva una successione caratterizzata, nei livelli più superficiali dalla presenza di depositi con origine alluvionale, ed in profondità dominata dall'alternanza di depositi prevalentemente ghiaiosi, in matrice sabbiosa o limo-argillosa, e depositi costituiti da argille compatte, con origine fluvio-lacustre.

VALUTAZIONE DI FATTIBILITA'

La valutazione della fattibilità dell'intervento è stata stabilita in base agli Strumenti Urbanistici dei Comuni interessati dal tracciato:

- **Comune di Calcinaia:** dalla Carta di Fattibilità di supporto al P.R.G. del Comune di Calcinaia (QG.4.1 del Nuovo Regolamento Urbanistico - marzo 2014) si osserva come il progetto ricada in aree a **fattibilità condizionata** – classe 3, per le quali

sono richieste, secondo la Relazione di Fattibilità del Nuovo Regolamento Urbanistico comunale (elaborato QG.1 del marzo 2014): *"si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi"*.

In corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Arno invece la classe di fattibilità sale a 4 – **fattibilità limitata**, in questi casi *"si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione"*. Per quanto riguarda la fattibilità geologica: *"Sia gli interventi di nuova realizzazione che quelli sul patrimonio esistente sono consentiti previa indagine geologica, geotecnica ed idraulica atta a dimostrare che l'intervento non pregiudichi le condizioni di stabilità del versante e non comprometta la possibilità di realizzare più ampie e ulteriori opere strutturali di bonifica e devono essere coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile. Fermo restando il rispetto delle prescrizioni già elencate sopra, ai sensi del DPGR 53/R/2011, per la classe di fattibilità F4 :* a) *non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione; b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza; c) in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto; d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare; e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia e' dato atto della sussistenza dei seguenti criteri : - previsione, ove*

necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere. - Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in D.P.G.R. 09 luglio 2009 n. 36/R (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa). - Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per la costruzione e correlata Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Per quanto riguarda la fattibilità idraulica: "Si tratta di aree a pericolosità idraulica molto elevata pertanto gli interventi ammissibili e le condizioni di attuazione sono disciplinati dalla L.R. n.21 del 21 maggio 2012 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"; sono ammissibili solamente gli interventi previsti dall'Art.2 L.R. n.21/2012 a condizione che siano preventivamente realizzate, ove necessarie, le opere di messa in sicurezza per tempo di ritorno duecentennale comprensive degli interventi necessari per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno. Per le opere di regimazione idraulica e le infrastrutture di tipo lineare non diversamente localizzabili le opere di messa in sicurezza possono essere realizzate contestualmente alle opere (Art.2, c.1, lett.b) L.R. n.21/2012). Sul patrimonio edilizio esistente sono consentiti gli interventi previsti dall'Art.2, c.3 L.R. n.21/2012 a condizione che: - sia assicurata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di riduzione della vulnerabilità (accorgimenti tecnico-costruttivi); - non si determini l'aumento dei rischi e della pericolosità idraulica al contorno... All'interno delle aree edificate la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente,.ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni: -sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l); -sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;...- Per le indagini idrauliche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto

e' prescritto il rispetto di quanto riportato in L.R. 21 maggio 2012 n.21 - Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua".

All'art. 2 della L.R. 21/2012 per le aree classificate a pericolosità idraulica molto elevata: *"è consentita, altresì, la realizzazione degli interventi di seguito indicati, a condizione che siano preventivamente realizzate, ove necessarie, le opere per la loro messa in sicurezza per tempo di ritorno duecentennale, comprensive degli interventi necessari per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno:*

a) ampliamento e adeguamento di opere pubbliche;

b) nuovi impianti e relative opere per la raccolta e la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento e la depurazione degli scarichi idrici, lo stoccaggio, il trattamento, lo smaltimento ed il recupero dei rifiuti, la produzione ed il trasporto di energia da fonti rinnovabili o, comunque, al servizio di aziende e insediamenti produttivi previsti dagli strumenti e atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali vigenti al momento di entrata in vigore della presente legge, non diversamente localizzabili, oppure ampliamento o adeguamento di quelli esistenti..".

In riferimento a quanto sopra riportato si può concludere a livello geomorfologico che, trattandosi di un progetto che si sviluppa quasi interamente sulla sede stradale, non si rilevano particolari problematiche, se non quelle che considerano le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dal progetto. In ambito idraulico va considerato che non sono previste trasformazioni morfologiche che comportano ostacolo al deflusso naturale delle acque, trattandosi di un'opera completamente interrata. In relazione alla stazione di sollevamento, la modesta porzione di opera che sporgerà al di sopra del piano campagna dovrà essere compensata con un volume di scavo pari al volume sottratto alla libera espansione delle acque, per garantire il non aggravio del rischio idraulico nei territori contermini. L'attraversamento dei corsi d'acqua mediante staffatura della condotta al paramento di valle del ponte, non dovrà comportare una diminuzione della sezione dell'alveo del corso d'acqua. Conseguentemente con l'opera in progetto non si hanno aumenti del rischio idraulico.

- **Comune di Pontedera:** il progetto ricade in parti del territorio comunale destinate ad insediamenti a prevalente carattere produttivo e/o commerciale (D) e in parti destinate ad usi di interesse generale (F). Perciò dalla Carta di Fattibilità di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Pontedera, sia per gli aspetti

idraulici che geomorfologici, l'area di progetto ricade in classe 3 – **fattibilità condizionata**. Secondo le Norme Tecniche di Attuazione allegate al Regolamento Urbanistico del Comune di Pontedera sono richieste: *"indagini di dettaglio condotte a livello di area complessiva come supporto .. ad un intervento diretto"*.

Secondo le Norme del P.T.C. della Provincia di Pisa, sulla base della classe di vulnerabilità idrogeologica e del tipo di attività prevista dal progetto, il livello di rischio idrogeologico nel quale ricade la maggior parte del tracciato è:

livello II - rischio basso:

la trasformazione o l'attività é ammissibile, in relazione alle conoscenze disponibili, ma è richiesta verifica a livello locale.

Nei tratti sopra citati in cui la vulnerabilità sale a 4a invece, il livello di rischio idrogeologico risulta:

livello IV - rischio elevato:

la trasformazione o l'attività oltrechè subordinata alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica ancora conforme al minimo a quanto disposto al comma 3 e quindi da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato, può essere definita ammissibile solamente ove si dimostri il permanere di fabbisogni altrimenti non soddisficibili, per insussistenza di alternative ovvero per la loro rilevante maggiore onerosità in termini di bilancio ambientale, economico e sociale complessiva. Sono fatti salvi gli attraversamenti delle aree interessate.

TABELLA 1 - VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA E RELATIVI LIVELLI DI RISCHIO

Trasformazioni ed attività	classi e sottoclassi di vulnerabilità					
	1	2	3a	3b	4a	4b
Realizzazioni della rete tecnologica (oleodotti, gasdotti, fognature ed altre opere non interrato)	I	II	II	III	(I) IV	(I) IV

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA DEI TERRENI

Al fine di definire le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche generiche dell'area oggetto di studio sono state realizzate tre prove penetrometriche statiche CPT riportate in allegato.

Le prove penetrometriche hanno raggiunto la profondità di 10.00 m e sono state realizzate con strumento statico tipo pagani TG 63 (200 kN).

I diagrammi e le tabelle, visualizzati in allegato, riportano in funzione della profondità dal piano campagna, le misure derivate delle letture effettuate ogni 20 cm di avanzamento della punta, rispettivamente di:

qc: resistenza alla punta (kg/cm^2);

fs: resistenza di attrito laterale locale (kg/cm^2);

qc/fs: rapporto Begemann.

La successiva elaborazione dei dati ottenuti, ha permesso di delineare in sintesi la seguente successione di terreni e le corrispondenti caratterizzazioni geotecniche medie (rapporto qc/fs: correlazioni di Begemann e Schmertmann):

PROVA P1

STRATO I Terreno vegetale

Prof. compresa tra 0,0 e 1,00 m

STRATO II Limo sabbioso

Prof. compresa tra 1,0 e 3,00 m $\phi = 35^\circ$ $M_o = 4959 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 19,13 \text{ kN/m}^3$

STRATO III Argilla (inorganica) di media consistenza

Prof. compresa tra 3,0 e 4,20 m $c_u = 40,00 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 3480 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 18,60 \text{ kN/m}^3$

STRATO IV Argilla sabbiosa e limosa

Prof. compresa tra 4,20 e 5,40 m $\phi = 32^\circ$ $M_o = 5160 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 18,86 \text{ kN/m}^3$

STRATO V Argilla (inorganica) da tenera a media consistenza

Prof. compresa tra 5,40 e 7,00 m $c_u = 36,88 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 3288 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 18,46 \text{ kN/m}^3$

STRATO VI Argille (inorganiche) alternate con lenti sabbiose

Prof. compresa tra 7,0 e 10,00 m $c_u = 50,83 \text{ kN/m}^2$ $\phi = 30^\circ$ $M_o = 3748 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 18,76 \text{ kN/m}^3$

PROVA P2

STRATO I Terreno vegetale

Prof. compresa tra 0,0 e 1,00 m

STRATO II Argilla (inorganica) consistente

Prof. compresa tra 1,0 e 2,40 m $c_u = 58,24 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4508 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 19,23 \text{ kN/m}^3$

STRATO III Sabbia e limo

Prof. compresa tra 2,40 e 3,20 m $\phi = 33^\circ$ $M_o = 4050 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 18,85 \text{ kN/m}^3$

STRATO IV Argilla (inorganica) da consistente a

Prof. compresa tra 3,20 e 7,40 m mediamente consistente

$$c_u = 55,47 \text{ kN/m}^2 \quad Mo = 4351 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 19,10 \text{ kN/m}^3$$

STRATO V Sabbia e limo

Prof. compresa tra 7,40 e 10,00 m $\Phi = 29^\circ \quad Mo = 4173 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 15,89 \text{ kN/m}^3$

PROVA P3

STRATO I Terreno vegetale

Prof. compresa tra 0,0 e 1,00 m

STRATO II Argilla (inorganica) consistente con

Prof. compresa tra 1,0 e 7,20 m intercalazioni di argilla sabbiosa e limosa / sabbia e limo argilloso

$$c_u = 59,00 \text{ kN/m}^2 \quad Mo = 4310 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 19,17 \text{ kN/m}^3$$

STRATO III Alternanza di argille e/o limi con sabbie e limi

Prof. compresa tra 7,20 e 10,00 m $\Phi = 30^\circ \quad c_u = 47,5 \text{ kN/m}^2 \quad Mo = 4295 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 18,68 \text{ kN/m}^3$

γ = Peso dell'unità di volume

Φ = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari)

c_u = coesione non drenata (terreni coesivi)

Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari)

INDAGINE GEORADAR

Nei giorni 17 Aprile e 12 Maggio 2014 si sono svolte le operazioni di acquisizione dei dati relativi ad un'indagine geofisica tramite la metodologia GEORADAR, finalizzata alla ricerca di sottoservizi in sei incroci individuati nel comune di Pontedera e in via Vittorio Emanuele e via A. Saffi a Calcinaia.

Per la descrizione della strumentazione utilizzata e la metodologia geofisica di esplorazione si rimanda alla relazione tecnica in allegato.

Durante le fasi di acquisizione dei dati sono stati realizzati complessivamente 164 profili. Dall'elaborazione dei dati sono emerse diverse anomalie lungo i profili interpretate come tubature, per le quali è stata ipotizzata anche una direzione di sviluppo.

Alcuni radargrammi hanno invece rilevato la presenza di "zone di anomalia diffusa" che presumibilmente potrebbero indicare la presenza di più tubature sovrapposte e/o estremamente vicine senza però escludere l'evenienza di zone di trincea dove potrebbe essere stata fatta passare una condotta riempita successivamente con materiale a pezzatura eterogenea.

CONCLUSIONI

In riferimento a quanto sopra riportato si può concludere a livello generale che, trattandosi di un progetto che si sviluppa quasi interamente sulla sede stradale, non si rilevano particolari problematiche di tipo geomorfologico, se non quelle che considerano le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dal progetto.

In ambito idraulico va considerato che non sono previste trasformazioni morfologiche che comportano ostacolo al deflusso naturale delle acque, trattandosi di un'opera completamente interrata. In relazione alla stazione di sollevamento, la modesta porzione di opera che sporgerà al di sopra del piano campagna dovrà essere compensata con un volume di scavo pari al volume sottratto alla libera espansione delle acque, per garantire il non aggravio del rischio idraulico nei territori contermini.

L'attraversamento dei corsi d'acqua mediante staffatura della condotta al paramento di valle del ponte, non dovrà comportare una diminuzione della sezione dell'alveo del corso d'acqua.

Conseguentemente con l'opera in progetto non si hanno aumenti del rischio idraulico e le prescrizioni sopra riportate vengono soddisfatte. Si renderà necessario invece intervenire con lo scavo in un periodo asciutto ed effettuare, in fase esecutiva, una campagna di indagini geofisiche per la valutazione delle amplificazioni sismiche locali in corrispondenza della stazione di sollevamento. Nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti dovranno essere effettuate adeguate indagini geognostiche e geotecniche, finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Per gli interventi che ricadono negli ambiti dei corsi d'acqua interessati sarà necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

Le condutture dovranno garantire l'assenza di perdite ai fini del possibile inquinamento della falda acquifera. A seguito delle indagini geognostiche puntuali si potranno avere informazioni maggiori circa la copertura e la profondità della falda.

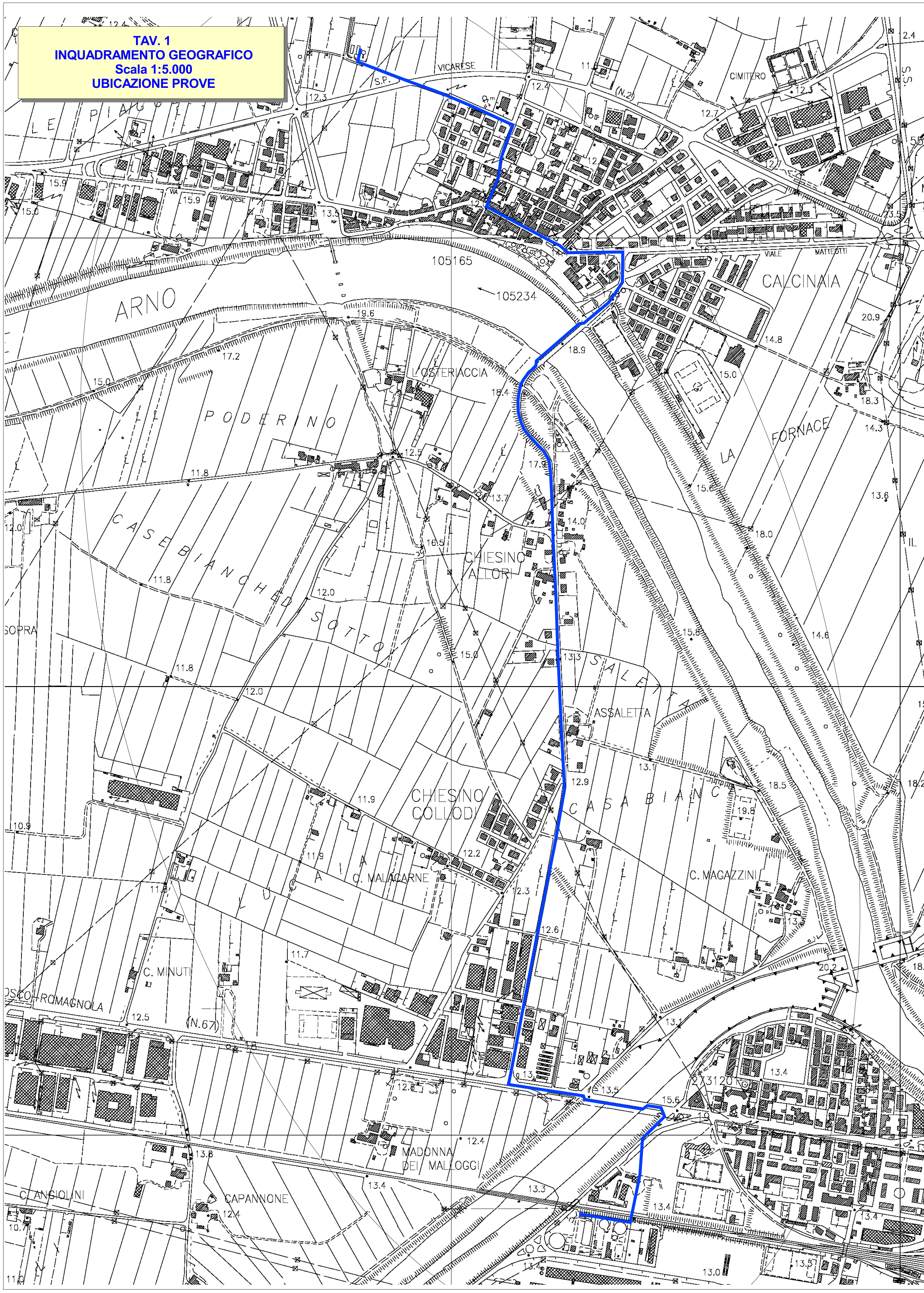
L'intervento previsto risulta fattibile con le prescrizioni descritte nella relazione, il progetto dovrà quindi conformarsi al dettato del quadro normativo sopraelencato utilizzando le soluzioni tecnico-costruttive e i percorsi autorizzativi coerenti col quadro di vincoli e prescrizioni gravanti sul sito. Inoltre andranno rispettate le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- l'attraversamento del Canale Scolmatore dell'Arno previsto tramite staffatura della tubazione al manufatto esistente, non dovrà comportare una diminuzione della luce dell'opera di attraversamento del canale; lo stesso dovrà essere osservato per l'attraversamento del Fiume Arno. Occorrerà comunque richiedere preventiva autorizzazione all'ente competente ai sensi del R.D. 523/1904;
- ovunque è presente una falda molto superficiale. Da ciò deriva l'opportunità di eseguire i lavori in un periodo stagionale asciutto in modo da limitare l'afflusso d'acqua negli scavi e possibili ristagni;
- si segnala la necessità di prevedere opere provvisorie di sostegno delle pareti di scavo e l'adozione di fill-crete per il riempimento degli stessi nei tratti sotto strada asfaltata;
- anche nei casi più semplici individuati lungo il percorso sarà necessario procedere allo scavo per tratti di limitata estensione e provvedere al loro riempimento in tempi brevi per evitare il decadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni che costituiscono le pareti di scavo, con possibili ripercussioni su eventuali manufatti presenti al contorno;
- data la superficialità della falda e i livelli medio-alti di vulnerabilità idrogeologica, le condutture dovranno garantire l'assenza di perdite;
- in merito alle stazioni di sollevamento, la modesta porzione che sposterà al di sopra del piano campagna dovrà essere compensata con un volume di scavo pari al volume sottratto alla libera espansione delle acque, per garantire il non aggravio del rischio idraulico nei territori contermini;
- Sempre per le due stazioni di sollevamento, avendo le stesse profondità considerevoli di circa 5 m come quota di posa ed essendo le stesse ubicate nei pressi o di strutture esistenti (Depuratore attuale di Calcinaia) o nei pressi di viabilità importanti, quale la S.S. 1 Tosco Romagnola, gli scavi dovranno essere eseguiti con protezione degli scavi con palancole metalliche di spessore idoneo

Dott. Geol. Filippo Landini

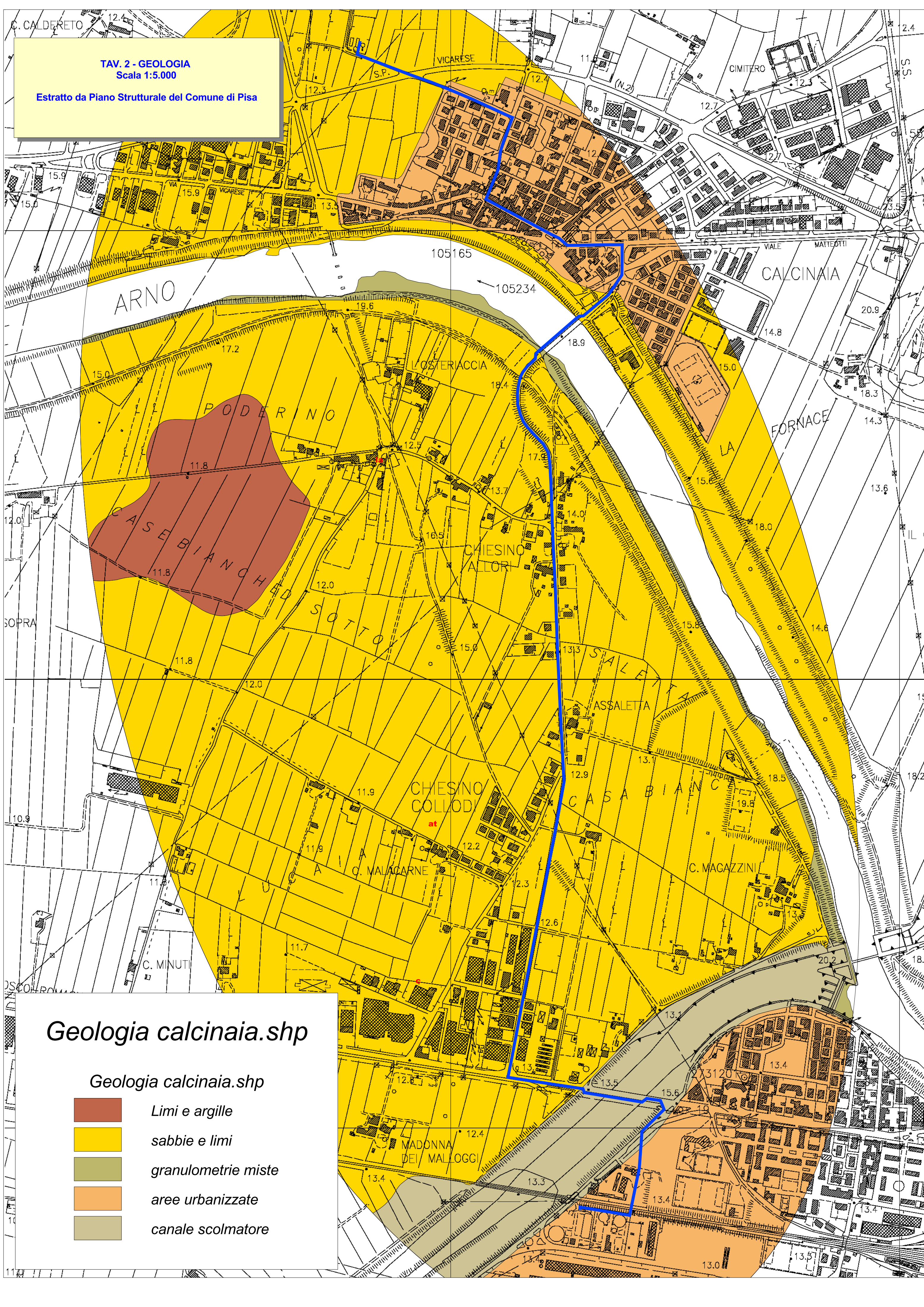
TAVOLE

TAV. 1
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
Scala 1:5.000
UBICAZIONE PROVE








TAV. 2 - GEOLOGIA
Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa



Geologia calcinaia.shp

Geologia calcinaia.shp

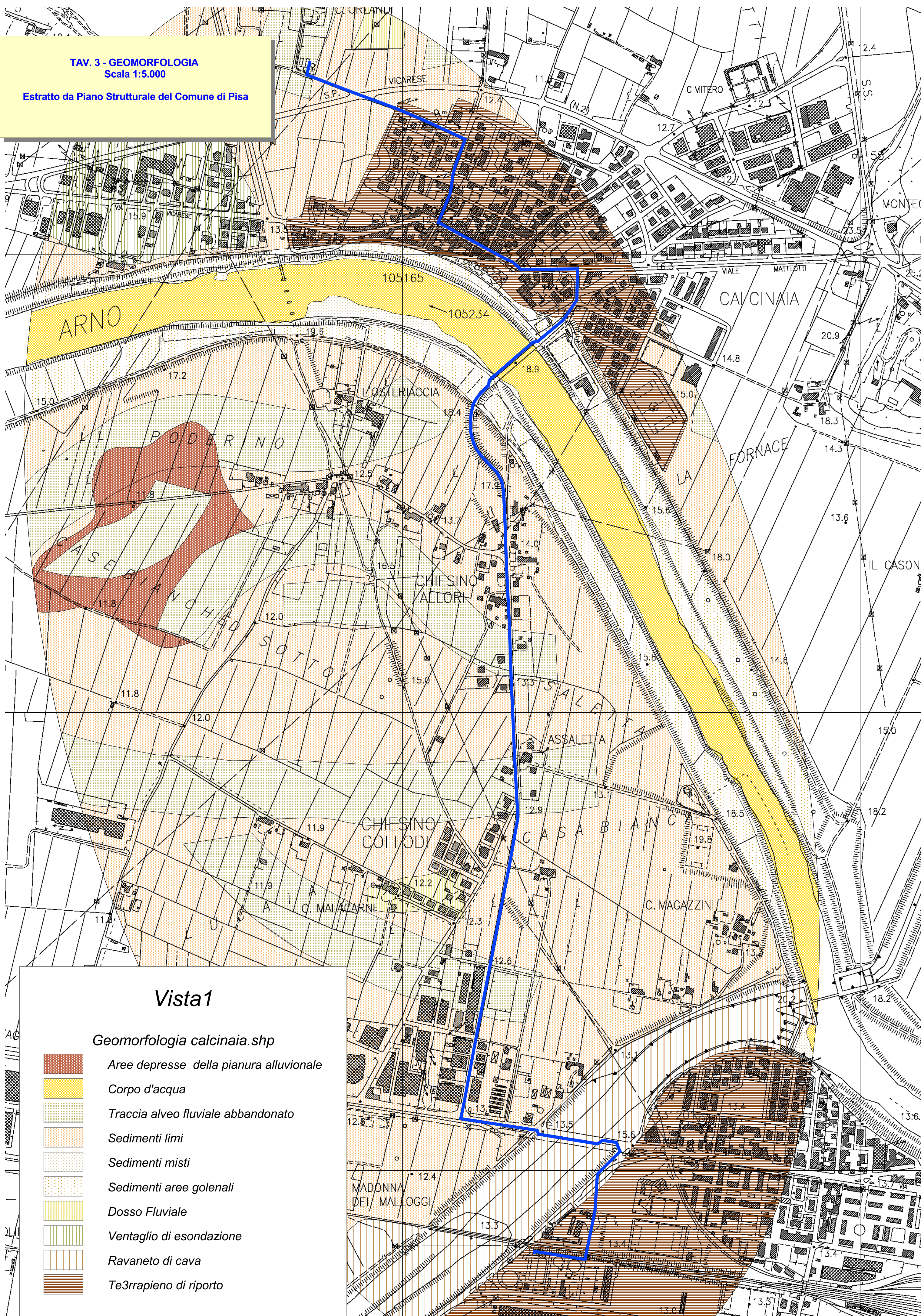
-  *Limi e argille*
-  *sabbie e limi*
-  *granulometrie miste*
-  *aree urbanizzate*
-  *canale scolmatore*

TAV. 3 - GEOMORFOLOGIA
Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa

TAV. 3 - GEOMORFOLOGIA
Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa



TAV. 4 - LITOLOGIA
Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa

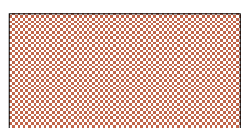
TAV. 4 - PERMEABILITÀ
Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa

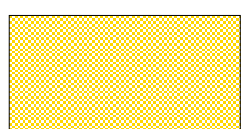
LEGENDA

Vista1

Regione.shp



LI4



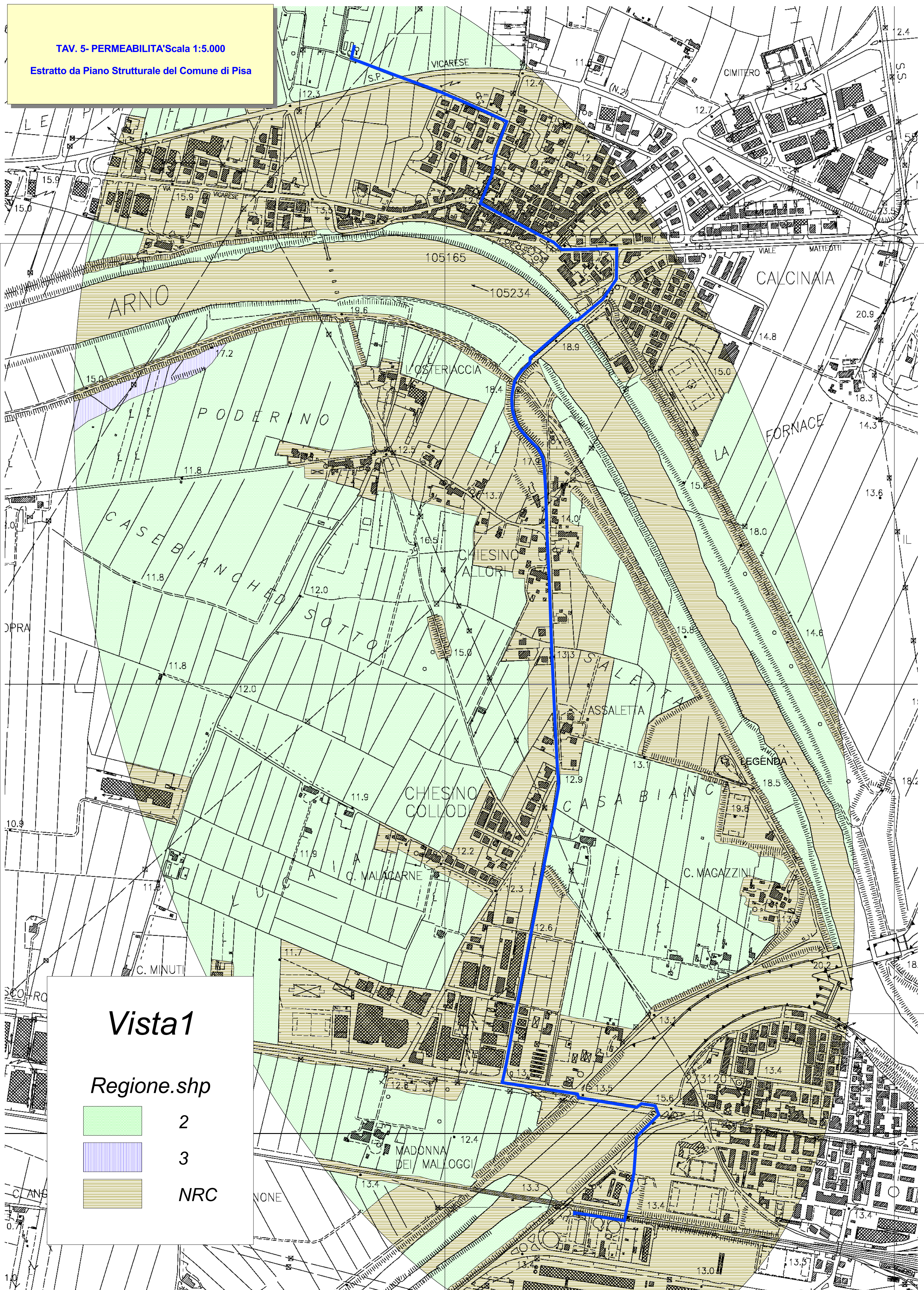
NRC

TAV. 5- PERMEABILITA'Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa

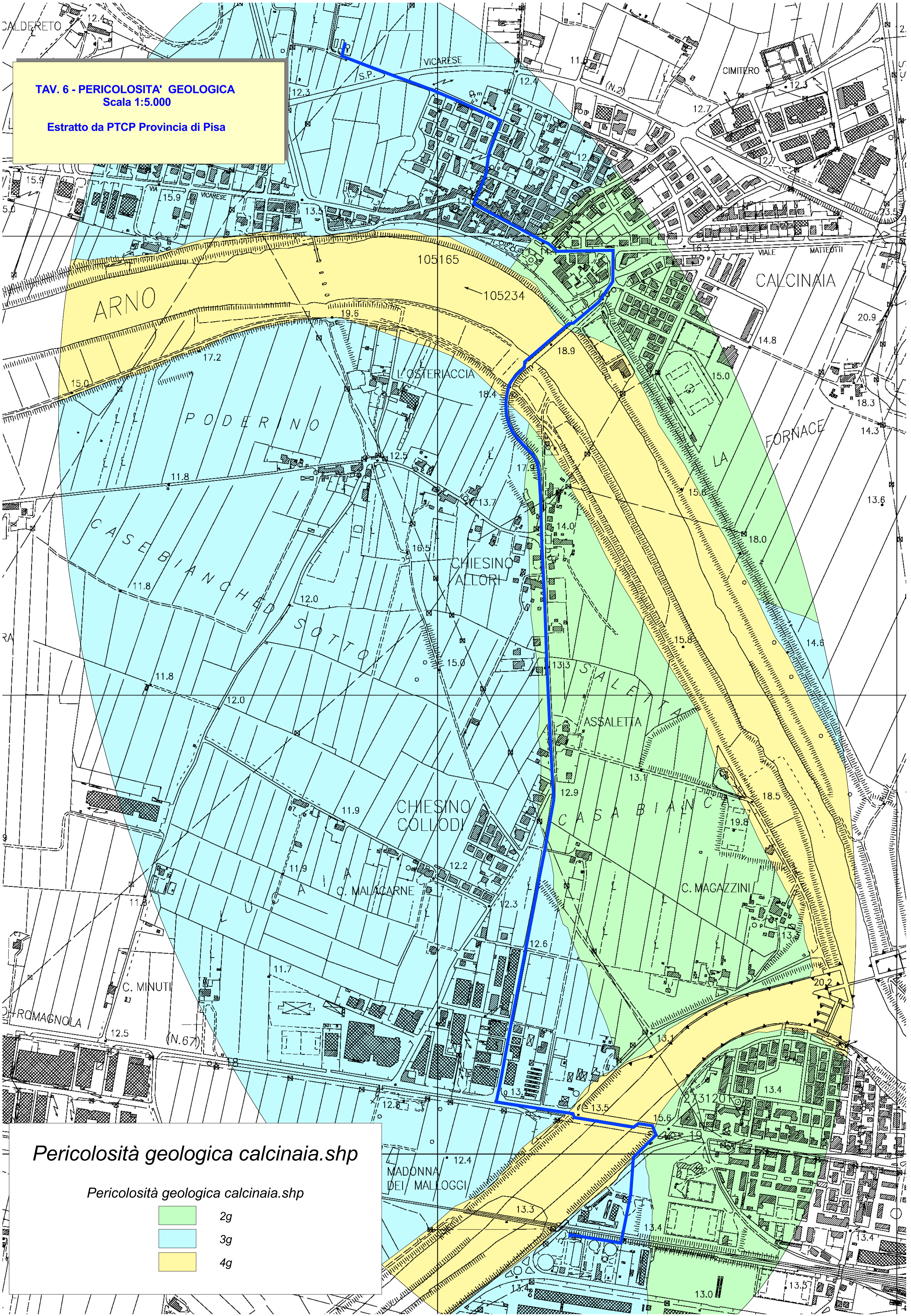
TAV. 5- PERMEABILITA'Scala 1:5.000

Estratto da Piano Strutturale del Comune di Pisa



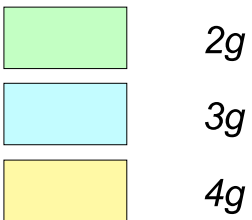
TAV. 6 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA
Scala 1:5.000

Estratto da PTCP Provincia di Pisa



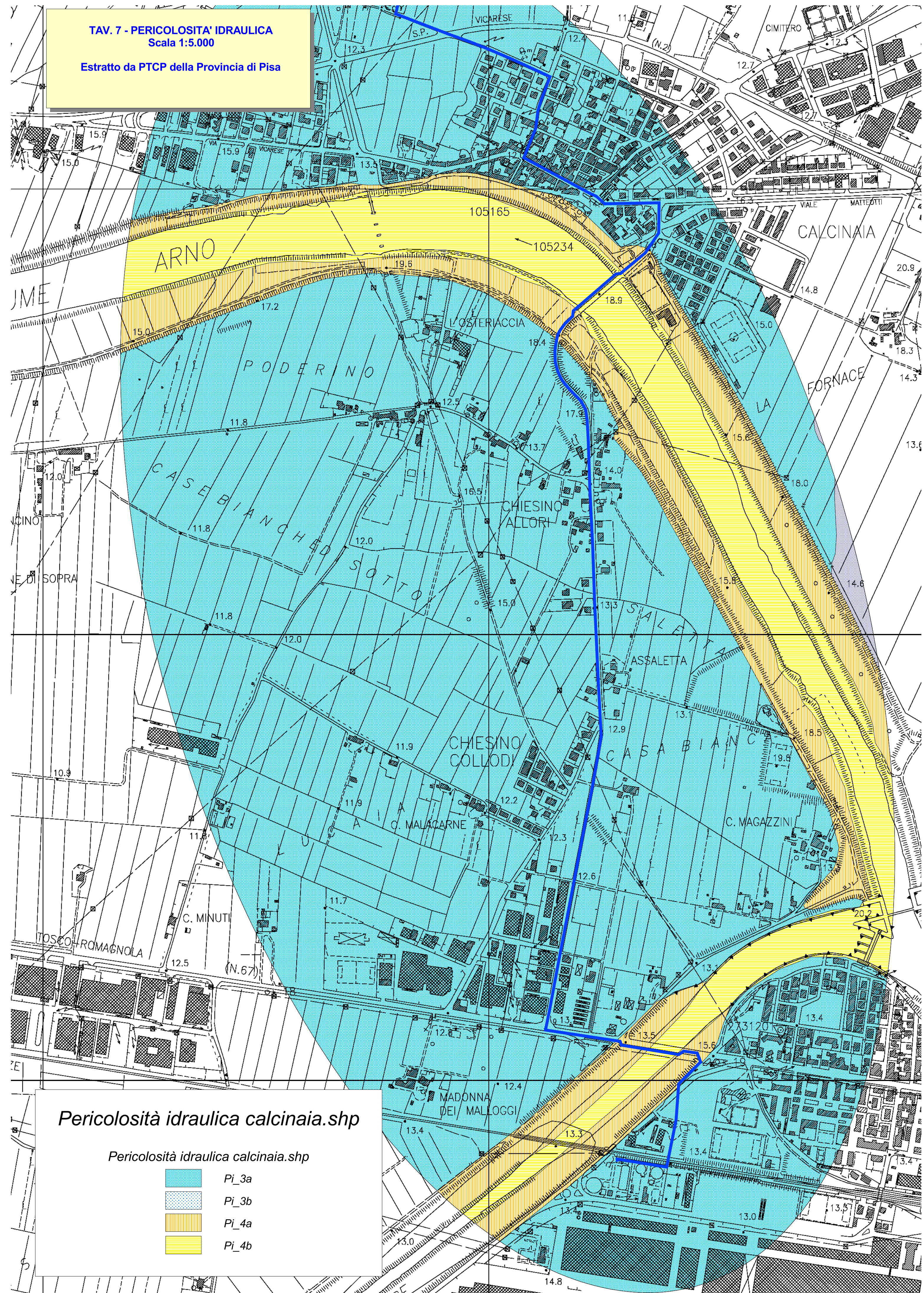
Pericolosità geologica calcinaia.shp

Pericolosità geologica calcinaia.shp



TAV. 7 - PERICOLOSITA' IDRAULICA
Scala 1:5.000

Estratto da PTCP della Provincia di Pisa



TAV. 8- VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA
Scala 1:5.000

Estratto da PTCP della Provincia di Pisa



PROVE PENETROMETRICHE



Azienda Certificata
ISO 9001:2008 N. IT12/0149
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e
geofisiche, ambientali, idrometriche"



RELAZIONE TECNICA

Committente: Ingegnerie
Toscane S.r.l.

Località: Calcinaia

Data Indagine: 12/02/2014

Codice lavoro: 140212a

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132 - 56017 - San Giuliano
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01966780502

Data elaborazione: 16/02/2014

GAIA Servizi S.n.c.
di Massimiliano Vannozzi & C.
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01966780502 N. REA PI - 145167

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Prova penetrometrica CPT1



Figura 2: Prova penetrometrica CPT2



Figura 3: Prova penetrometrica CPT3

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7$ mm - h = 133 mm - $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N $\approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t}$

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N $\approx 100 \text{ t}$

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa $\approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa $\approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

1 kg/cm² = 10 t/m² $\approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ MPa}$

1 t = 1000 kg $\approx 10 \text{ kN}$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:**

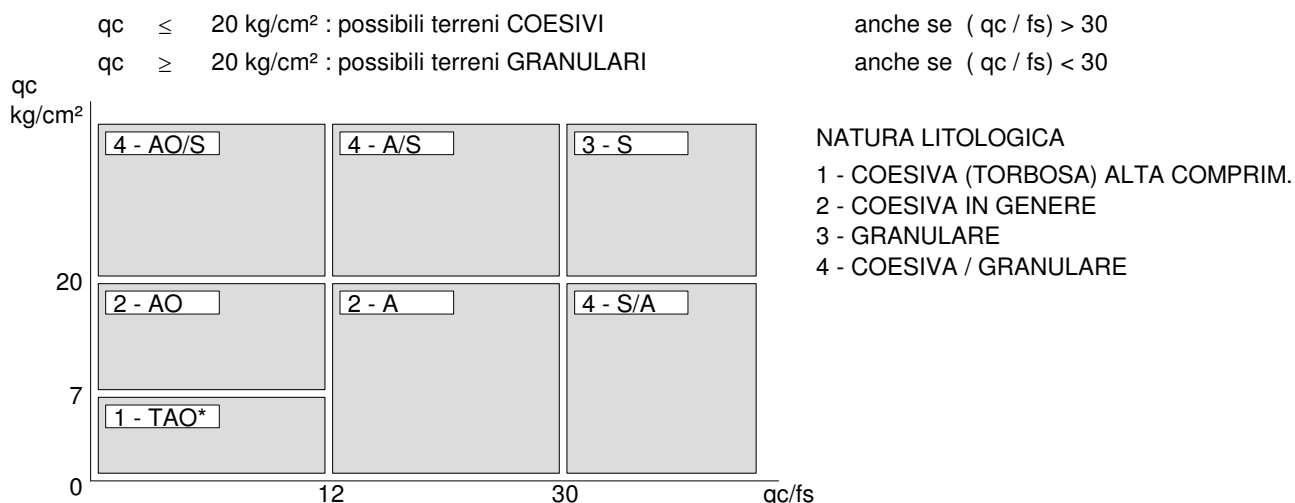
- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - q_c - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - q_c - σ'_{vo})

ϕ'_{Ca} - Caquot (1948)	ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
ϕ'_{DB} - De Beer (1965)	ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)	ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Yoshida Motonori 1988)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	riferimento	140212a
	certificato n°	038/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Pagina: 1	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Elaborato:	Falda: -0.80 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0.20	0.0	0	0	0.00	0.73	0									
0.40	24.0	35	0	24.00	1.60	15	6.7								
0.60	24.0	48	0	24.00	0.47	51	2.0								
0.80	22.0	29	0	22.00	0.20	110	0.9								
1.00	19.0	22	0	19.00	0.33	58	1.7								
1.20	16.0	21	0	16.00	0.47	34	2.9								
1.40	17.0	24	0	17.00	0.67	25	3.9								
1.60	13.0	23	0	13.00	0.20	65	1.5								
1.80	22.0	25	0	22.00	0.93	24	4.2								
2.00	12.0	26	0	12.00	0.33	36	2.8								
2.20	11.0	16	0	11.00	0.40	28	3.6								
2.40	13.0	19	0	13.00	0.53	25	4.1								
2.60	15.0	23	0	15.00	0.20	75	1.3								
2.80	19.0	22	0	19.00	0.20	95	1.1								
3.00	16.0	19	0	16.00	0.53	30	3.3								
3.20	9.0	15	0	9.00	0.40	23	4.4								
3.40	7.0	14	0	7.00	0.27	26	3.9								
3.60	6.0	10	0	6.00	0.27	22	4.5								
3.80	9.0	15	0	9.00	0.39	23	4.3								
4.00	10.0	17	0	10.00	0.40	25	4.0								
4.20	7.0	13	0	7.00	0.27	26	3.9								
4.40	12.0	16	0	12.00	0.13	92	1.1								
4.60	18.0	20	0	18.00	0.47	38	2.6								
4.80	9.0	16	0	9.00	0.27	33	3.0								
5.00	17.0	21	0	17.00	0.27	63	1.6								
5.20	30.0	34	0	30.00	0.20	150	0.7								
5.40	12.0	15	0	12.00	0.53	23	4.4								
5.60	6.0	14	0	6.00	0.27	22	4.5								
5.80	7.0	11	0	7.00	0.27	26	3.9								
6.00	7.0	11	0	7.00	0.33	21	4.7								
6.20	7.0	12	0	7.00	0.27	26	3.9								
6.40	7.0	11	0	7.00	0.27	26	3.9								
6.60	6.0	10	0	6.00	0.33	18	5.5								
6.80	5.0	10	0	5.00	0.20	25	4.0								
7.00	10.0	13	0	10.00	0.47	21	4.7								
7.20	8.0	15	0	8.00	0.13	62	1.6								
7.40	6.0	11	0	6.00	0.34	18	5.7								
7.60	6.0	11	0	6.00	0.31	19	5.2								
7.80	20.0	26	0	20.00	0.80	25	4.0								
8.00	8.0	20	0	8.00	0.47	17	5.9								
8.20	11.0	18	0	11.00	0.33	33	3.0								
8.40	28.0	33	0	28.00	0.20	140	0.7								
8.60	11.0	14	0	11.00	0.40	28	3.6								
8.80	16.0	22	0	16.00	0.27	59	1.7								
9.00	29.0	33	0	29.00	0.67	43	2.3								
9.20	10.0	19	0	10.00	0.57	18	5.7								
9.40	11.0	21	0	11.00	0.65	17	5.9								
9.60	11.0	24	0	11.00	0.60	18	5.5								
9.80	11.0	20	0	11.00	0.60	18	5.5								
10.00	9.0	18	0	9.00	0.00	18	0.0								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT
1

riferimento

140212a

certificato n°

038/14

 Committente: **Ingegnerie Toscane S.r.l.**

 Cantiere: **140212a**

 Località: **Calcinaia**

 U.M.: **kg/cm²**

 Scala: **1:50**

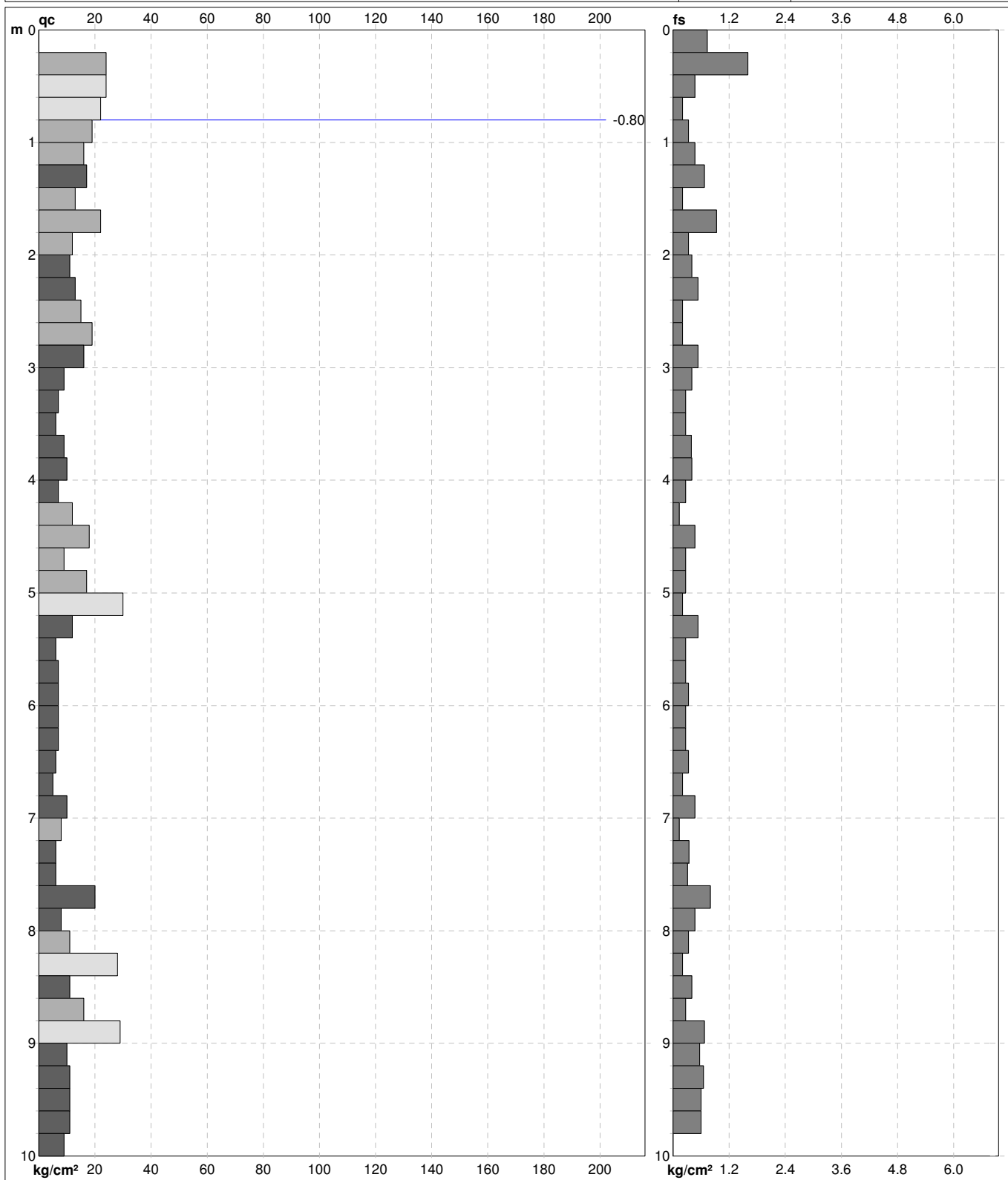
 Pagina: **1**

Laboratorio:

 Data esec.: **12/02/2014**

 Data certificato: **16/02/2014**

Quota inizio:

 Falda: **-0.80 m** da quota inizio

 Penetrometro: **TG63-200**
 Responsabile: **Geol. Jacopo Martini**
 Assistente:

 Preforo: **m**
 Corr.astine: **kg/ml**
 Cod. punta:

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
1

riferimento

140212a

certificato n°

038/14

 Committente: **Ingegnerie Toscane S.r.l.**

 Cantiere: **140212a**

 Località: **Calcinaia**

 U.M.: **kg/cm²**

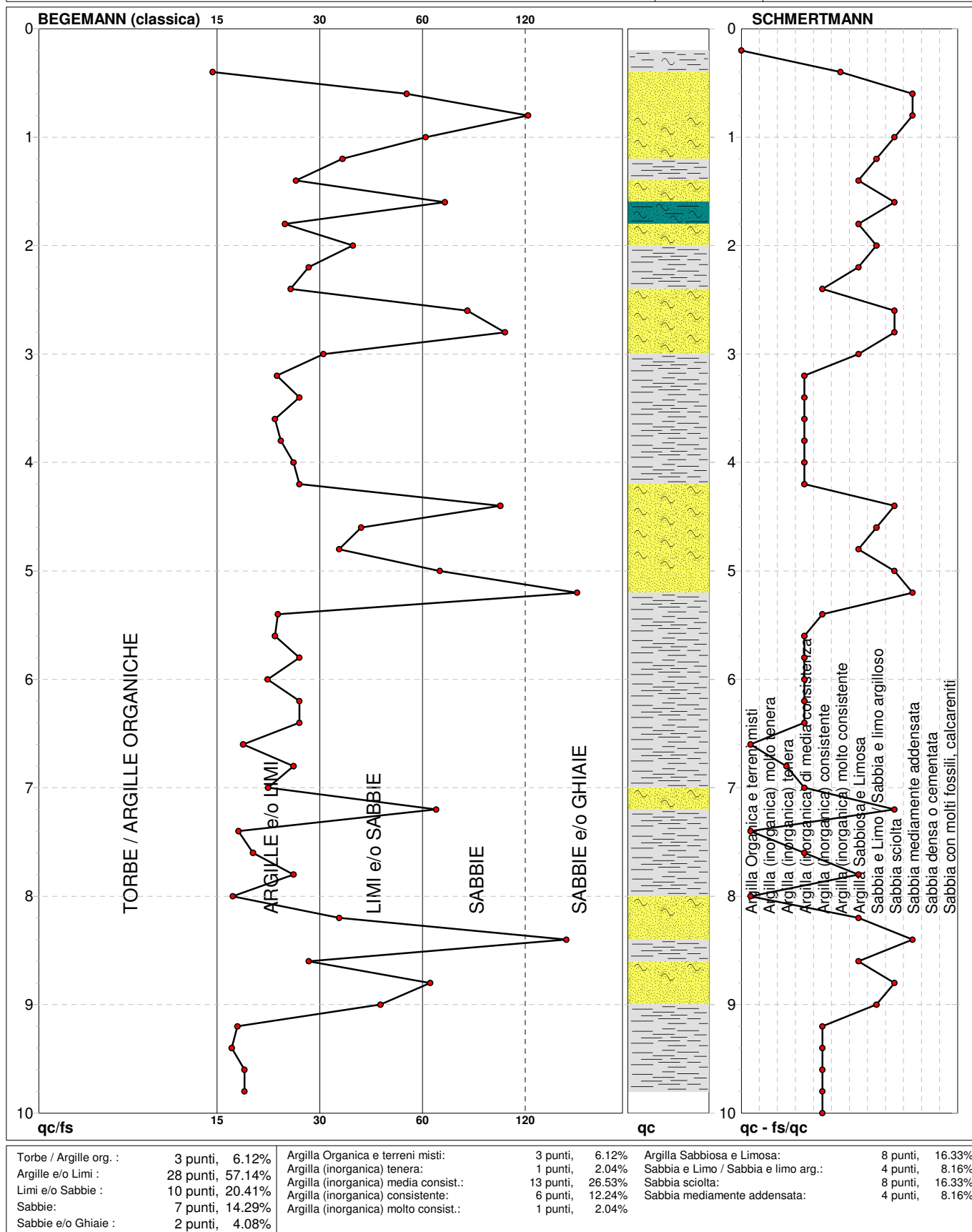
 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **12/02/2014**

 Data certificato: **16/02/2014**

 Falda: **-0.80 m** da quota inizio


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	1
	riferimento	140212a
	certificato n°	038/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Pagina: 1	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Elaborato:	Falda: -0.80 m da quota inizio

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} U.M.	Vs m/s	Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σ_{Sc} (°)	σ_{Ca} (°)	σ_{Ko} (°)	σ_{DB} (°)	σ_{DM} (°)	σ_{Me} (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	
0.20	--	--		1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	24.00	15.00	4	1.94	0.08	83	0.89	99.9	151.1	226.7	72.0	86	40	38	36	33	42	28	--	40.0	60.0	72.0	
0.60	24.00	51.06	3	1.86	0.11	88	--	--	--	--	--	76	39	36	34	31	40	28	2.00	40.0	60.0	72.0	
0.80	22.00	110.00	3	0.86	0.13	89	--	--	--	--	--	70	38	35	32	30	39	28	--	36.7	55.0	66.0	
1.00	19.00	57.58	4	0.92	0.15	87	0.78	49.6	131.8	197.8	58.1	61	37	34	31	29	38	27	--	31.7	47.5	57.0	
1.20	16.00	34.04	4	0.90	0.17	84	0.70	37.5	118.3	177.4	51.8	53	35	32	30	28	37	27	--	26.7	40.0	48.0	
1.40	17.00	25.37	2	0.97	0.19	85	0.72	34.3	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.60	13.00	65.00	4	0.88	0.20	80	0.60	24.5	102.8	154.2	46.5	41	34	30	27	26	34	26	--	21.7	32.5	39.0	
1.80	22.00	23.66	4	0.93	0.22	96	0.85	33.4	143.8	215.8	66.0	57	36	33	30	28	37	28	--	36.7	55.0	66.0	
2.00	12.00	36.36	4	0.88	0.24	82	0.57	18.6	97.1	145.7	44.6	34	33	29	26	25	33	26	--	20.0	30.0	36.0	
2.20	11.00	27.50	2	0.91	0.26	83	0.54	15.7	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.40	13.00	24.53	2	0.93	0.28	83	0.60	16.7	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.60	15.00	75.00	4	0.89	0.29	90	0.67	17.4	113.3	170.0	49.5	37	33	29	26	25	33	27	--	25.0	37.5	45.0	
2.80	19.00	95.00	4	0.92	0.31	96	0.78	19.5	131.8	197.8	58.1	43	34	30	27	25	34	27	--	31.7	47.5	57.0	
3.00	16.00	30.19	4	0.90	0.33	92	0.70	15.9	118.3	177.4	51.8	36	33	29	26	24	33	27	--	26.7	40.0	48.0	
3.20	9.00	22.50	2	0.88	0.35	78	0.45	8.6	82.6	123.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.40	7.00	25.93	2	0.84	0.37	78	0.35	6.0	96.9	145.3	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.60	6.00	22.22	2	0.82	0.38	79	0.30	4.6	106.2	159.3	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	9.00	23.08	2	0.88	0.40	79	0.45	7.3	98.7	148.0	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.00	10.00	25.00	2	0.90	0.42	80	0.50	7.9	100.6	150.9	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	7.00	25.93	2	0.84	0.43	80	0.35	4.8	120.4	180.6	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.40	12.00	92.31	4	0.88	0.45	89	0.57	8.4	107.3	160.9	44.6	19	31	26	23	22	30	26	--	20.0	30.0	36.0	
4.60	18.00	38.30	4	0.91	0.47	97	0.75	11.3	127.5	191.3	56.2	31	32	28	25	23	32	27	--	30.0	45.0	54.0	
4.80	9.00	33.33	4	0.85	0.49	82	0.45	5.7	130.8	196.2	37.8	7	29	24	21	20	28	26	--	15.0	22.5	27.0	
5.00	17.00	62.96	4	0.91	0.50	98	0.72	9.8	123.3	184.9	54.1	28	32	27	24	23	31	27	--	28.3	42.5	51.0	
5.20	30.00	150.00	3	0.88	0.52	117	--	--	--	--	--	46	35	30	27	25	34	29	--	50.0	75.0	90.0	
5.40	12.00	22.64	2	0.92	0.54	92	0.57	6.7	137.7	206.5	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	6.00	22.22	2	0.82	0.56	83	0.30	2.9	150.5	225.7	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.80	7.00	25.93	2	0.84	0.57	84	0.35	3.4	161.3	241.9	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	7.00	21.21	2	0.84	0.59	84	0.35	3.3	165.0	247.5	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	7.00	25.93	2	0.84	0.61	84	0.35	3.2	168.3	252.5	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	7.00	25.93	2	0.84	0.62	85	0.35	3.0	171.4	257.1	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	6.00	18.18	2	0.82	0.64	85	0.30	2.4	160.4	240.5	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.80	5.00	25.00	2	0.80	0.66	72	0.25	1.9	141.6	212.4	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.00	10.00	21.28	2	0.90	0.67	85	0.50	4.3	188.5	282.7	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.20	8.00	61.54	4	0.84	0.69	86	0.40	3.2	191.9	287.8	35.2	--	28	22	19	18	25	26	--	13.3	20.0	24.0	
7.40	6.00	17.65	2	0.82	0.71	86	0.30	2.1	165.6	248.4	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	6.00	19.35	2	0.82	0.72	86	0.30	2.1	166.6	249.9	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.80	20.00	25.00	4	0.93	0.74	109	0.80	6.9	187.5	281.3	60.0	24	31	26	23	22	30	27	--	33.3	50.0	60.0	
8.00	8.00	17.02	2	0.86	0.76	87	0.40	2.8	203.1	304.7	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.20	11.00	33.33	4	0.87	0.78	96	0.54	3.9	217.5	326.3	42.5	2	28	23	20	19	26	26	--	18.3	27.5	33.0	
8.40	28.00	140.00	3	0.87	0.79	120	--	--	--	--	--	34	33	27	24	23	31	28	--	46.7	70.0	84.0	
8.60	11.00	27.50	2	0.91	0.81	97	0.54	3.7	229.3	344.0	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.80	16.00	59.26	4	0.90	0.83	105	0.70	5.0	229.2	343.8	51.8	14	30	24	21	20	28	27	--	26.7	40.0	48.0	
9.00	29.00	43.28	3	0.87	0.85	121	--	--	--	--	--	33	33	27	24	23	31	29	--	48.3	72.5	87.0	
9.20	10.00	17.54	2	0.90	0.87	88	0.50	3.2	240.2	360.3	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	11.00	16.92	2	0.91	0.88	98	0.54	3.4	248.3	372.5	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	11.00	18.33	2	0.91	0.90	99	0.54	3.3	252.3	378.5	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	11.00	18.33	2	0.91	0.92	99	0.54	3.2	256.1	384.1	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.00	9.00	--	3	0.82	0.94	89	--	--	--	--	--	--	28	21	18	17	25	26	--	15.0	22.5	27.0	

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI						CPT		2	
						riferimento		140212a	
						certificato n°		039/14	
Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l. Cantiere: 140212a Località: Calcinaia						U.M.: kg/cm² Pagina: 1 Elaborato:		Data esec.: 12/02/2014 Data certificato: 16/02/2014 Falda: -0.20 m da quota inizio	

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0.20	0.0	0	0	0.00	0.33	0									
0.40	25.0	30	0	25.00	0.87	29	3.5								
0.60	15.0	28	0	15.00	0.20	75	1.3								
0.80	14.0	17	0	14.00	0.33	42	2.4								
1.00	10.0	15	0	10.00	0.33	30	3.3								
1.20	14.0	19	0	14.00	0.73	19	5.2								
1.40	11.0	22	0	11.00	0.47	23	4.3								
1.60	9.0	16	0	9.00	0.33	27	3.7								
1.80	11.0	16	0	11.00	0.60	18	5.5								
2.00	14.0	23	0	14.00	0.73	19	5.2								
2.20	16.0	27	0	16.00	0.67	24	4.2								
2.40	12.0	22	0	12.00	0.66	18	5.5								
2.60	13.0	26	0	13.00	0.33	39	2.5								
2.80	11.0	16	0	11.00	0.20	55	1.8								
3.00	18.0	21	0	18.00	0.47	38	2.6								
3.20	12.0	19	0	12.00	0.40	30	3.3								
3.40	13.0	19	0	13.00	0.47	28	3.6								
3.60	11.0	18	0	11.00	0.40	28	3.6								
3.80	12.0	18	0	12.00	0.40	30	3.3								
4.00	13.0	19	0	13.00	0.47	28	3.6								
4.20	9.0	16	0	9.00	0.33	27	3.7								
4.40	8.0	13	0	8.00	0.47	17	5.9								
4.60	9.0	16	0	9.00	0.33	27	3.7								
4.80	12.0	17	0	12.00	0.67	18	5.6								
5.00	14.0	24	0	14.00	0.67	21	4.8								
5.20	15.0	25	0	15.00	0.80	19	5.3								
5.40	11.0	23	0	11.00	0.60	18	5.5								
5.60	11.0	20	0	11.00	0.33	33	3.0								
5.80	12.0	17	0	12.00	0.47	26	3.9								
6.00	11.0	18	0	11.00	0.53	21	4.8								
6.20	11.0	19	0	11.00	0.47	23	4.3								
6.40	11.0	18	0	11.00	0.53	21	4.8								
6.60	10.0	18	0	10.00	0.56	18	5.6								
6.80	14.0	24	0	14.00	0.60	23	4.3								
7.00	14.0	23	0	14.00	0.60	23	4.3								
7.20	12.0	21	0	12.00	0.60	20	5.0								
7.40	11.0	20	0	11.00	0.57	19	5.2								
7.60	31.0	44	0	31.00	0.53	58	1.7								
7.80	12.0	20	0	12.00	0.40	30	3.3								
8.00	11.0	17	0	11.00	0.27	41	2.5								
8.20	15.0	19	0	15.00	0.40	38	2.7								
8.40	11.0	17	0	11.00	0.27	41	2.5								
8.60	14.0	18	0	14.00	0.20	70	1.4								
8.80	15.0	18	0	15.00	0.20	75	1.3								
9.00	10.0	13	0	10.00	0.13	77	1.3								
9.20	15.0	20	0	15.00	0.33	45	2.2								
9.40	10.0	23	0	10.00	0.13	77	1.3								
9.60	13.0	15	0	13.00	0.53	25	4.1								
9.80	9.0	17	0	9.00	0.52	17	5.8								
10.00	9.0	18	0	9.00	0.00	17	0.0								

H = profondità L1 = prima lettura (punta) L2 = seconda lettura (punta + laterale) Lt = terza lettura (totale) CT = 10.00 costante di trasformazione	qc = resistenza di punta fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc F = rapporto Begemann (qc / fs) Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100
---	---

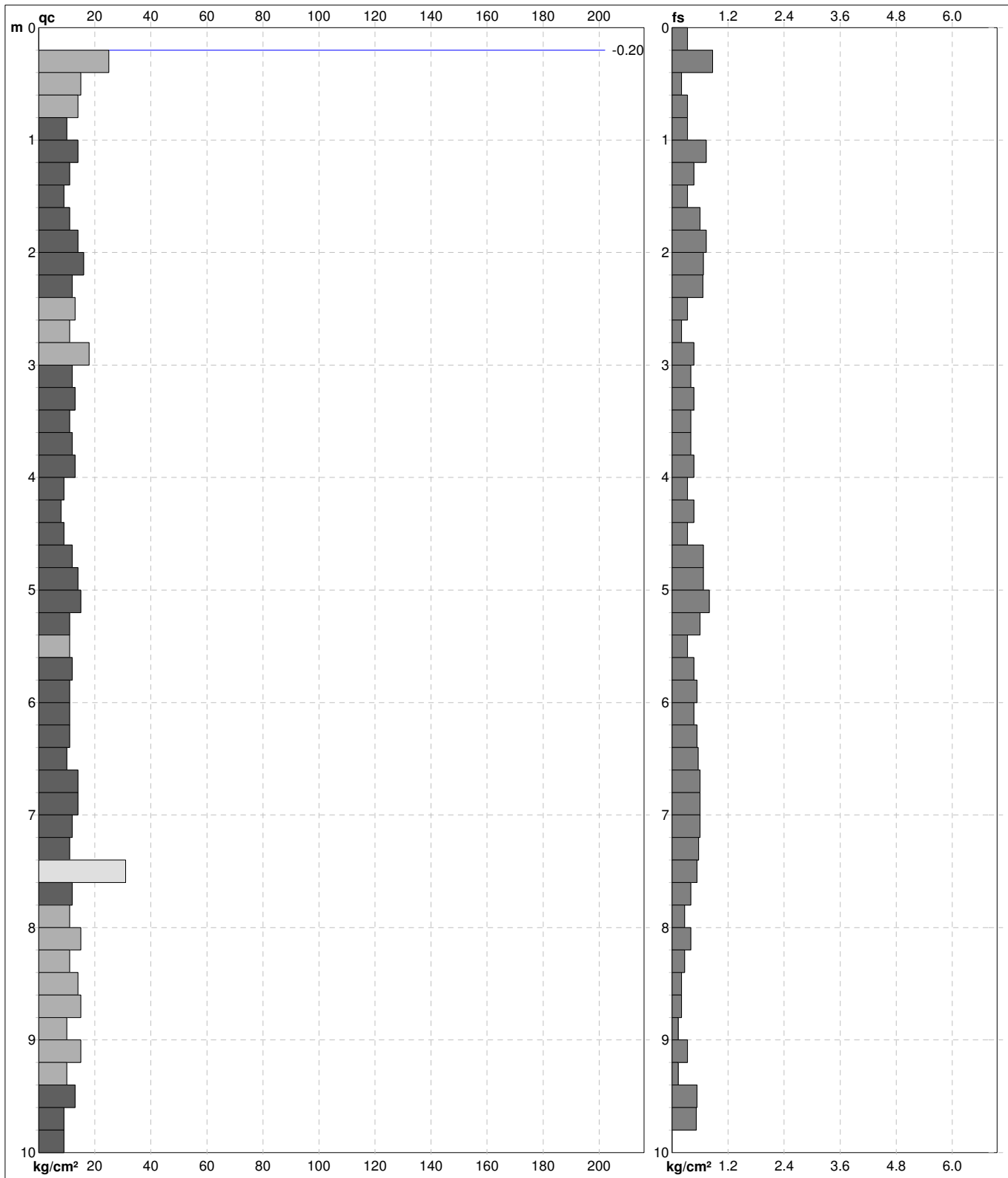
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820	FON059
--	--------

GAIA Servizi S.n.c. - Via Lenin, 132 - 56017San Giuliano Terme (PI) - Tel/Fax 050 9910582 - p.iva 01667250508

Pagina 11 di 18

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA	CPT	2
	riferimento	140212a
	certificato n°	039/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l. Cantiere: 140212a Località: Calcinaia	U.M.: kg/cm² Scala: 1:50 Pagina: 1 Elaborato:	Data esec.: 12/02/2014 Data certificato: 16/02/2014 Quota inizio: Falda: -0.20 m da quota inizio
---	---	--



	Penetrometro: TG63-200 Responsabile: Geol. Jacopo Martini Assistente:	Preforo: m Corr.astine: kg/ml Cod. punta:
--	---	---

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	2
	riferimento	140212a
	certificato n°	039/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Pagina: 1	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Elaborato:	Falda: -0.20 m da quota inizio

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} U.M.	Vs m/s	Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	ϕ_{Sc} (°)	ϕ_{Ca} (°)	ϕ_{Ko} (°)	ϕ_{DB} (°)	ϕ_{DM} (°)	ϕ_{Me} (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
0.20	--	--	?	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	25.00	28.74	4	0.94	0.06	79	0.91	99.9	154.5	231.8	75.0	95	41	40	38	35	43	28	--	41.7	62.5	75.0
0.60	15.00	75.00	4	0.89	0.07	75	0.67	98.3	113.3	170.0	49.5	70	38	36	33	31	40	27	--	25.0	37.5	45.0
0.80	14.00	42.42	4	0.89	0.09	77	0.64	70.9	108.2	162.3	48.2	63	37	35	32	30	39	26	--	23.3	35.0	42.0
1.00	10.00	30.30	4	0.86	0.11	66	0.50	42.2	85.0	127.5	40.0	47	35	32	29	27	37	26	--	16.7	25.0	30.0
1.20	14.00	19.18	2	0.94	0.13	80	0.64	46.8	108.2	162.3	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	11.00	23.40	2	0.91	0.15	76	0.54	32.0	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	9.00	27.27	2	0.88	0.16	70	0.45	22.3	76.5	114.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	11.00	18.33	2	0.91	0.18	79	0.54	24.3	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	14.00	19.18	2	0.94	0.20	86	0.64	26.6	108.2	162.3	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	16.00	23.88	2	0.96	0.22	87	0.70	26.5	118.3	177.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	12.00	18.18	2	0.92	0.24	82	0.57	18.8	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	13.00	39.39	4	0.88	0.26	83	0.60	18.4	102.8	154.2	46.5	35	33	29	26	25	33	26	--	21.7	32.5	39.0
2.80	11.00	55.00	4	0.87	0.27	83	0.54	14.6	91.2	136.8	42.5	28	32	28	25	23	32	26	--	18.3	27.5	33.0
3.00	18.00	38.30	4	0.91	0.29	90	0.75	20.5	127.5	191.3	56.2	43	34	30	27	26	34	27	--	30.0	45.0	54.0
3.20	12.00	30.00	4	0.88	0.31	85	0.57	13.6	97.1	145.7	44.6	28	32	28	25	23	32	26	--	20.0	30.0	36.0
3.40	13.00	27.66	2	0.93	0.33	85	0.60	13.5	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	11.00	27.50	2	0.91	0.35	86	0.54	10.9	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	12.00	30.00	4	0.88	0.36	87	0.57	11.1	97.1	145.7	44.6	24	31	27	24	23	31	26	--	20.0	30.0	36.0
4.00	13.00	27.66	2	0.93	0.38	87	0.60	11.2	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	9.00	27.27	2	0.88	0.40	79	0.45	7.3	98.7	148.1	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	8.00	17.02	2	0.86	0.42	80	0.40	6.0	110.4	165.6	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	9.00	27.27	2	0.88	0.43	80	0.45	6.6	111.5	167.2	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	12.00	17.91	2	0.92	0.45	89	0.57	8.4	107.6	161.3	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.00	14.00	20.90	2	0.94	0.47	97	0.64	9.1	112.0	168.0	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.20	15.00	18.75	2	0.95	0.49	97	0.67	9.2	116.7	175.0	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.40	11.00	18.33	2	0.91	0.51	91	0.54	6.7	129.6	194.3	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	11.00	33.33	4	0.87	0.53	91	0.54	6.4	136.0	204.0	42.5	12	30	25	22	20	28	26	--	18.3	27.5	33.0
5.80	12.00	25.53	2	0.92	0.54	92	0.57	6.7	139.0	208.5	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.00	11.00	20.75	2	0.91	0.56	92	0.54	5.9	149.5	224.2	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	11.00	23.40	2	0.91	0.58	93	0.54	5.7	156.0	234.1	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	11.00	20.75	2	0.91	0.60	93	0.54	5.5	162.5	243.7	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.60	10.00	17.86	2	0.90	0.62	84	0.50	4.8	171.0	256.6	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	14.00	23.33	2	0.94	0.64	101	0.64	6.3	165.7	248.6	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.00	14.00	23.33	2	0.94	0.65	101	0.64	6.1	172.7	259.0	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.20	12.00	20.00	2	0.92	0.67	95	0.57	5.1	185.0	277.5	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	11.00	19.30	2	0.91	0.69	95	0.54	4.6	192.6	288.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	31.00	58.49	3	0.88	0.71	108	--	--	--	--	--	40	34	29	25	24	32	29	--	51.7	77.5	93.0
7.80	12.00	30.00	4	0.88	0.73	96	0.57	4.7	202.0	303.1	44.6	7	29	24	20	19	27	26	--	20.0	30.0	36.0
8.00	11.00	40.74	4	0.87	0.74	96	0.54	4.2	207.6	311.5	42.5	3	28	23	20	19	26	26	--	18.3	27.5	33.0
8.20	15.00	37.50	4	0.89	0.76	103	0.67	5.3	207.9	311.8	49.5	13	30	25	21	20	28	27	--	25.0	37.5	45.0
8.40	11.00	40.74	4	0.87	0.78	96	0.54	3.9	218.0	327.0	42.5	2	28	23	20	19	26	26	--	18.3	27.5	33.0
8.60	14.00	70.00	4	0.89	0.80	104	0.64	4.7	221.3	331.9	48.2	10	29	24	21	20	27	26	--	23.3	35.0	42.0
8.80	15.00	75.00	4	0.89	0.81	104	0.67	4.9	225.5	338.2	49.5	12	30	24	21	20	28	27	--	25.0	37.5	45.0
9.00	10.00	76.92	4	0.86	0.83	88	0.50	3.3	233.0	349.5	40.0	--	28	22	19	18	25	26	--	16.7	25.0	30.0
9.20	15.00	45.45	4	0.89	0.85	105	0.67	4.6	236.5	354.7	49.5	11	30	24	21	20	27	27	--	25.0	37.5	45.0
9.40	10.00	76.92	4	0.86	0.87	88	0.50	3.2	240.3	360.4	40.0	--	28	22	19	18	25	26	--	16.7	25.0	30.0
9.60	13.00	24.53	2	0.93	0.89	98	0.60	3.9	248.4	372.6	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.80	9.00	17.31	2	0.88	0.90	89	0.45	2.6	234.6	351.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.00	9.00	--	3	0.82	0.92	89	--	--	--	--	--	--	28	21	18	17	25	26	--	15.0	22.5	27.0

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	3
	riferimento	140212a
	certificato n°	040/14

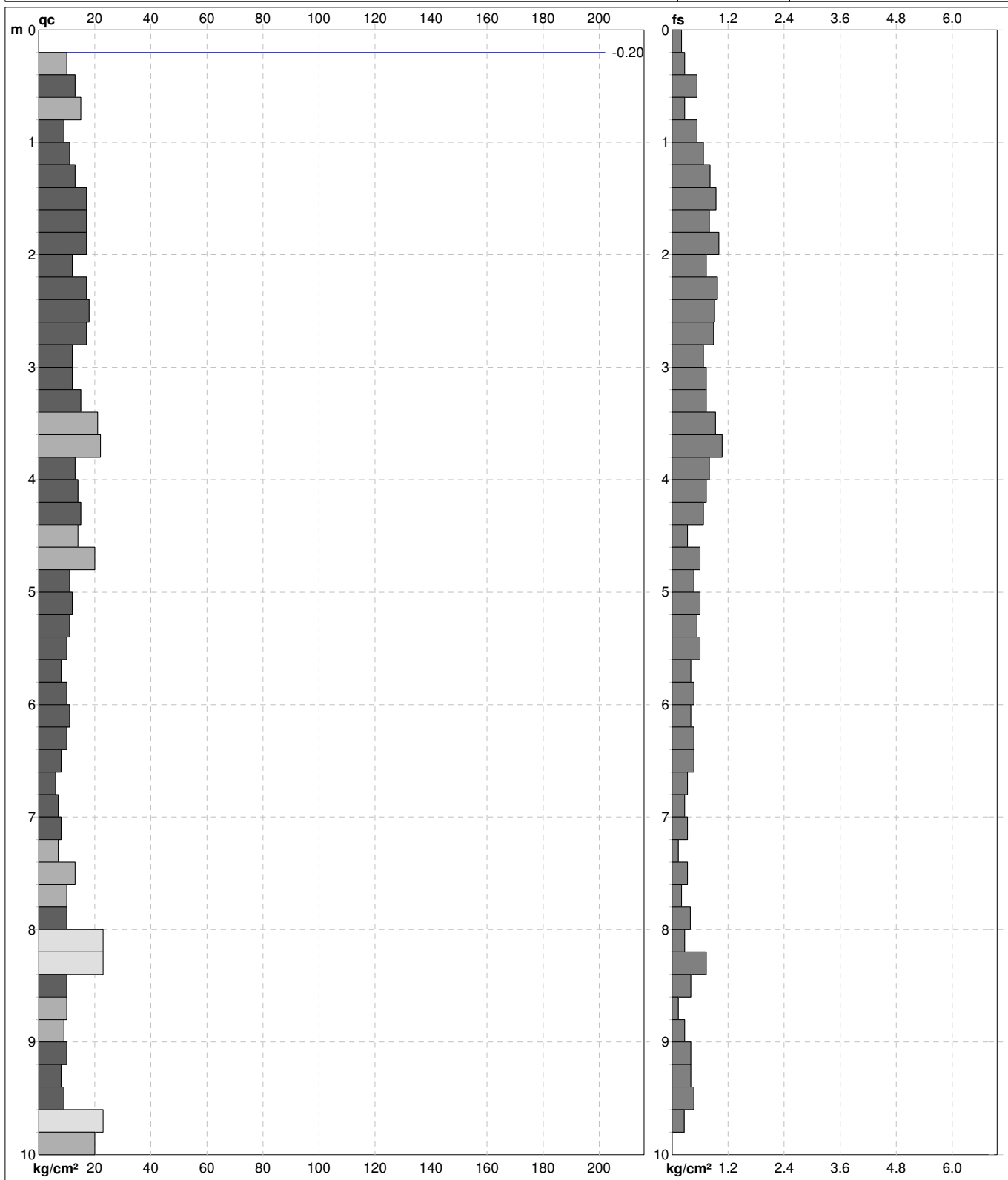
Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Pagina: 1	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Elaborato:	Falda: -0.20 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0.20	0.0	0	0	0.00	0.20	0									
0.40	10.0	13	0	10.00	0.27	37	2.7								
0.60	13.0	17	0	13.00	0.53	25	4.1								
0.80	15.0	23	0	15.00	0.27	56	1.8								
1.00	9.0	13	0	9.00	0.53	17	5.9								
1.20	11.0	19	0	11.00	0.67	16	6.1								
1.40	13.0	25	0	13.00	0.81	16	6.2								
1.60	17.0	31	0	17.00	0.94	18	5.5								
1.80	17.0	41	0	17.00	0.80	21	4.7								
2.00	17.0	29	0	17.00	1.00	17	5.9								
2.20	12.0	27	0	12.00	0.73	16	6.1								
2.40	17.0	31	0	17.00	0.97	18	5.7								
2.60	18.0	32	0	18.00	0.91	20	5.1								
2.80	17.0	30	0	17.00	0.89	19	5.2								
3.00	12.0	29	0	12.00	0.67	18	5.6								
3.20	12.0	22	0	12.00	0.73	16	6.1								
3.40	15.0	26	0	15.00	0.73	21	4.9								
3.60	21.0	32	0	21.00	0.93	23	4.4								
3.80	22.0	36	0	22.00	1.07	21	4.9								
4.00	13.0	29	0	13.00	0.80	16	6.2								
4.20	14.0	26	0	14.00	0.73	19	5.2								
4.40	15.0	26	0	15.00	0.67	22	4.5								
4.60	14.0	24	0	14.00	0.33	42	2.4								
4.80	20.0	25	0	20.00	0.60	33	3.0								
5.00	11.0	20	0	11.00	0.47	23	4.3								
5.20	12.0	19	0	12.00	0.60	20	5.0								
5.40	11.0	20	0	11.00	0.53	21	4.8								
5.60	10.0	18	0	10.00	0.60	17	6.0								
5.80	8.0	17	0	8.00	0.40	20	5.0								
6.00	10.0	16	0	10.00	0.47	21	4.7								
6.20	11.0	18	0	11.00	0.40	28	3.6								
6.40	10.0	16	0	10.00	0.47	21	4.7								
6.60	8.0	15	0	8.00	0.47	17	5.9								
6.80	6.0	13	0	6.00	0.33	18	5.5								
7.00	7.0	12	0	7.00	0.27	26	3.9								
7.20	8.0	12	0	8.00	0.33	24	4.1								
7.40	7.0	12	0	7.00	0.13	54	1.9								
7.60	13.0	15	0	13.00	0.33	39	2.5								
7.80	10.0	15	0	10.00	0.20	50	2.0								
8.00	10.0	16	0	10.00	0.39	26	3.9								
8.20	23.0	31	0	23.00	0.27	85	1.2								
8.40	23.0	27	0	23.00	0.73	32	3.2								
8.60	10.0	21	0	10.00	0.40	25	4.0								
8.80	10.0	16	0	10.00	0.13	77	1.3								
9.00	9.0	11	0	9.00	0.27	33	3.0								
9.20	10.0	14	0	10.00	0.40	25	4.0								
9.40	8.0	14	0	8.00	0.40	20	5.0								
9.60	9.0	15	0	9.00	0.47	19	5.2								
9.80	23.0	27	0	23.00	0.26	88	1.1								
10.00	20.0	23	0	20.00	0.00	88	0.0								

H = profondità	qc = resistenza di punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale calcolata
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10.00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA	CPT	3
	riferimento	140212a
	certificato n°	040/14

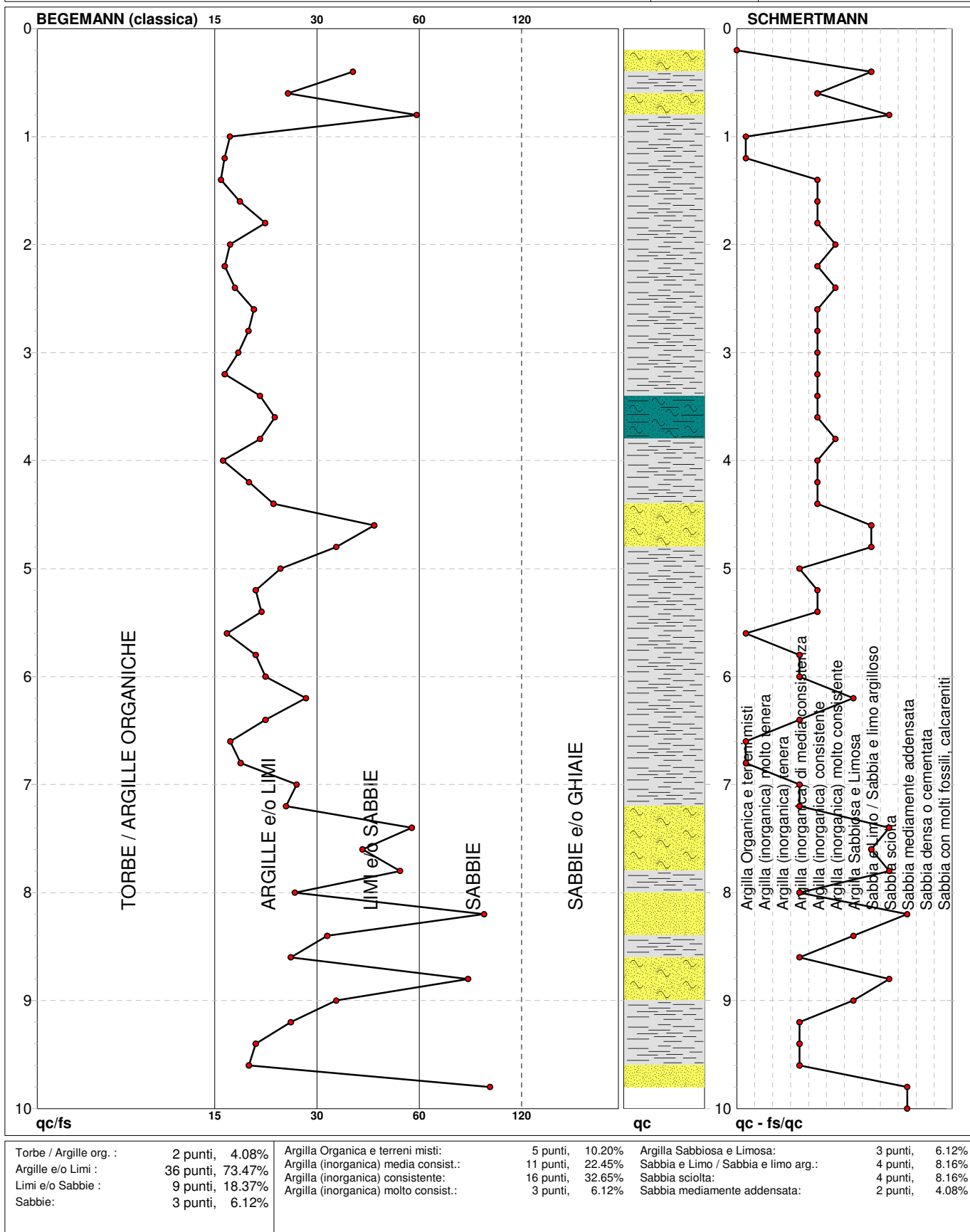
Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Scala: 1:50	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Pagina: 1	Quota inizio:
	Elaborato:	Falda: -0.20 m da quota inizio



Penetrometro: TG63-200	Preforo: m
Responsabile: Geol. Jacopo Martini	Corr.astine: kg/ml
Assistente:	Cod. punta:

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA	CPT	3
	riferimento	140212a
	certificato n°	040/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data eseg.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Scala: 1:50	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Pagina: 1	
	Elaborato:	Falda: -0.20 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	3
	riferimento	140212a
	certificato n°	040/14

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 12/02/2014
Cantiere: 140212a	Pagina: 1	Data certificato: 16/02/2014
Località: Calcinaia	Elaborato:	Falda: -0.20 m da quota inizio

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} U.M.	Vs m/s	Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	ϕ Sc (°)	ϕ Ca (°)	ϕ Ko (°)	ϕ DB (°)	ϕ DM (°)	ϕ Me (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
0.20	--	--	?	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	10.00	37.04	4	0.86	0.05	60	0.50	99.9	85.0	127.5	40.0	64	37	36	33	31	40	26	--	16.7	25.0	30.0
0.60	13.00	24.53	2	0.93	0.07	69	0.60	88.4	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	15.00	55.56	4	0.89	0.09	77	0.67	75.9	113.3	170.0	49.5	65	37	35	32	30	39	27	--	25.0	37.5	45.0
1.00	9.00	16.98	2	0.88	0.11	66	0.45	37.2	76.5	114.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	11.00	16.42	2	0.91	0.13	75	0.54	38.2	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	13.00	16.05	2	0.93	0.15	76	0.60	37.3	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	17.00	18.09	2	0.97	0.16	83	0.72	40.0	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	17.00	21.25	2	0.97	0.18	85	0.72	34.8	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	17.00	17.00	2	0.97	0.20	86	0.72	30.7	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	12.00	16.44	2	0.92	0.22	81	0.57	20.5	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	17.00	17.53	2	0.97	0.24	88	0.72	24.8	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	18.00	19.78	2	0.98	0.26	89	0.75	23.5	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	17.00	19.10	2	0.97	0.28	90	0.72	20.5	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	12.00	17.91	2	0.92	0.30	84	0.57	14.1	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	12.00	16.44	2	0.92	0.32	85	0.57	13.1	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	15.00	20.55	2	0.95	0.34	92	0.67	14.8	113.3	170.0	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	21.00	22.58	4	0.93	0.35	98	0.82	18.0	140.0	210.0	63.0	44	34	30	27	25	34	27	--	35.0	52.5	63.0
3.80	22.00	20.56	4	0.93	0.37	104	0.85	17.5	143.8	215.8	66.0	44	34	30	27	25	34	28	--	36.7	55.0	66.0
4.00	13.00	16.25	2	0.93	0.39	88	0.60	10.8	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	14.00	19.18	2	0.94	0.41	95	0.64	10.9	108.2	162.3	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	15.00	22.39	2	0.95	0.43	95	0.67	10.9	113.3	170.0	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	14.00	42.42	4	0.89	0.45	96	0.64	9.8	108.7	163.0	48.2	24	31	27	24	22	30	26	--	23.3	35.0	42.0
4.80	20.00	33.33	4	0.93	0.47	102	0.80	12.3	136.0	204.0	60.0	35	33	28	25	24	32	27	--	33.3	50.0	60.0
5.00	11.00	23.40	2	0.91	0.48	90	0.54	7.1	120.6	180.9	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.20	12.00	20.00	2	0.92	0.50	91	0.57	7.4	123.8	185.6	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.40	11.00	20.75	2	0.91	0.52	91	0.54	6.5	134.1	201.1	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	10.00	16.67	2	0.90	0.54	83	0.50	5.7	144.5	216.8	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.80	8.00	20.00	2	0.86	0.56	83	0.40	4.2	155.2	232.9	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.00	10.00	21.28	2	0.90	0.57	84	0.50	5.3	156.9	235.3	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	11.00	27.50	2	0.91	0.59	93	0.54	5.6	160.1	240.1	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	10.00	21.28	2	0.90	0.61	84	0.50	4.9	168.9	253.3	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.60	8.00	17.02	2	0.86	0.63	85	0.40	3.6	177.1	265.6	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	6.00	18.18	2	0.82	0.64	85	0.30	2.4	160.6	240.9	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.00	7.00	25.93	2	0.84	0.66	85	0.35	2.8	177.1	265.6	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.20	8.00	24.24	2	0.86	0.68	85	0.40	3.2	189.1	283.6	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	7.00	53.85	4	0.83	0.69	86	0.35	2.7	181.5	272.2	32.2	--	28	21	18	17	25	26	--	11.7	17.5	21.0
7.60	13.00	39.39	4	0.88	0.71	95	0.60	5.1	195.7	293.6	46.5	10	29	24	21	20	27	26	--	21.7	32.5	39.0
7.80	10.00	50.00	4	0.86	0.73	86	0.50	3.9	204.4	306.5	40.0	1	28	23	19	18	26	26	--	16.7	25.0	30.0
8.00	10.00	25.64	2	0.90	0.75	87	0.50	3.8	210.4	315.6	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.20	23.00	85.19	3	0.86	0.76	114	--	--	--	--	--	28	32	27	24	22	30	28	--	38.3	57.5	69.0
8.40	23.00	31.51	3	0.86	0.78	115	--	--	--	--	--	27	32	27	23	22	30	28	--	38.3	57.5	69.0
8.60	10.00	25.00	2	0.90	0.80	88	0.50	3.5	225.4	338.1	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	10.00	76.92	4	0.86	0.82	88	0.50	3.4	229.6	344.5	40.0	--	28	22	19	18	25	26	--	16.7	25.0	30.0
9.00	9.00	33.33	4	0.85	0.83	88	0.45	2.9	225.4	338.1	37.8	--	28	22	18	17	25	26	--	15.0	22.5	27.0
9.20	10.00	25.00	2	0.90	0.85	88	0.50	3.2	237.3	356.0	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	8.00	20.00	2	0.86	0.87	89	0.40	2.4	215.1	322.7	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.60	9.00	19.15	2	0.88	0.89	89	0.45	2.7	232.6	348.9	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.80	23.00	88.46	3	0.86	0.90	117	--	--	--	--	--	24	31	26	23	21	29	28	--	38.3	57.5	69.0
10.00	20.00	--	3	0.85	0.92	112	--	--	--	--	--	19	31	25	22	21	28	27	--	33.3	50.0	60.0

INDAGINE GEORADAR

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

**INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA**

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.

RELAZIONE TECNICA

Giugno 2014

GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geol. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

I N D I C E

PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA GEORADAR	5
1. ACQUISIZIONE DATI.....	9
2. INTERPRETAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI.....	10

ALLEGATI

TAVOLE DI POSIZIONE DELLE INDAGINI E RISULTATI

RADARGRAMMI ANTENNA 500 MHz

**COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA**

**INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA DI SOTTOSERVIZI
IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI PONTEDERA E IN VIA VITTORIO
EMANUELE E VIA A. SAFFI A CALCINAIA**

PREMESSA

Geoprobe ha eseguito, i giorni 17 Aprile e il 12 Maggio 2014, un'indagine geofisica tramite la metodologia GEORADAR con sistema Mala RAMAC, in Via Vittorio Emanuele e in Via A.Saffi a Calcinaia e in sei incroci, di seguito elencati, nel Comune di Pontedera:

- Via S. D'acquisto - Via M.E. Agnoletti
- Via del Chiesino - Via M.E. Agnoletti
- Via S. D'acquisto
- Via del Chiesino
- Via S. D'acquisto - Via del Chiesino
- Via Papa Giovanni XXIII

Scopo dell' indagine era di riconoscere la presenza di sottoservizi nelle sopracitate aree. Di seguito si riportano alcune immagini con indicata l'area investigata:



Figura 1: Via del Chiesino - Via M.E. Agnoletti (Ovest) - Via S. D'acquisto - Via M.E. Agnoletti (Est)

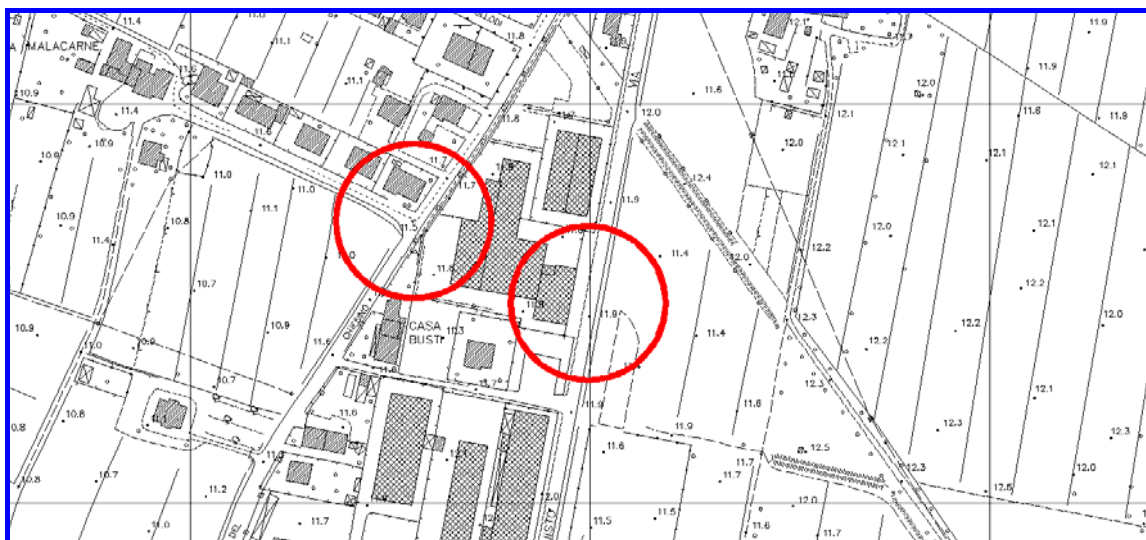


Figura 2: Via del Chiesino (Ovest) - Via S. D'acquisto (Est)

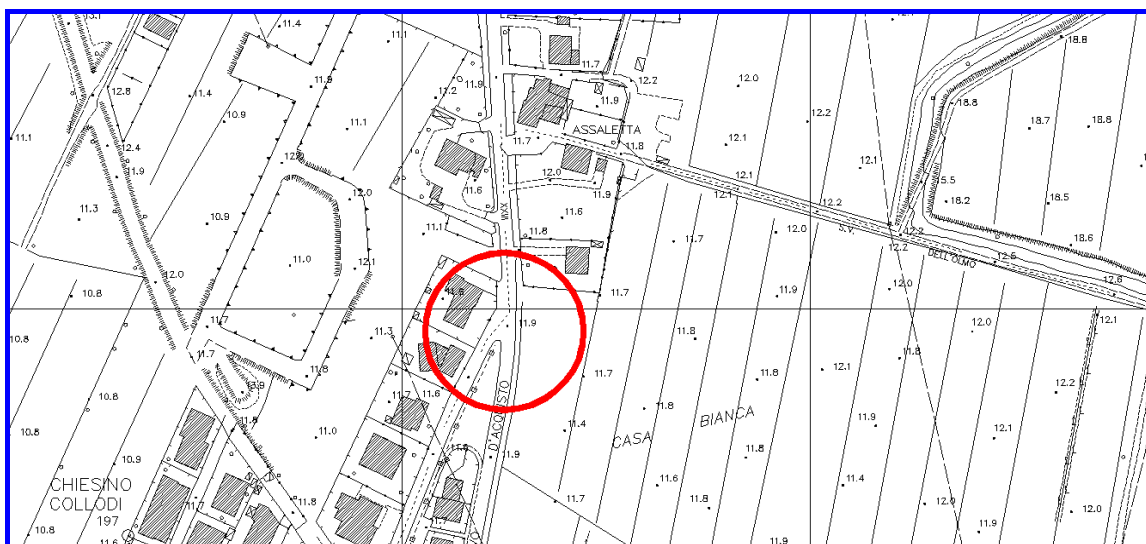


Figura 3: Via S. D'acquisto - Via del Chiesino

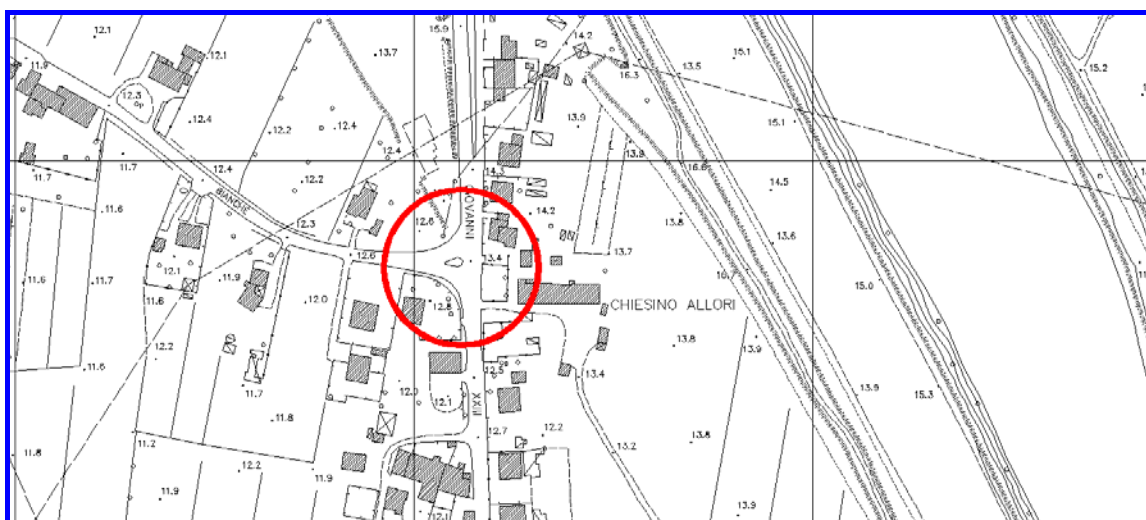


Figura 4: Via Papa Giovanni XXIII

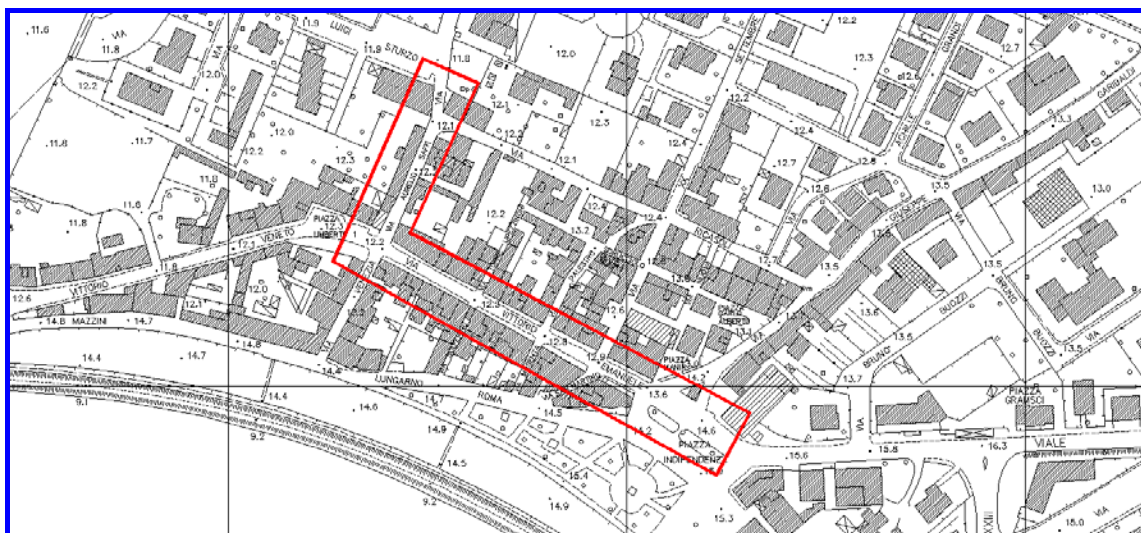


Figura 5: Via Vittorio Emanuele e Via A. Saffi _ Calcinaia

I profili sono stati eseguiti con antenna a 500 MHz, secondo linee perpendicolari in modo da formare griglie con maglie di circa 5x5m, ad eccezione dei profili acquisiti longitudinalmente alle strade principali, interessate da maggior traffico veicolare; in questo caso i profili sono stati eseguiti alle estremità della carreggiata.

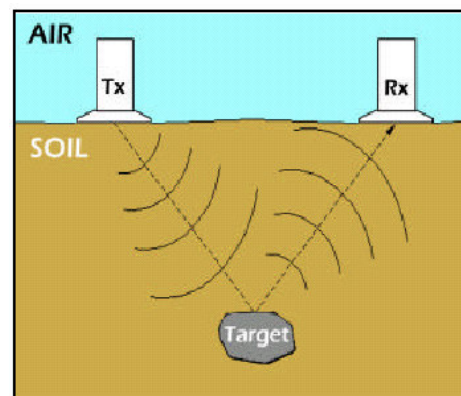
Complessivamente sono stati eseguiti n° 164 profili per un totale di 2680 metri.

I profili eseguiti sono identificati dalle sigle progressive da PR-170 fino a PR-340 rispettando la numerazione automatica data dal sistema di acquisizione.

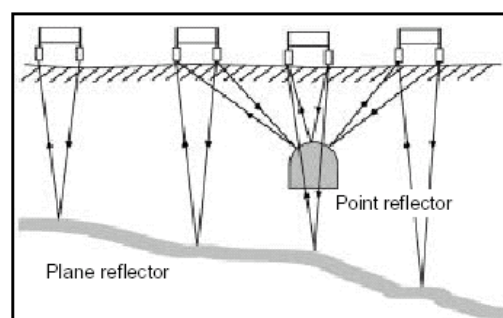
Nel presente rapporto si illustrano, oltre alla metodologia geofisica di esplorazione utilizzata, i risultati ottenuti dall'elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti.

DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA GEORADAR

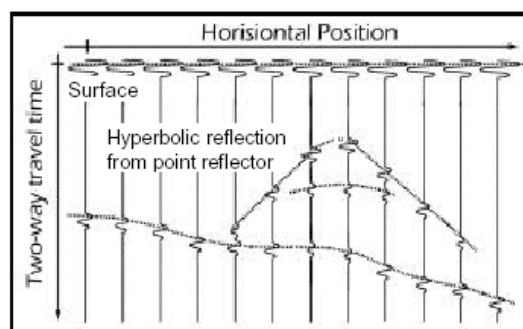
L'esplorazione geofisica del sottosuolo mediante il metodo GEORADAR (Radar Geologico) o GPR (Ground Penetrating Radar) si basa sulla acquisizione di segnali elettromagnetici ad altissima frequenza che vengono generati da un apposito sistema (Tx), riflessi da superfici di discontinuità fisica e captati da un'altra antenna (Rx).



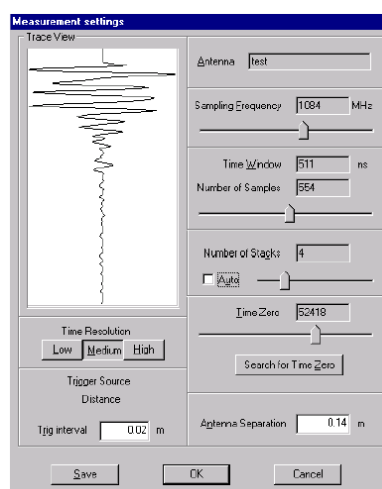
Lo spostamento del dispositivo sulla superficie porta a registrare riflessioni dagli oggetti sepolti anche quando questi non sono sulla verticale del dispositivo.



Quindi, da un determinato punto riflettente si avranno segnali disposti secondo linee iperboliche che identificano, con il loro culmine, il punto centrale dell'oggetto anomalo.



Tuttavia i segnali ricevuti da un dispositivo simile non sono immediatamente comprensibili, ma necessitano di particolari elaborazioni finalizzate alla enfattizzazione dei segnali di interesse ed alla attenuazione di quelli legati a disturbi o riflessioni multiple dello stesso segnale. Nella figura seguente si riporta il segnale ricevuto da una antenna e campionato in forma digitale ad una elevatissima frequenza in un determinato intervallo di tempo.



La velocità di propagazione di questi segnali, pur diversa in funzione delle proprietà fisiche dei materiali, è generalmente molto elevata, dell'ordine di grandezza di quella della luce, pertanto i tempi di acquisizione di impulsi riflessi da discontinuità poste a pochi metri dalla antenna emittente sono estremamente piccoli ed i sistemi di acquisizione sono particolarmente sofisticati.

La profondità di penetrazione nel sottosuolo degli impulsi RADAR è strettamente legata alle caratteristiche del terreno per cui non può essere stimata senza avere informazioni sulla conducibilità e sulla costante dielettrica degli stessi: terreni molto conduttivi o saturi in acqua limitano fortemente la penetrazione del segnale, mentre terreni resistivi ed asciutti sono, invece, contesti in cui la profondità di indagine è molto elevata.

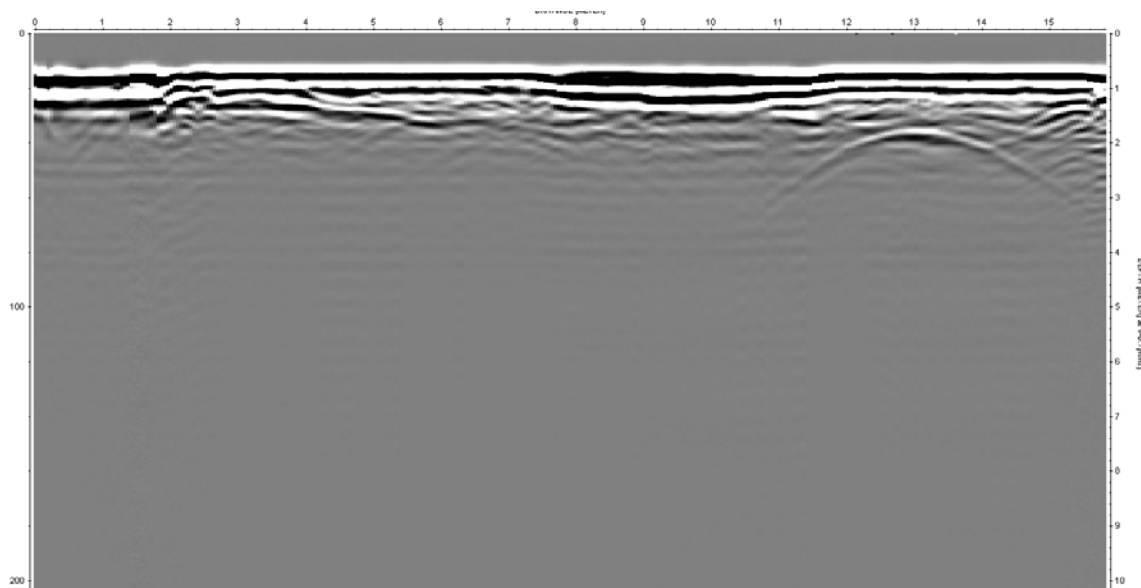
Un ulteriore elemento che influisce sulla profondità di indagine è la frequenza del segnale RADAR che per le indagini geologiche può variare da circa 20-40 MHz fino a 300-800 MHz; frequenze superiori sono destinate ad impieghi in settori delle costruzioni o dell'ingegneria civile.

Questa frequenza influisce in modo inverso sulla profondità di indagine, frequenze basse penetrano molto, frequenze alte penetrano poco. Per contro la diminuzione della frequenza e, di conseguenza l'aumento della lunghezza d'onda del segnale, portano ad una minore capacità di risoluzione: oggetti di pochi decimetri sono difficilmente rilevabili con segnali che hanno una lunghezza d'onda di qualche metro.

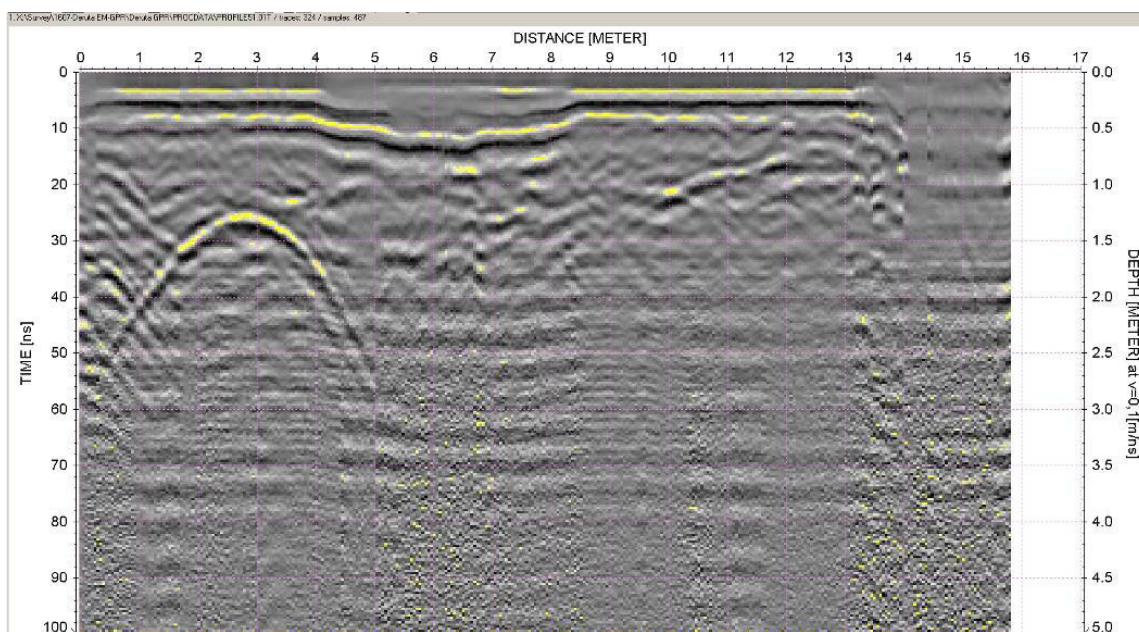
I dati che vengono acquisiti e memorizzati in specifici files vengono successivamente elaborati per arrivare ad una restituzione del segnale che permetta di seguire le distorsioni delle riflessioni delle onde, interpretarne la causa e posizionare la causa nel sottosuolo.

Nelle figure seguenti si riporta un profilo di esempio in cui si può notare il passaggio dal dato originale fino a quello utilizzato per la restituzione. La presenza di zone anomale, è evidente alla progressiva metrica di circa 13 m. nel dato di partenza è visibile in maniera sfumata, nella immagine successiva, invece, il segnale appare molto più nitido e si individuano molte anomalie a differenti profondità. Questo è il risultato di un processo di recupero dell'ampiezza del segnale, mediante una amplificazione variabile con il tempo trascorso dall'istante di invio del segnale stesso e con una funzione di attenuazione delle basse frequenze, che possono portare ad andamenti diversi da punto a punto del profilo.

Radargramma acquisito senza processi di elaborazione.



Radargramma processato con una funzione di recupero del segnale (Energy decay), di attenuazioni di oscillazioni a bassa frequenza (Dewow) oltre che ad un taglio a 100 nsec del segnale ed inversione del verso di acquisizione (anomalia a 13 metri nell'originale corrisponde a 3 metri nell'elaborato)



1. ACQUISIZIONE DATI

Relativamente alla fase di acquisizione dati le operazioni si sono svolte i giorni 17 Aprile e il 12 Maggio 2014 ed hanno portato all'acquisizione di complessivi n°164 profili ubicati come riportato nel piano di posizione delle tavole allegate. L'antenna utilizzata con il sistema MALA-GS RAMAC PRO-EX è stata quella da 500 MHz.

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la strumentazione utilizzata nonché alcune fasi di acquisizione:



2. INTERPRETAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

Dall'elaborazione dei dati sono emerse alcune situazioni anomale degne di nota. Di seguito la legenda riportata nelle tavole allegate.

LEGENDA

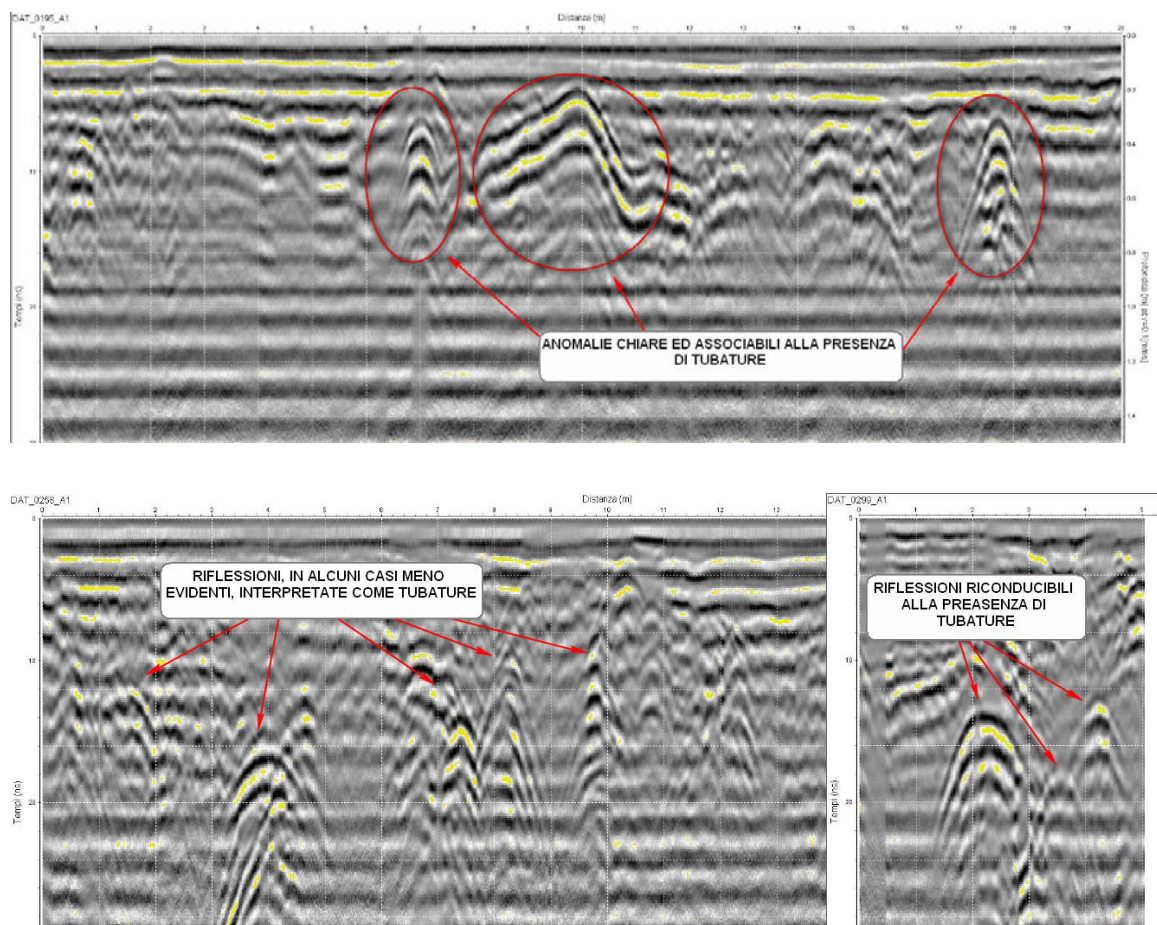
Profili Georadar **PR-333** —————

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione ———— ⊖ ———— ⊕

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione —————

Tombini metallici ○

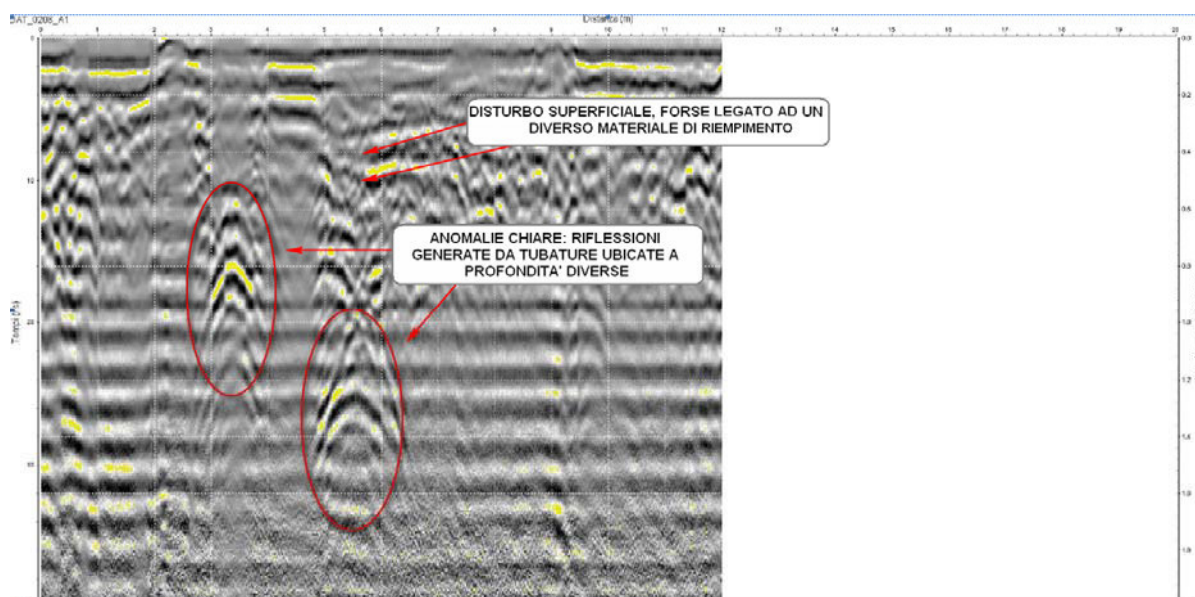
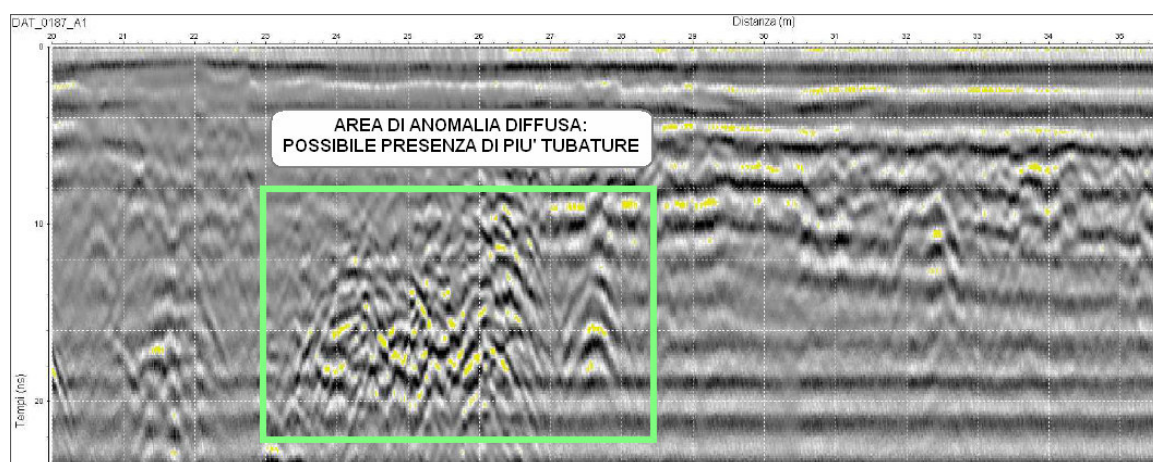
Come sopra riportato è stato associato un simbolo alle anomalie riconosciute come tubature, e per queste è stata ipotizzata una direzione di sviluppo, di seguito si riportano alcune immagini.



Alcuni radargrammi hanno evidenziato la presenza di zone anomale, caratterizzate da estensione variabile, in cui risulta difficile riconoscere una singola tubatura; in questo caso è stata utilizzata una simbologia non puntuale ma rappresentata da una barretta verde al fine di evidenziare l'intera area disturbata.

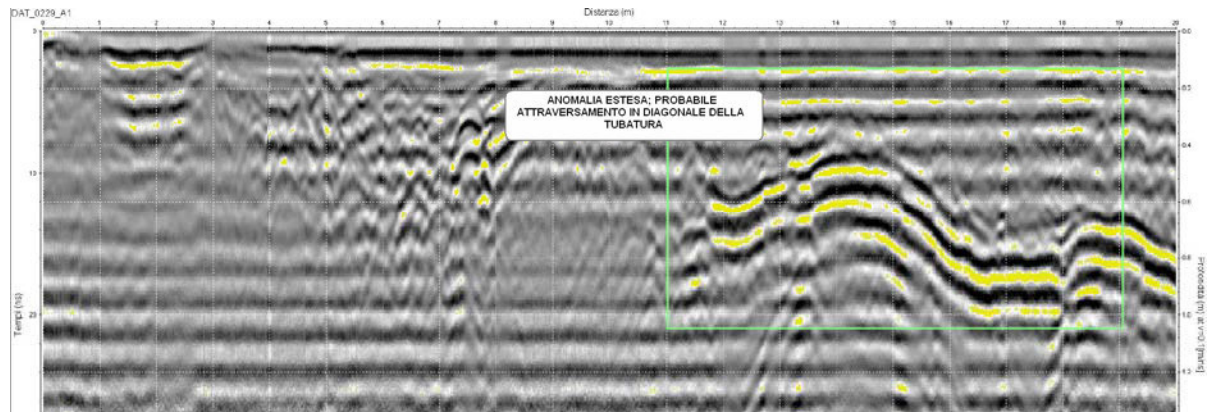
Questa anomalia può indicare la presenza di più tubature sovrapposte e/o estremamente vicine, oppure rappresentare zone di trincea, dove si ipotizza sia stata fatta passare una condotta, riempita successivamente con materiale a pezzatura eterogenea, che può a sua volta riflettere il segnale del georadar.

Di seguito due alcuni esempi:



Nel profilo PR-229, acquisito all'incrocio tra Via S. D'acquisto e Via del Chiesino, la suddetta simbologia è stata utilizzata per evidenziare una zona di anomalia estesa; come mostrato nell'immagine seguente, infatti, presenta un'estensione di circa 6-7m.

Questa riflessione è legata ad una diversa orientazione della condotta rispetto alla direzione di acquisizione.



Lucca, 03/06/14

GEOPROVE S.A.S.
Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Pietro Barsanti

GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geol. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

**COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA**

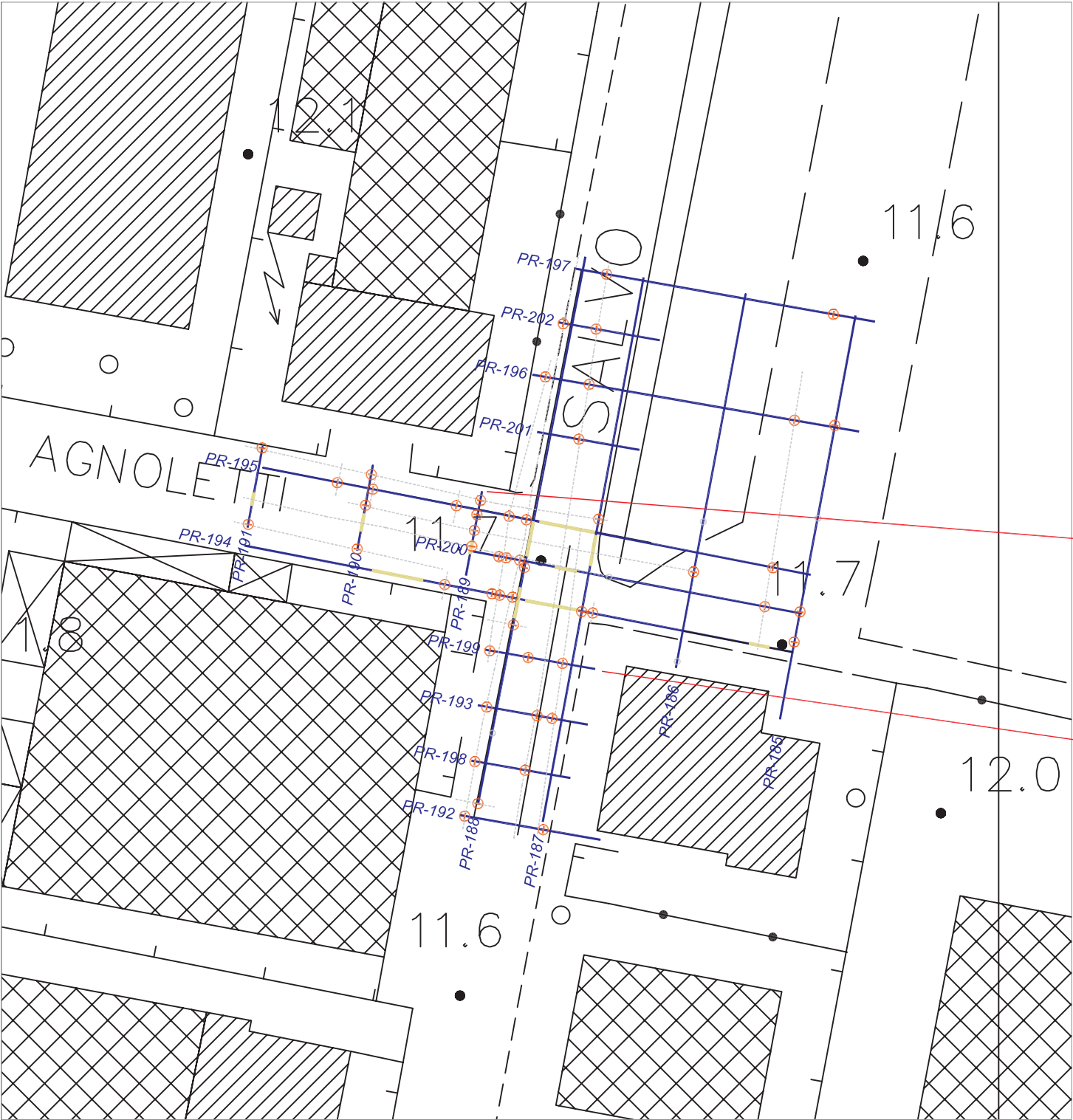
**INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA**

Committente: Ingegnerie Toscane S.r.l.

Tavole di posizione delle indagini e risultati

GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geol. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

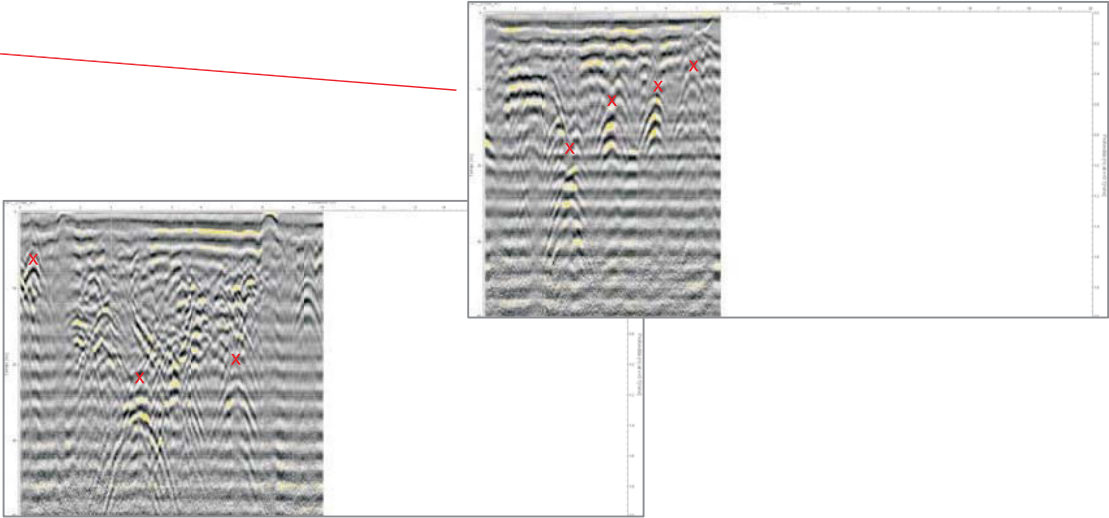
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-185**

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione

Tombini metallici



GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

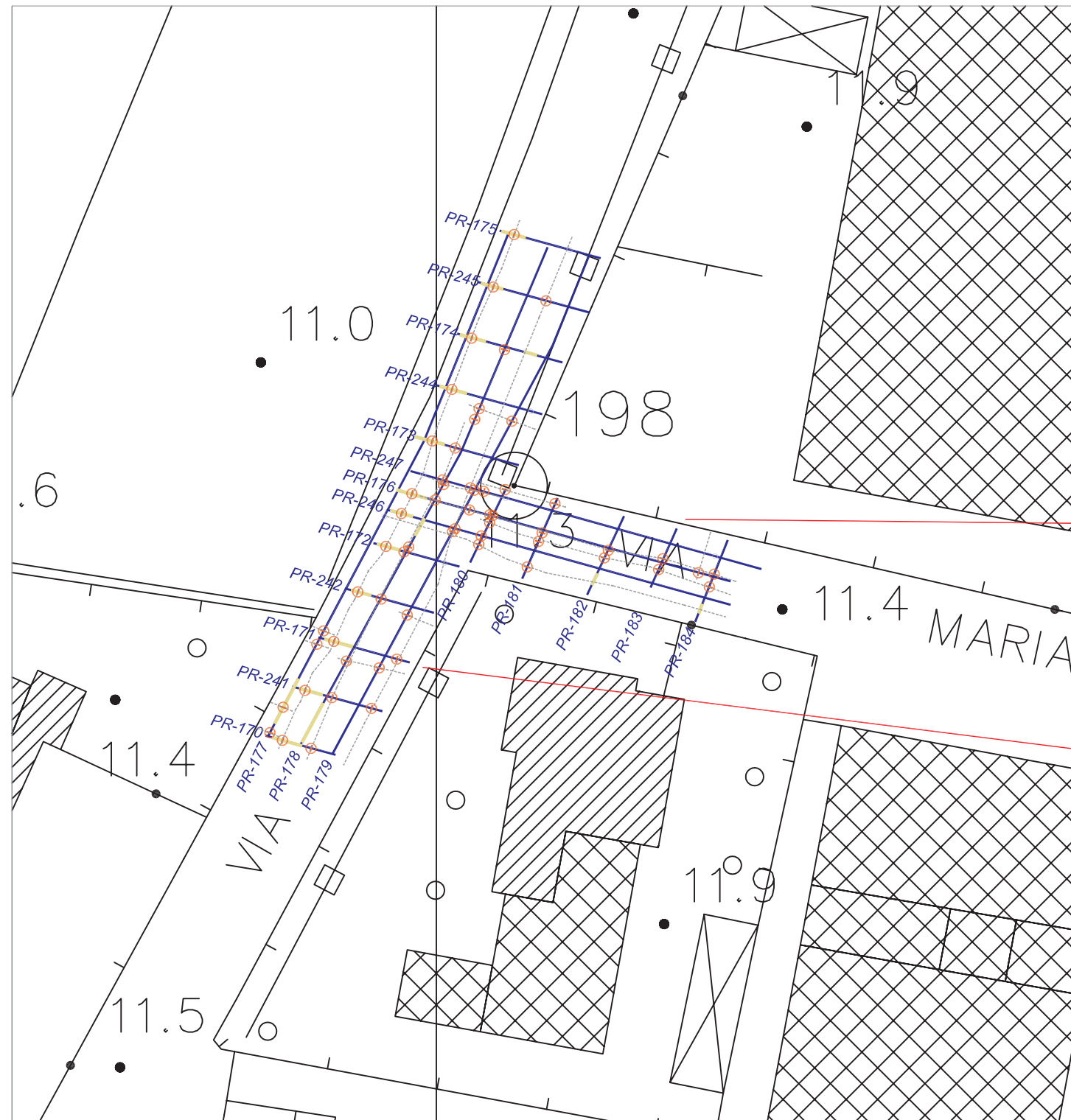
TAVOLA N. 1

Maggio 2014

Ubicazione:
Pontedera: Incrocio via S. D'Acquisto -
Via M.E. Agnoletti

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.

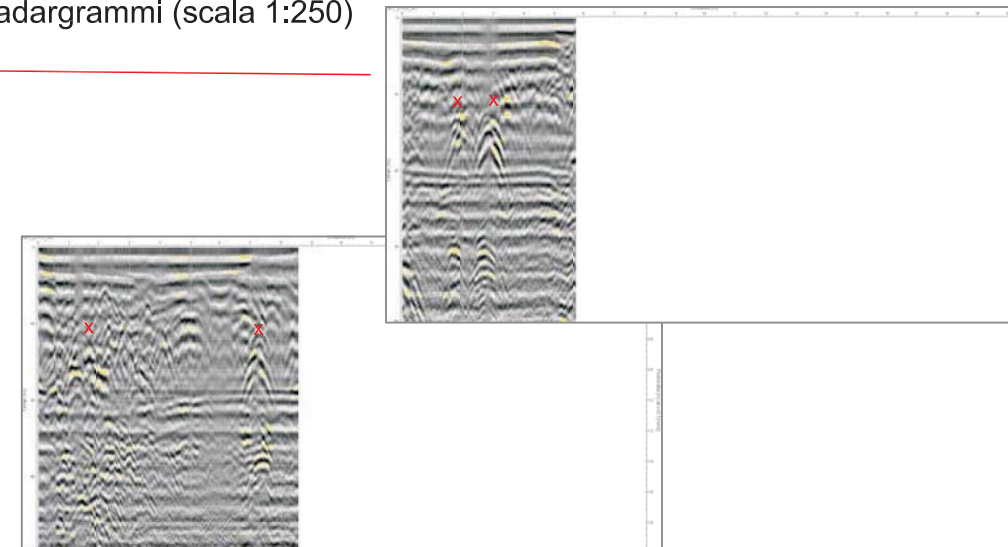
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-184**

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione

Tombini metallici

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 2

Maggio 2014

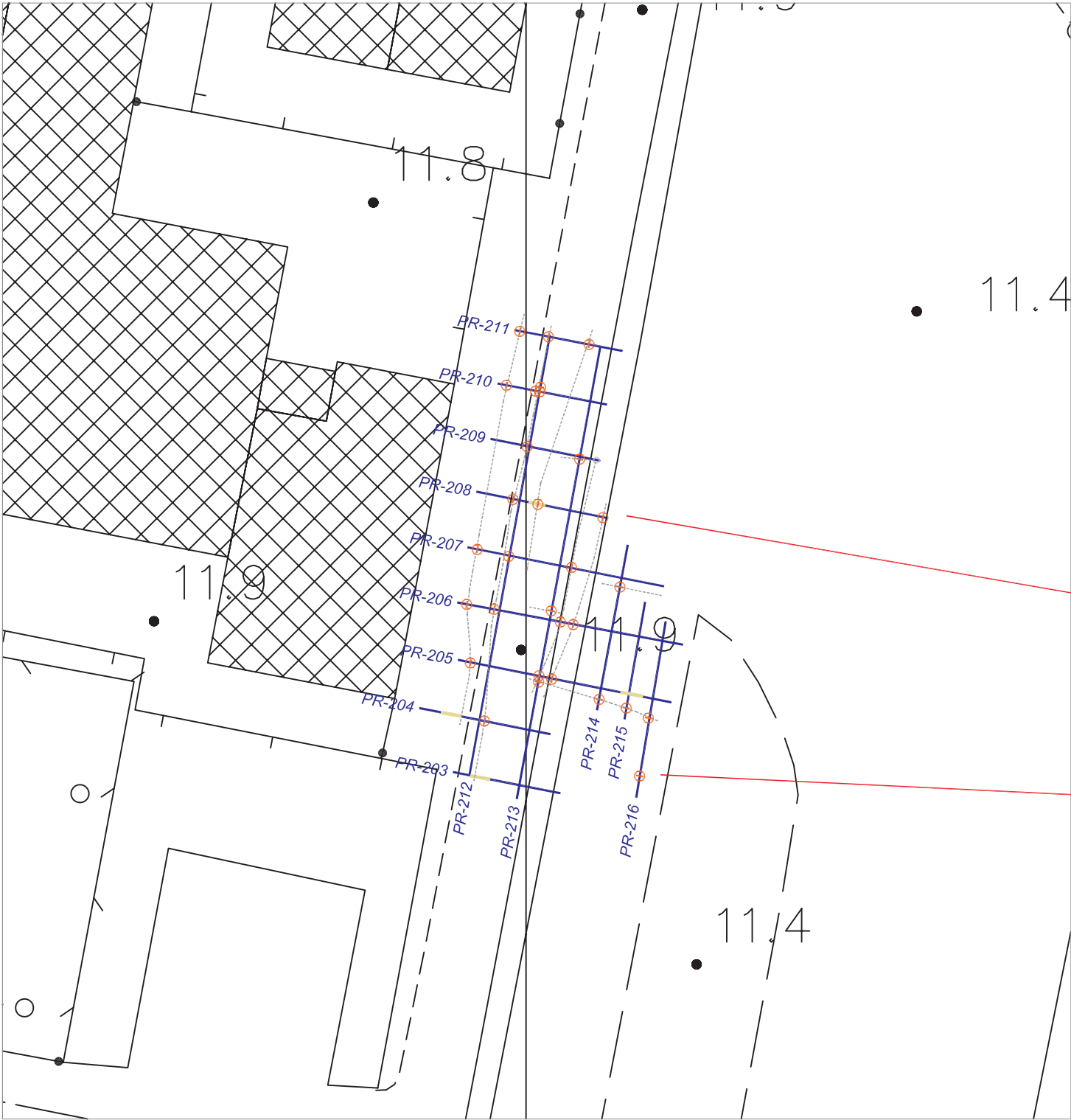
Ubicazione:
Pontedera: Incrocio via del Chiesino -
Via M.E. Agnoletti



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.

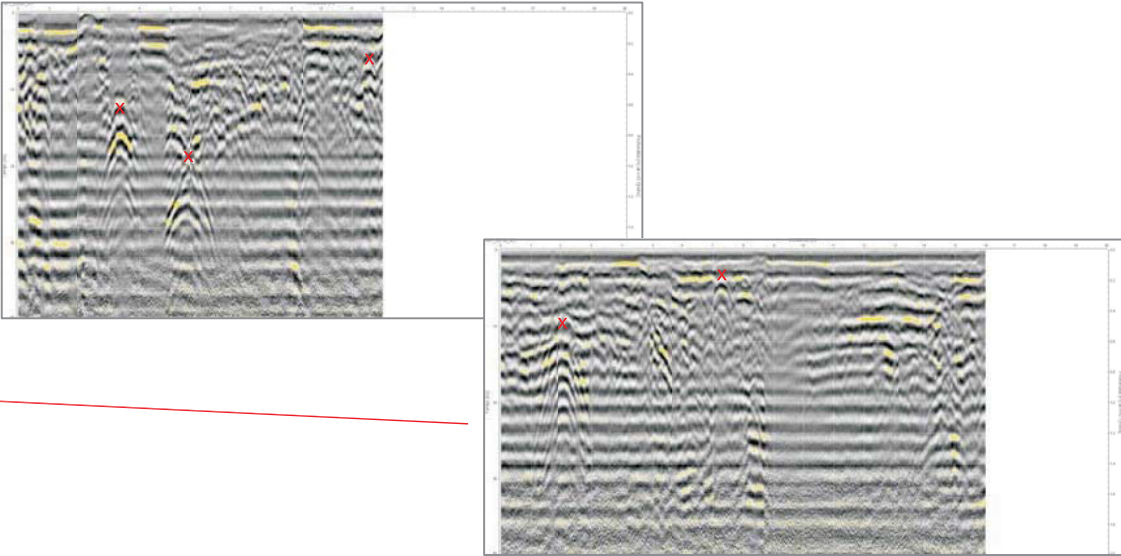
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-216** —————

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione ————

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione ————

Tubazioni ————

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 3

Maggio 2014

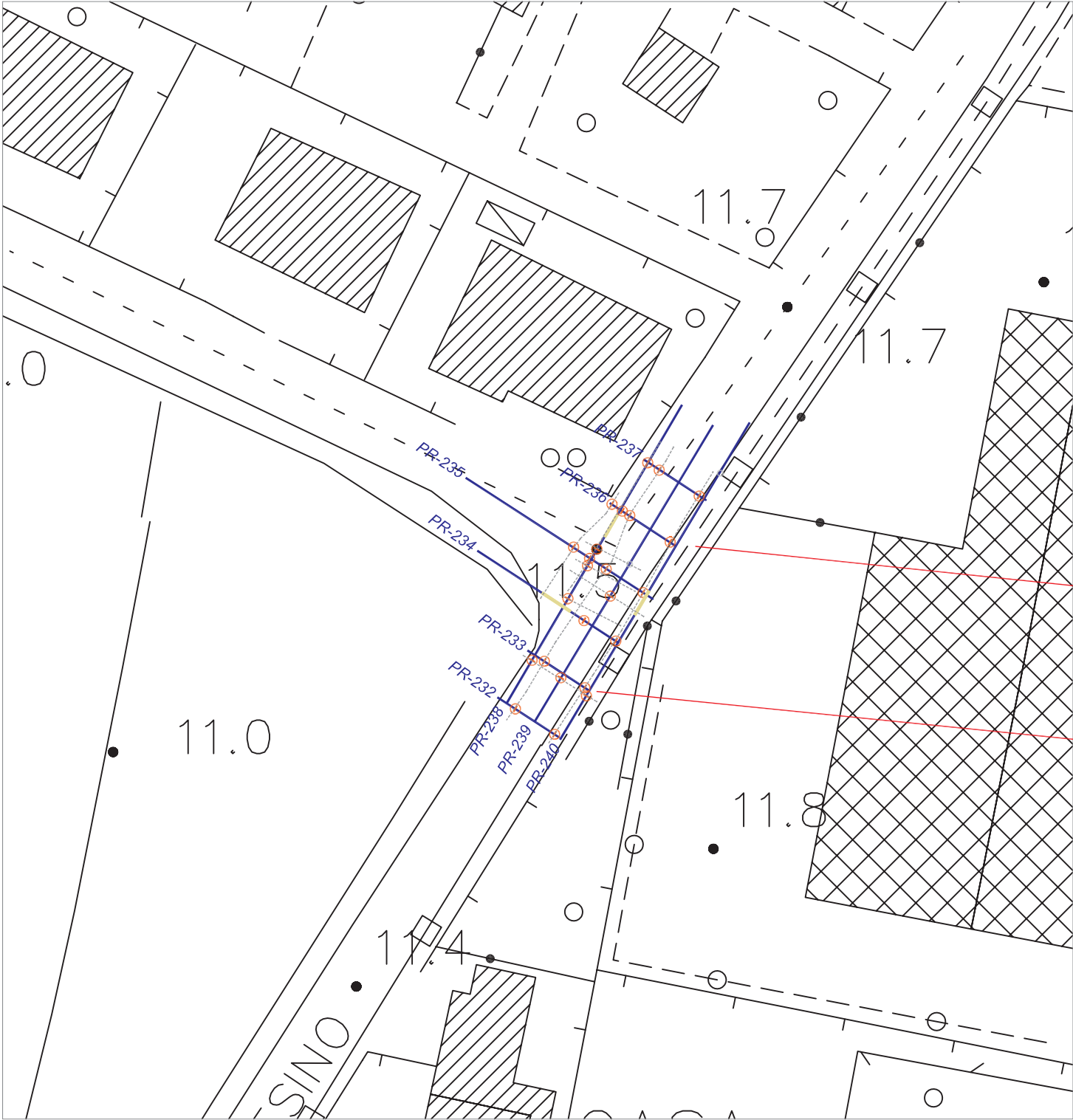
Ubicazione:
Pontedera: via Salvo D'Acquisto



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.

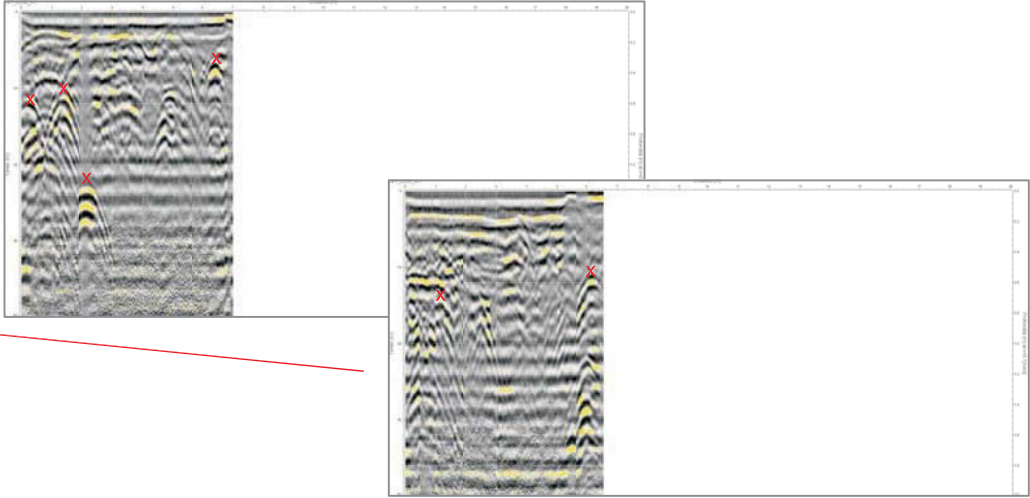
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-233**

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione

Tombini metallici

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 4

Maggio 2014

Ubicazione:
Pontedera: via Salvo D'Acquisto

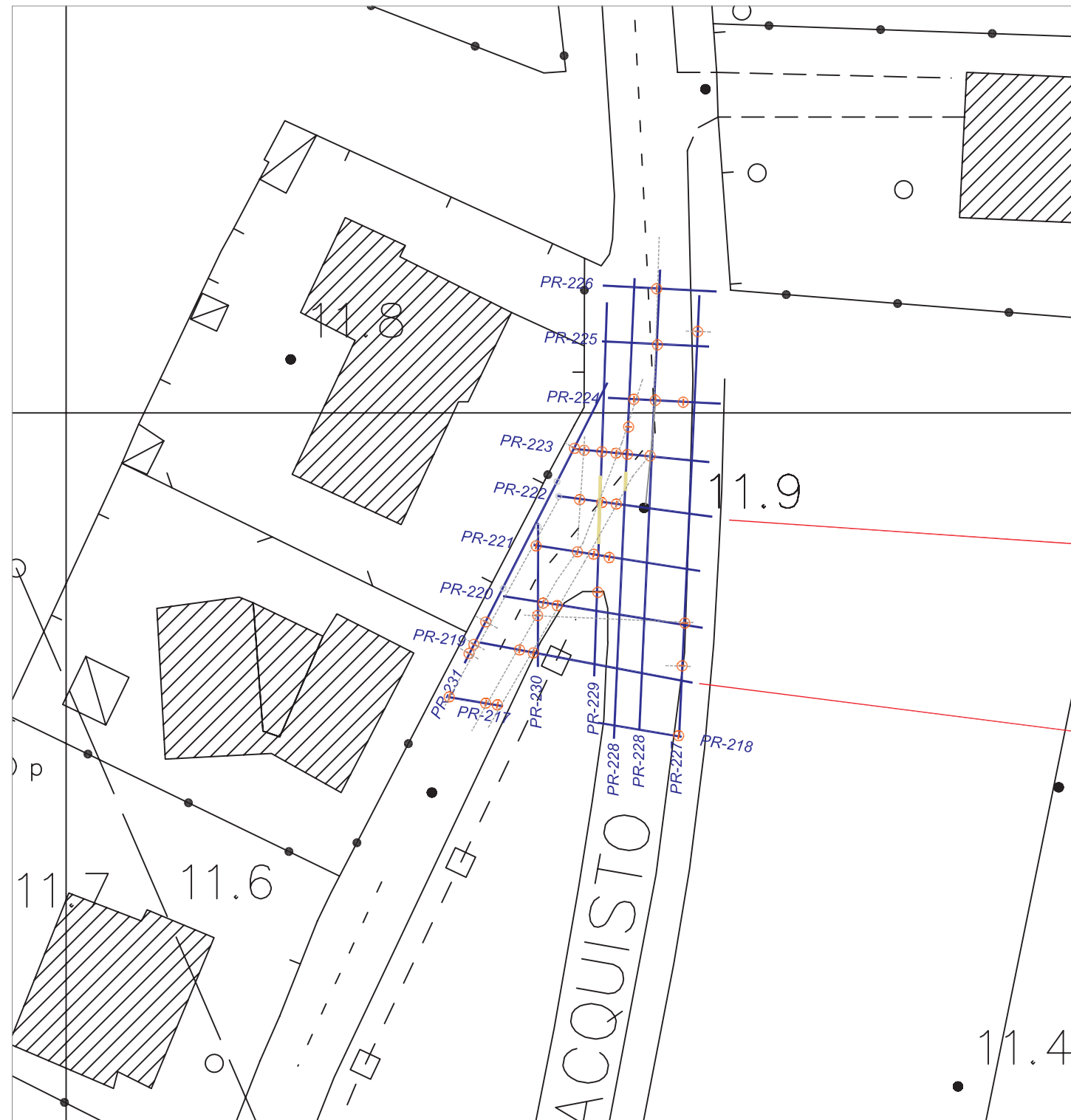


GEOPROBE
di PIETRO BARSANTI, ALESSANDRO PETRONI & C.
**GEOGNOSTICA - GEOFISICA
PROVE PENETROMETRICHE**
via Bulamonti, 29 LUCCA - Tel. 0583/467427 Fax. 0583/91090
http://www.geoprobe.com e-mail info@geoprobe.com P.I. 01066010461

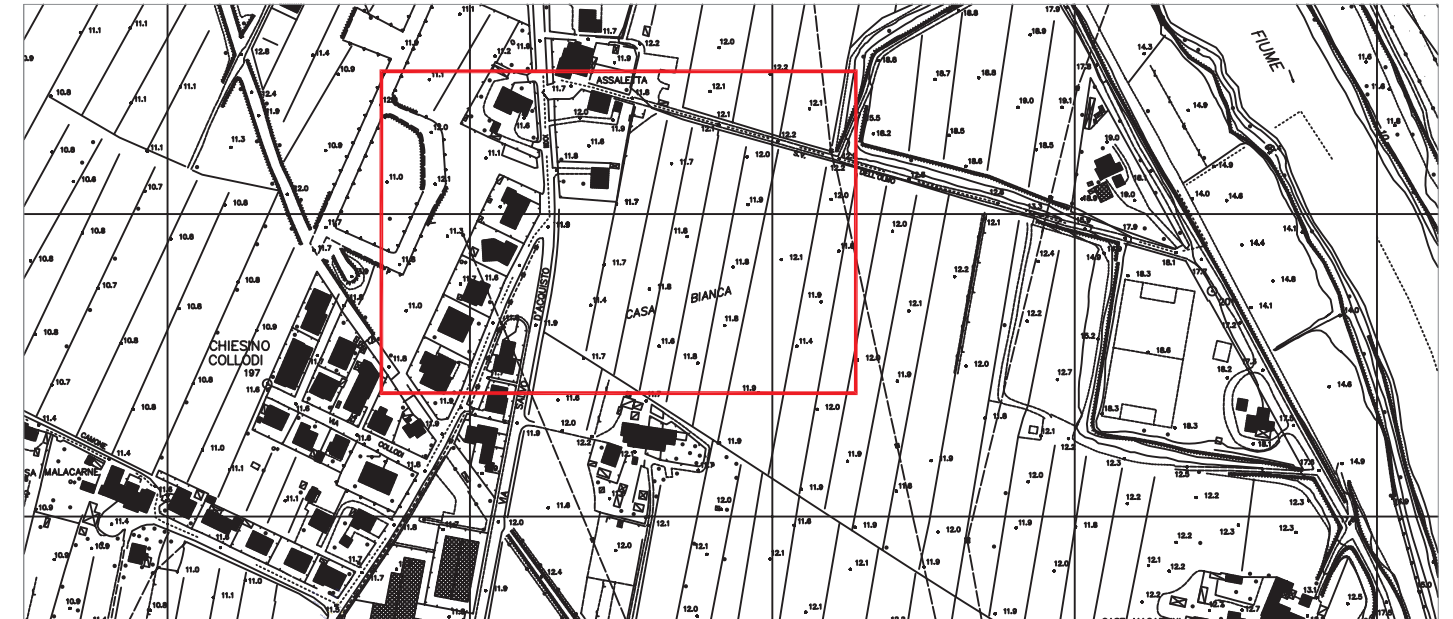
GEOPROBE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geol. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.

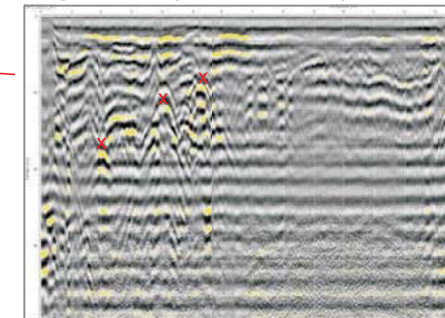
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



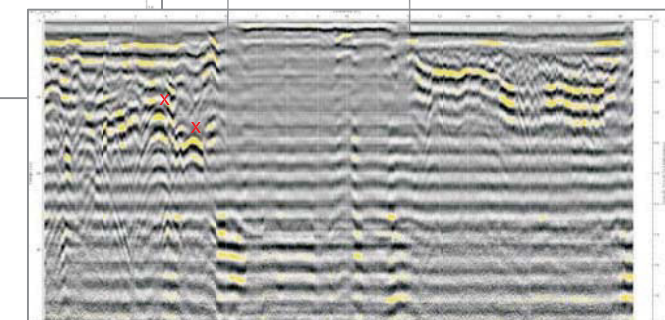
Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



Attraversamento aiuola spartitraffico



LEGENDA

Profili Georadar **PR-218** —————

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione ————

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione ————

Tombini metallici ○

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A. SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 5

Maggio 2014

Ubicazione:
Pontedera: incrocio via Salvo
D'Acquisto -via del Chiesino



GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

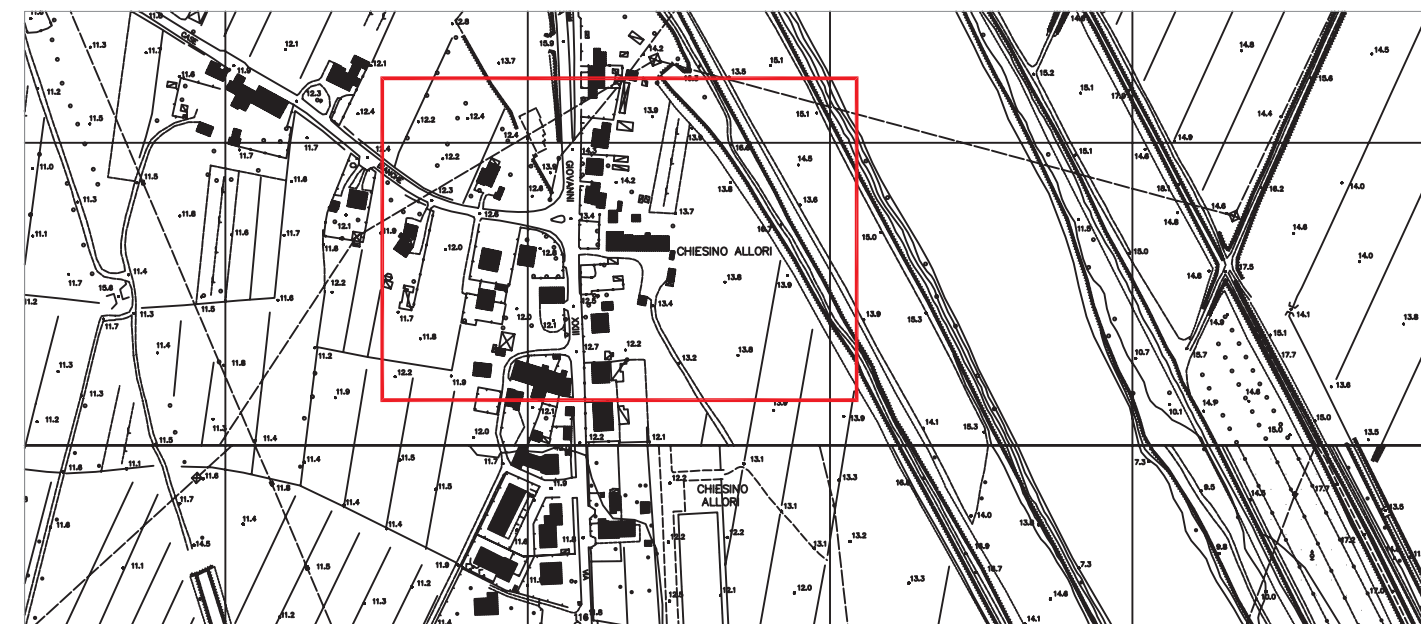
Committente:

Ingegnerie Toscane S.r.l.

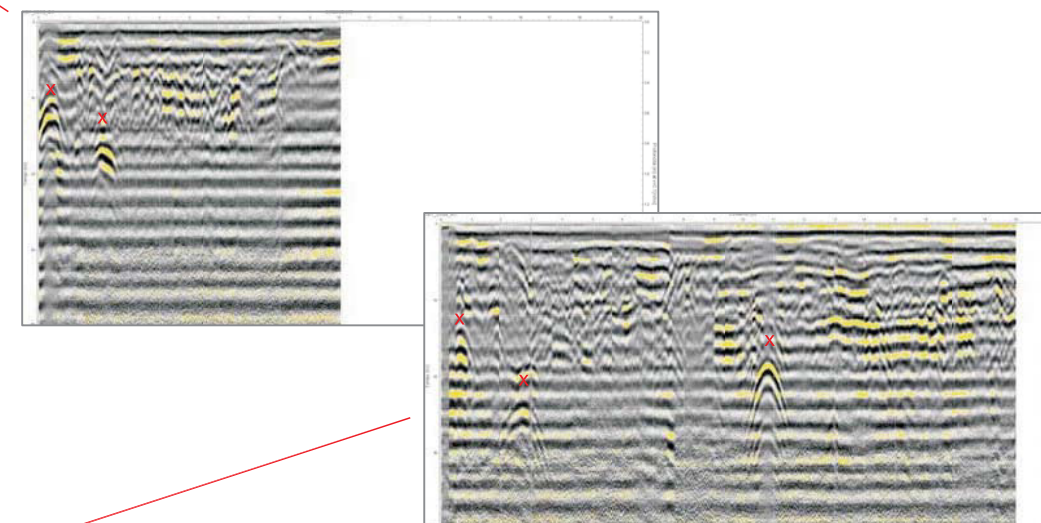
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-333** —————

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione ————

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione ————

Tombini metallici ○

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA PROVINCIA DI PISA

**INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA**

TAVOLA N. 6

Maggio 2014

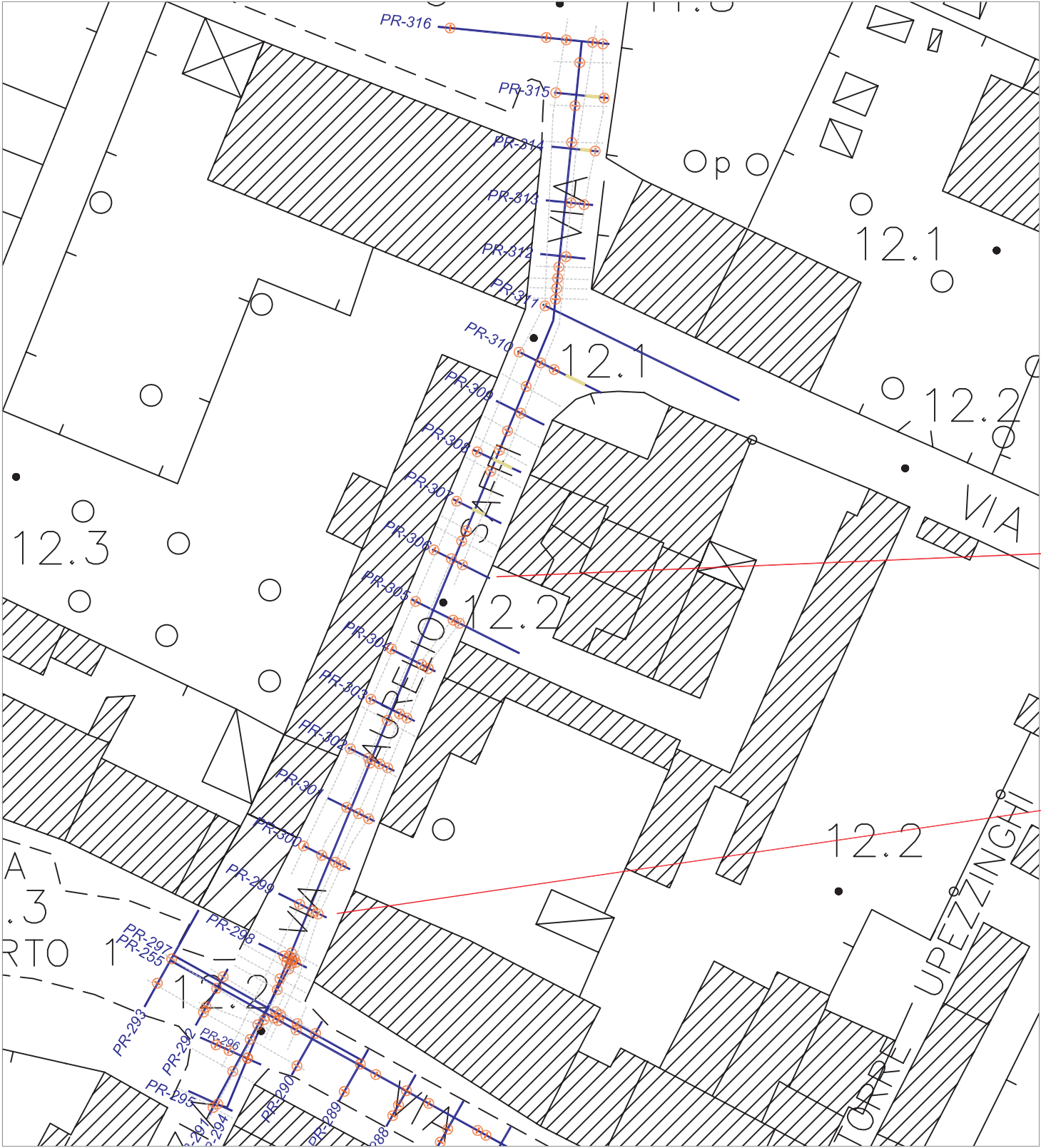
Ubicazione:
Pontedera: via Papa Giovanni XXIII



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.

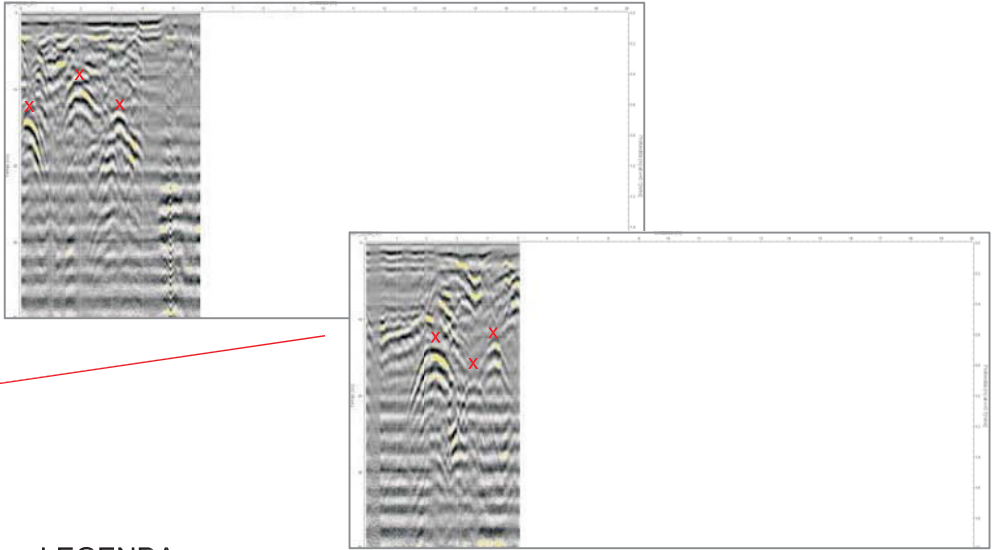
PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI (scala 1:500)



Area di indagine (scala 1:5.000)



Radargrammi (scala 1:250)



LEGENDA

Profili Georadar **PR-310** —————

Anomalie interpretate come tubazioni e relativa direzione ———— (I) ———— (O)

Aree di anomalia estesa e di difficile discriminazione ————

Tombini metallici ○

COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 7

Maggio 2014

Ubicazione:
Calcinaia: via Aurelio Saffi



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.



COMUNI DI PONTEDERA E CALCINAIA
PROVINCIA DI PISA

INDAGINE GEORADAR FINALIZZATA ALLA RICERCA
DI SOTTOSERVIZI IN SEI INCROCI NEL COMUNE DI
PONTEDERA E IN VIA VITTORIO EMANUELE E VIA A.
SAFFI A CALCINAIA

TAVOLA N. 8

Maggio 2014

Ubicazione:
Calcinaia: viale Vittorio Emanuele



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Gedi Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Committente:
Ingegnerie Toscane S.r.l.