

# COMUNE DI PISA

PROVINCIA DI PISA



**VARIANTE SUAP ai sensi del art.35 della LR 65/2014 e smi  
REALIZZAZIONE DI AMPLIAMENTO AREA DI STOCCAGGIO DI ATTIVITA'  
PRODUTTIVA E DI PARCHEGGIO PRIVATO  
VIA DEL FAGIANO LOC. MONTACCHIELLO – PISA**



**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
(D.P.G.R. 5/R/2020)**

**NOVEMBRE 2024**

PROPRIETA': PIERO GIULIANI SRL

Dott.Geol. MONICA LAQUIDARA  
OGT 1227  
Via Vecchia Fiorentina, 254  
Loc. Montione - Cascina (Pisa)- Cell.  
339.3197224  
e-mail: monilaq68@gmail.com



## INDICE

<b>1- PREMESSA</b>	pag. 4
<b>2- METODOLOGIA DI STUDIO</b>	pag. 5
<b>3- CARATTERISTICHE DELLA VARIANTE</b>	pag. 6
<b>4- CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE</b>	pag. 7
<b>5- CARATTERISITCHE LITOTECNICHE</b>	pag. 8
<b>6- CARATTERISTICHE SISMICHE</b>	pag. 11
<b>7- CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E DI PERMEABILITA'</b>	pag. 13
<b>8- CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>	pag. 17
<b>9- CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' SISMICA</b>	pag. 18
<b>10- CARATTERISTICHE DI VULNERABILITA'</b>	pag. 19
<b>11- CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA</b>	pag. 20
<b>12- CARATTERISTICHE DI FATTIBILITA'</b>	pag. 22

## **ALLEGATI**

- All.1: Area oggetto d'intervento**
- All.2: Copertura suolo**
- All.3: Estratto catastale**
- All.4: Carta geologica PSI**
- All.5: Carta geomorfologica PSI**
- All.6: Carta litotecnica PSI**
- All.7: Dati di base**
- All.8: Indagini geognostiche**
- All.9: Sezione litostratigrafica**
- All.10: Ubicazione indagini sismiche**
- All.11: Indagini sismiche**
- All.12: Carta idrogeologica PSI**
- All.13: Carta della pericolosità geologica PSI**
- All.14: Carta della pericolosità sismica PSI**
- All.15: Carta della vulnerabilità degli acquiferi e problematiche idrogeologiche PSI**
- All.16: Carta della pericolosità idraulica PSI**
- All.17: Carta della pericolosità idraulica ai sensi del PGRA**

Il presente studio geologico è redatto, su incarico della committenza Piero Giuliani srl, a supporto della richiesta di Variante al vigente Regolamento Urbanistico comunale e PdC per la realizzazione di piazzale di stoccaggio a servizio dell'insediamento produttivo esistente e realizzazione di parcheggio privato; l'area è posta in Via del Fagiano, zona agricola nelle vicinanze di Montacchiello, Loc.Ospedaletto.

L'area in oggetto si colloca nella parte sud est del territorio comunale, a sud della S.R Pisana-Livornese 206, al margine est della pianura alluvionale e confina con il Fosso Torale, che segna il confine con il Comune di Cascina (vedi **AII.1**: Ubicazione area oggetto di variante).

Nel PSI tale area ricade in "Aree industriali e commerciali" il piano di riqualificazione prevede l'utilizzo dell'area a servizio dell'attività produttiva già presente in area adiacente all'area in oggetto (vedi **AII.2**: Estratto Carta copertura suolo PSI).

Da un punto di vista catastale le particelle costituenti l'area interessata dalla proposta in progetto, interamente di proprietà della società Piero Giuliani srl, sono riconducibili al foglio n.112, particella 32,47,75,77 e 79 (vedi **AII.3**: Estratto Catastale).

Il PdC contestuale alla Variante prevede la realizzazione di un piazzale a cielo aperto per il solo stoccaggio di materiale pulito sulla totalità della particella 77; la realizzazione di area parcheggio e verde in altra particella catastale, come verrà meglio descritto di seguito e negli elaborati progettuali.

Le indagini geologiche di supporto alla variante sono state realizzate in particella catastale inclusa nel comparto oggetto della presente, in ottemperanza delle vigenti norme in materia di pianificazione urbanistica, in particolare la LR 65/2014, del D.C.R.37/2015 (PIT 2015 con valenza di Piano paesaggistico), DPGR n.5/R/2020 "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della L.R. 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche", PGRA Distretto Appennino Settentrionale, LR

41/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n.49".

La relazione è volta ad accertare le condizioni di fattibilità generale dei nuovi interventi previsti in ordine di caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche, idrauliche, geotecniche e sismiche dei terreni interessati dalla Variante urbanistica alla luce dei criteri impartiti dal DPGR 5/R/2020 e sulla base delle indagini geognostiche eseguite nella particella catastale adiacente che possono essere considerate in sito poiché è facente parte del comparto oggetto del progetto. Per la sismica si è utilizzata un'indagine in area limitrofa con le stesse caratteristiche geologiche e geomorfologiche di quella in oggetto.

## **2 – METODOLOGIA DI STUDIO**

---

Lo studio ha preso in esame la porzione di territorio in Loc.Ospedaletto, nella frazione di Montacchiello, oggetto di PdC e Variante al Regolamento Urbanistico del comune di Pisa. L'area da destinare a piazzale a cielo aperto direttamente connessa all'area produttiva è attualmente libera ed inutilizzata; la stessa si inserisce in un territorio agricolo della piana pisano-livornese, così come le aree su cui si prevedono gli interventi per la realizzazione di spazi a verde e parcheggio e per la messa in sicurezza e mitigazione del rischio idraulico.

Lo studio si è articolato secondo le seguenti fasi:

- verifica dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico di un congruo intorno della zona in esame il cui equilibrio potrebbe risultare potenzialmente modificabile dalla Variante proposta;
- ricostruzione del modello litostratigrafico e geotecnico del sottosuolo in esame sulla base delle informazioni contenute nei dati di base di supporto al PS comunale integrati con indagini eseguite in particella catastale adiacente di proprietà della committenza che consiste in n.6 CPT, che hanno raggiunto una profondità massima di investigazione di 14,0 m dal piano di campagna;
- ricostruzione del livello della falda freatica dalle caratteristiche dei depositi nel sottosuolo e dalla consultazione della cartografia idrogeologica;

- ricostruzione del modello sismico del sottosuolo in esame mediante indagini sismiche eseguite nell'area con le stesse caratteristiche geologiche e geomorfologiche;
- verifica dello stato di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica dell'area oggetto di Variante, attribuzione delle relative classi di pericolosità ed adeguamento delle stesse ai criteri di pericolosità geologica, idraulica e sismica previsti dalle vigenti direttive per indagini geologiche-tecniche ai sensi del DPGR 53/R/2011;
- verifica dello stato di vulnerabilità dei luoghi e degli acquiferi a subire inquinamenti da parte di agenti ed elementi immessi in ambiente da una qualsiasi attività dell'uomo (industriale, artigianale, civile..) considerando gli studi geologici allegati al nuovo PSI;
- confronto tra la pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica della porzione di territorio in oggetto e le tipologie di intervento previste dalla variante ed individuazione delle condizioni di fattibilità degli interventi stessi ai sensi del DPGR 5/R/2020.

### **3 – CARATTERISTICHE DELLA VARIANTE**

---

Il progetto in oggetto è finalizzato alla realizzazione di un piazzale di stoccaggio di materiale pulito connesso all'attività produttiva esistente, la realizzazione di un parcheggio privato e all'individuazione di ulteriori aree da destinare a verde di pertinenza con funzione di mitigazione ambientale.

La superficie destinata alla realizzazione del piazzale è 4.060 mq (F.112 part. 77); per adempiere agli standard urbanistici sarà utilizzata la part.47 realizzando circa 3.360 mq ad uso parcheggio privato, circa 9.385 mq ad uso verde privato e verranno inoltre utilizzati circa 20.800 mq per le opere di compensazione idraulica come meglio verrà descritto di seguito e nel dettaglio negli elaborati dell'Ing. Idraulico Cristiano Cappelli.

Per ulteriori dettagli tecnici e contenuti della richiesta di variante in oggetto, si rimanda comunque agli elaborati urbanistici progettuali.

#### 4 – CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

---

L'area in oggetto è facente parte del settore meridionale della Pianura Pisana che è parte di un più ampio bacino di sedimentazione generatosi a seguito di uno sprofondamento tettonico (Bacino Pisano-Versiliese) di forma grossolanamente triangolare con vertice settentrionale ubicato presso S.Stefano Magra, la base delimitata dalle Colline Pisane-Terrazzo di Livorno, delimitata ad est dalle faglie di distensione al piede del Monte Pisano e dalle Alpi Apuane e, ad ovest, nel Mare Tirreno, dalle faglie in corrispondenza degli alti morfologici delle secche della Meloria e di Maestra (Della Rocca, Mazzanti e Pranzini, 1987).

Fancelli et Alii, 1986, suddividono il substrato della pianura di Pisa in tre parti distinte:

- substrato profondo comprendente le formazioni litostratigrafiche antiche, al di sotto dei sedimenti del complesso neoautoctono.
- Substrato intermedio, include i sedimenti neoautoctoni, fino a tutto il Pleistocene Inf. la cui deposizione è stata prevalentemente controllata dalla subsidenza di origine tettonica.
- Substrato superiore, costituito da sedimenti di età più recente (post Pleistocene Inf.) la cui deposizione è stata controllata principalmente dalle variazioni eustatiche del livello del mare, dagli apporti fluviali conseguenti alle suddette variazioni e dai cambiamenti climatici.

La porzione di territorio in esame ricade nella parte sud est del territorio comunale all'interno del sistema pianura nella porzione terminale percorsa dal Fosso del Torale che demarca il confine amministrativo con il Comune di Cascina.

Questa area in Loc. Ospedaletto è posta nei pressi della SR Pisana Livornese 206, in sinistra orografica del Fiume Arno in prossimità del Fosso Torale, ed è caratterizzata in affioramento, dalle seguenti formazioni geologiche, depositi continentali quaternari (Olocene):

-depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e argillosi;

- depositi alluvionali attuali prevalentemente sabbiosi e limosi;
- depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi;

L'area di Variante è interessata dai **depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e argillosi**: si tratta di depositi che possono presentare anche intercalazioni sabbiose, sono stati generati da ripetute esondazioni verificatesi nella pianura di Pisa, depositavano la frazione limosa meno fine prevalentemente nelle aree poste in prossimità del corso fluviale dell'Arno. I limi si ritrovano infatti nella zona di Barbaracina, della Vettola, di S.Giovanni al Gatano ed inoltre nelle zone di Pisa sud, di S.Giusto, di S.Ermete e di Ospedaletto.

Un estratto della "**Carta geologica**" facente parte del vigente PSI unificato Pisa Cascina, in cui sono rappresentati i depositi su descritti ed affioranti nell'ambito della zona di studio, è riportata nell' **All.4**.

Da un punto di vista geomorfologico la zona in esame è relativa al margine meridionale della pianura pisana ed è caratterizzata dall'assenza di elementi geomorfologici naturali; i pochi presenti sono essenzialmente legati al reticolo idrografico o di origine antropica (aree umide soggette a ristagno).

In particolare i principali elementi morfologici relativi ad un congruo intorno della zona in esame sono stati evidenziati nella "**Carta geomorfologica**" estratta dagli elaborati del vigente PSI unificato Pisa Cascina e riportata nell'**All.5**, sono dovuti depositi alluvionali attuali con la frazione fine dominante, il Fosso Torale posto al confine dell'area di Variante si presenta privo di arginatura.

L'andamento clivometrico medio dell'area in esame risulta pianeggiante con pendenze comprese tra 0 e 5%; la quota altimetrica dell'area si aggira intorno a 0,20/0,30 m s.l.m.m.

## **5 – CARATTERISTICHE LITOTECNICHE**

---

Sulla "**Carta Geologica- tecnica**" dell'**All.6**, estratta dagli elaborati del PSI adottato unificato Pisa Cascina, è riportata la distinzione dei vari terreni

affioranti nella zona in esame in funzione delle loro caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche ed il loro raggruppamento in funzione di un analogo comportamento litotecnico; in particolare le unità evidenziate sono:

**Unità SW** – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose;

**Unità MH** – Limi inorganici e sabbie fini;

**Unità ML** - Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità;

**Unità CL** – Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose;

**Unità CH** – Argille inorganiche di alta plasticità;

**Unità PT** – Torbe e altri terreni fortemente organici.

L'area oggetto di variante è interessata da terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla, relativi alla **Unità ML** di pertinenza dei sedimenti alluvionali olocenici, limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità.

La definizione delle caratteristiche litologiche dei terreni è stata operata dall'analisi dei risultati dei dati geognostici realizzati in situ, nella particella 32 (area centrale dell'attività produttiva), particella facente parte del comparto oggetto di Variante. Questi sono contenuti nei dati di base delle pratiche edilizie comunali; l'ubicazione di tali indagini è riportata nell'estratto cartografico dell'**All.7 "Dati di base"** ed in sintesi sono relative a:

-n.6 CPT – Prove penetrometriche statiche a punta meccanica;

I risultati di queste indagini di riferimento contenute nella banca dati comunale sono contenute nell'**All.8 "Indagini geognostiche di riferimento"** ed in particolare le prove individuate sono CPT n. 1856-1857-1858-1859-1860-1861 (numero di archiviazione Geoscopio Regione Toscana).

Le indagini su descritte sono site in area particella catastale (part.32) adiacente facente parte del comparto produttivo e sono state realizzate per l'impianto esistente della stessa proprietà del committente della richiesta della Variante in oggetto.

L'ubicazione di queste indagini, il loro numero e le profondità raggiunte sono sufficienti a garantire una adeguata ricostruzione stratigrafica e consentono di ricavare una stima dei parametri geotecnici dei terreni attraversati. Nel dettaglio:

\_CPT\_1856: profondità raggiunta 14,0 m dal pc;

\_CPT\_1857: profondità raggiunta 10,0 m dal pc

\_CPT\_1858: profondità raggiunta 11,0 m dal pc

\_CPT\_1859: profondità raggiunta 11,0 m dal pc

\_CPT\_1860: profondità raggiunta 6,0 m dal pc

\_CPT\_1856: profondità raggiunta 6,0 m dal pc

L'andamento litostratigrafico del sottosuolo dell'area in esame, investigato attraverso le CPT fino ad una profondità massima di 14,0 m dal pc, può essere descritto in sintesi come di seguito:

**Ricostruzione stratigrafica:**

da p.c. a -0,60 m	terreno vegetale/ riporto
da -0,60 m a -1,80/2,20m	limi sabbiosi
da -1,80 m a -5,00/5,40m	limi argillosi
da -5,00/5,40 m a -5,80/6,00m	limi sabbiosi
da -6,00 a a - 6,80m	argille limose
da -6,80m a -14,0m	limi argillosi

La successione litostratigrafica ricavata dalle prove può essere considerata rappresentativa del sottosuolo presente in corrispondenza dell'area d'intervento.

La sequenza individua, dopo i primi 0,60 m di terreno di copertura, un livello di limo sabbioso di 1,20/1,60m di spessore caratterizzato da valori geotecnici medi, valori di resistenza alla punta  $10 < q_c < 20$  kg/cmq; al di sotto si alternano livelli di limi sabbiosi e limi argillosi caratterizzati da valori geotecnici scadenti con  $q_c < 10$  kg/cmq.

La ricostruzione schematica dell'andamento litostratigrafico del sottosuolo dell'area in esame è riportata nella "**Sezione litostratigrafica**" **All.9.**

## **6 – CARATTERISTICHE SISMICHE**

---

Nella classificazione sismica della Regione Toscana il territorio comunale di Pisa a seguito della pubblicazione della nuova Mappa della Pericolosità Sismica Regionale si colloca in zona sismica **3** attraverso l'approvazione del Del.GRT n. 878 del 08/10/2012, BURT parte Seconda n.43 del 24/10/2012 Supplemento n.136, per la quale è prevista una accelerazione orizzontale massima convenzionale al suolo  $0,100g < a_g < 0,125g$ .

Storicamente il territorio del comune di Pisa non è stato interessato da epicentri sismici significativi, ma risente della sismicità di aree circostanti tra cui si segnalano:

-La Garfagnana/Lunigiana e Val di Lima con eventi sismici frequenti di magnitudo elevata (rovinosa  $7^{\circ}$ - $8^{\circ}$  MCS) talora disastrosa (distruttrice  $9^{\circ}$ - $10^{\circ}$  MCS)

-Le depressioni tettoniche al margine meridionale della Pianura di Pisa (val di Fine, val d'Era, ecc) con eventi sismici più rari, talora disastrosi (vedi il terremoto del 1846 con epicentro a Orciano Pisano classificato come  $9^{\circ}$  grado MCS);

-Aree sismiche in mare (dorsali Meloria e Maestra) anch'esse con eventi sismici frequenti ma di magnitudo contenuta. L'ultimo evento segnalato risale all'Ottobre 2005.

Effetti registrati a Pisa, a seguito di sismi storicamente registrati in altre località, fanno emergere come la sismicità della vicina Garfagnana/Lunigiana e della dorsale Meloria/Maestra abbiano una forte influenza sul territorio.

Di seguito un diagramma riferito a Pisa che illustra le intensità documentate e/o ricostruite per i sismi di maggior rilievo dal 1200 a fine 1980:

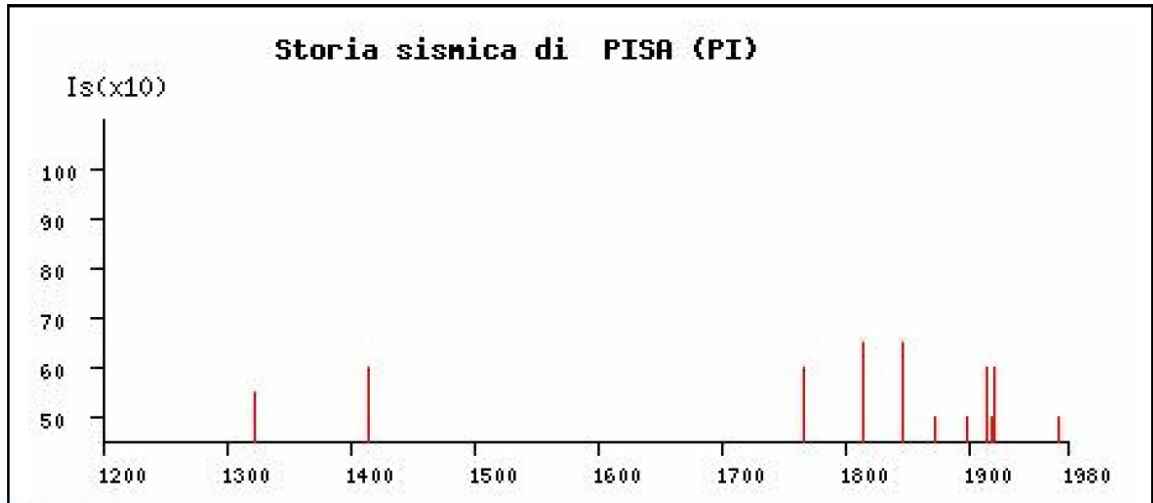


FIG. 2 – Massime intensità sismiche (da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani)

Per approfondire il quadro conoscitivo degli aspetti di risposta sismica locale, anche in ottemperanza dei criteri di classificazione della pericolosità sismica stabiliti dal DPGR 53/R/2011, e per redigere una ricostruzione preliminare delle caratteristiche sismiche dei terreni in esame sono state utilizzate due indagini sismiche eseguite in area limitrofa, uno stendimento sismico mediante metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Wavs) e n.1 misurazione di sismica passiva (HVSR).

Nel dettaglio la masw ha indagato i depositi alluvionali a nord dell'area nella zona industriale già edificata di Montacchiello, il tromino ha indagato i sedimenti alluvionali a sud dell'area.

I risultati delle indagini sono accorpati nell' **All.11 "Indagini Sismiche"** e nell'**All.10 "Ubicazioni indagini Sismiche"**.

In questa sede riportiamo solo che ai fini della classificazione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai sensi delle normative sismiche si ricava dall'indagine Masw, in base al parametro Vs30 pari a circa 200 m/s risultato come modello medio, poiché prossimo al confine di categoria e non in sito in modo cautelativo si attribuisce una categoria di fondazione di tipo "D".

*CATEGORIA "D": Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s.*

Per quanto riguarda le misurazioni di sismica passiva HVSR i dati di campagna sono stati acquisiti e hanno mostrato la presenza di un picco a

0,81 Hz (nell'intervallo 0.0-64.0 Hz) ed un secondo picco a 1,22 Hz con modesto rumore antropico e medie frequenze. Tali risultati ottenuti in un contesto di depositi alluvionali recenti possono portarci ad ipotizzare che l'area in esame può essere interessata da fenomeni di amplificazione locali e/o amplificazioni stratigrafiche.

## **7 – CARATTERISTICHE IDRAULICHE, IDROGEOLOGICHE E DI PERMEABILITA'**

---

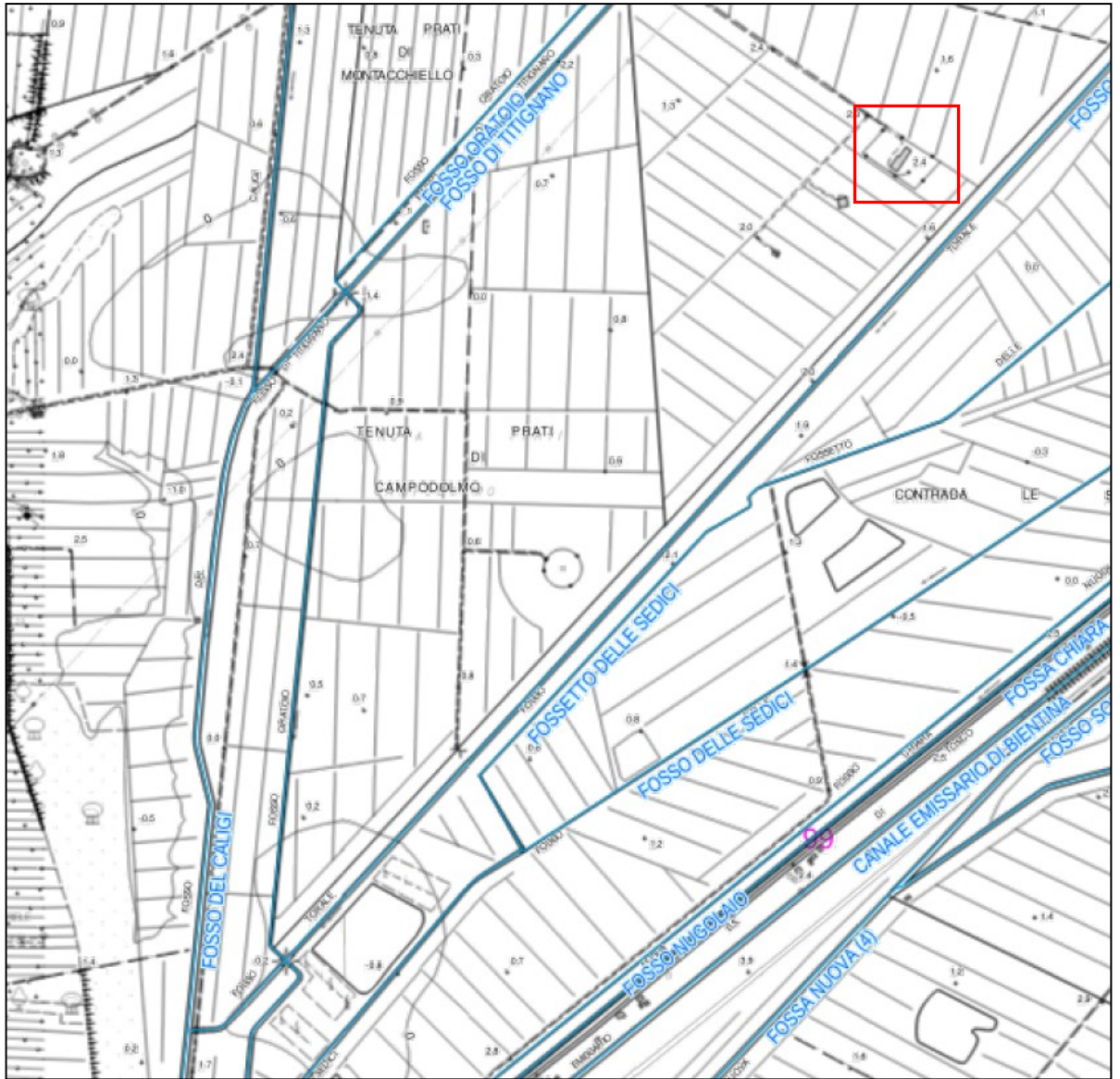
L'area oggetto di Variante è facente parte della porzione terminale del Bacino Idrografico del Fiume Arno (Valdarno Inferiore); in particolare nel settore meridionale del territorio comunale al confine con il comune di Cascina.

Dal punto di vista idraulico l'area è interessata da due sistemi idraulici, quello dell'Arno comprensivo dello Scolmatore e quello delle Bonifiche.

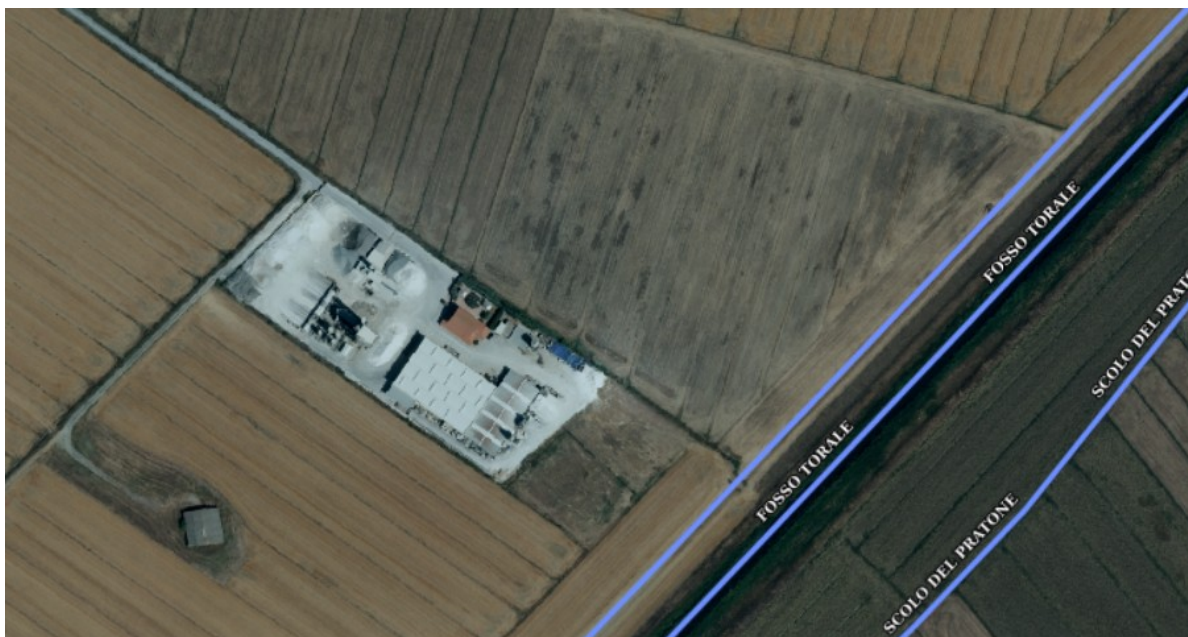
Da un punto di vista idrografico, la zona in esame è situata alla destra di due canali censiti dal Reticolo Idrografico della Regione Toscana (Reticolo Idrografico aggiornato con DCR 25/2024) uno più vicino al progetto in oggetto il BV9524 e il Fosso Torale (BV9809), il progetto in esame verrà realizzato tenendo conto della fascia di rispetto del più vicino.

Il Fosso Torale e il canale BV9524 sono facenti parte del Bacino a scolo meccanico Bonifica Arnaccio, questa ha un'estensione di 23,2 kmq, il canale recettore dell'area è la Fossa Chiara che recepisce il Fosso del Caligi; il Fosso Torale e il BV 9524 si immettono nel Fosso del Caligi il quale si unisce al Canale Navicelli, e questo infine si immette nel Canale Scolmatore.

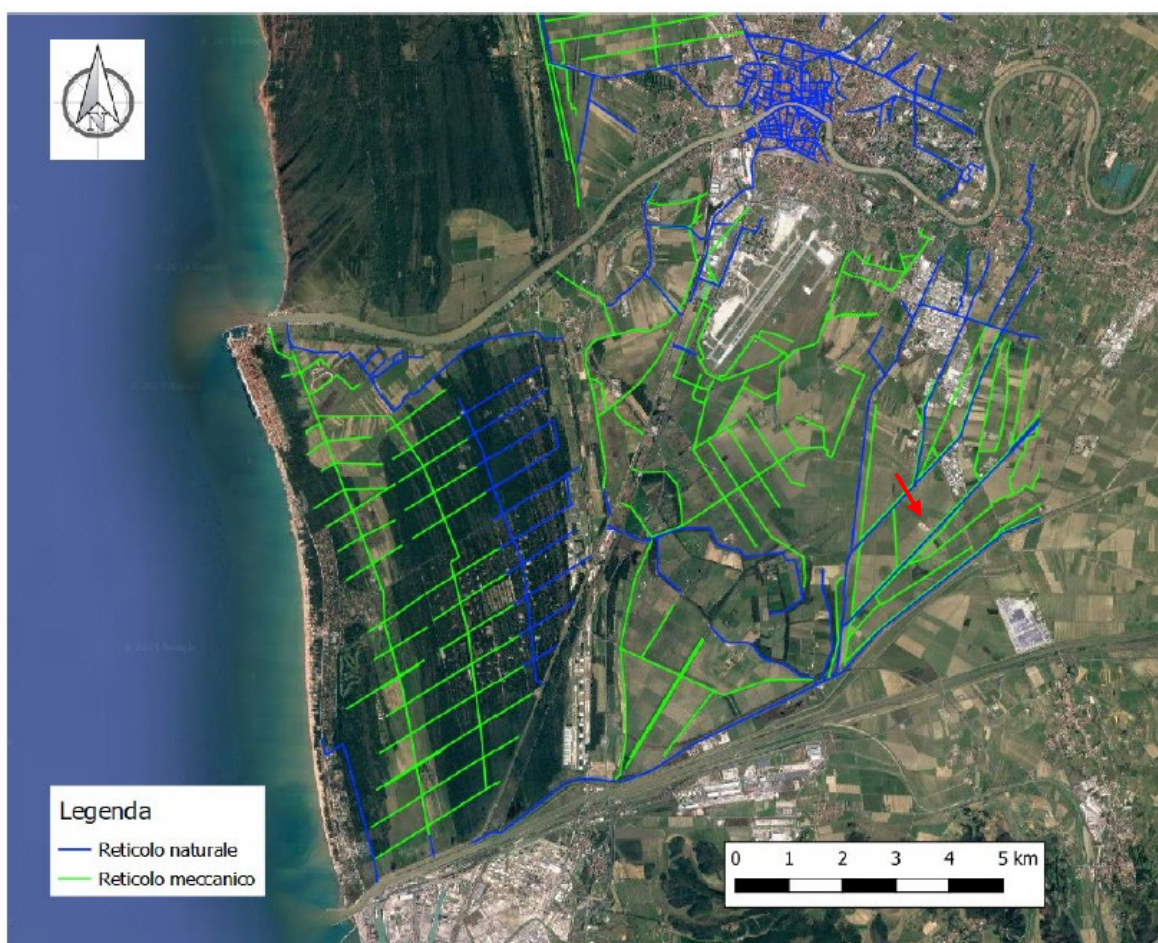
Il Canale Scolmatore per la zona meridionale del territorio comunale rappresenta il canale recettore del sistema di bonifiche, in cui recapitano la Fossa Chiara e l'impianto idrovoro del Calabrone (Lamone sud).



Reticolo Idrografico Geoscopia - Regione Toscana



Reticolo Idrografico - Regione Toscana aggiornato DCR 25/2024



Reticolo Idraulico secondario Comune di Pisa: in blu reticolo a scolo naturale, in verde reticolo a scolo meccanico.

Da un punto di vista idrogeologico la zona in esame si colloca nel margine meridionale della piana pisana, risulta essere caratterizzata da vene acquifere nei primi metri che caratterizzano un acquifero freatico o semi-freatico multistrato.

Il sistema di scorrimento sotterraneo è da considerarsi in rapporto di ricarica principalmente dai rilievi collinari ad est e poi per infiltrazione diretta delle acque meteoriche.

La 1 falda isopiezometrica si attesta a circa -3,0 m a -3,50 m slmm come evidenziato dalla carta idrogeologica, PSI.

Dai certificati non risulta registrata la quota della falda però in base alle caratteristiche dei depositi registrati il livello può essere confermato considerando livelli sabbiosi-limosi intercalati a quelli argillosi pressoché impermeabili.

Sulla **“Carta Idrogeologica” dell’All.12**, estratta dagli elaborati del PSI, è riportata la distinzione dei vari terreni affioranti nella zona in esame in funzione della loro capacità di contenere acqua (porosità) e di far defluire l’acqua (permeabilità e trasmissività).

Se queste caratteristiche sono proprie si parla di porosità e permeabilità primaria, se invece queste caratteristiche sono state acquisite per eventi successivi alla loro alla loro formazione ( ad esempio per fratture, fenomeni tettonici o dissoluzione chimica) si parla di porosità e permeabilità secondaria.

I terreni e le formazioni affioranti sono stati raggruppati in tre classi di permeabilità:

- Classe di permeabilità bassa
- Classe di permeabilità media
- Classe di permeabilità alta

La zona in esame è caratterizzata da permeabilità bassa per la presenza in affioramento di depositi alluvionali a dominanza limosi e argillosi.

In particolare le caratteristiche del sito individuano uno strato sotto il terreno di riporto spesso 1,20/1,60 m di limo sabbioso ma al di sotto sono presenti depositi prevalentemente argillosi, nel momento in cui questo

livello di limo sabbioso diventa saturo l'area va in difficoltà per espellere l'acqua in eccesso da qui la classificazione in permeabilità bassa.

## **8 – CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

---

Lo strumento di governo del territorio è il nuovo Piano Strutturale Intercomunale Pisa-Cascina.

Negli elaborati geologici di supporto al **PSI**, redatti ai sensi del DPGR 53/R/2011, il territorio comunale viene suddiviso nelle seguenti classi di pericolosità geomorfologica:

### **Aree a pericolosità geologica molto elevata (G4)**

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.

Si riferisce alla perimetrazione delle aree arginali con indizi di cedimento

### **Aree a pericolosità geologica elevata (G3)**

Aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche, le zone di scarpata, le aree di golena, le aree in subsidenza.

### **Aree a pericolosità geologica media (G2)**

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici, e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%. In queste aree non sussistono limitazioni o particolari prescrizioni alla trasformabilità.

L'area oggetto di Variante urbanistica risulta compresa, come evidenziato dall'estratto cartografico dell'**All.13 "Carta della pericolosità geologica"**, all'interno della classe **G1** pericolosità geomorfologica bassa, caratterizzata da depositi alluvionali, terreni con scadenti caratteristiche geotecniche.

L'area oggetto di Variante ai sensi del **DPGR 5/R/2020** è classificata in classe **G1**, il nuovo DPGR comprende oltre agli elementi geologici anche gli elementi geomorfologici e quelli relativi alla dinamica costiera.

La classe G1 pericolosità bassa comprende: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

## **9 – CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' SISMICA**

---

Negli elaborati geologici di supporto al PSI unificato, redatti ai sensi del DPGR 53/R/2011, basati su studi di microzonazione sismica di livelli 1 e dalle singole carte MOPS, il territorio comunale viene suddiviso nelle seguenti classi di pericolosità sismica:

### **Aree pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**

Corrispondono ai perimetri delle aree G4.

### **Aree pericolosità sismica locale elevata (S3)**

Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica; aree con amplificazione locale caratterizzate da alto contrasto di impedenza.

### **Aree pericolosità sismica locale media (S2)**

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità S.3.

L'area oggetto di Variante risulta compresa, come evidenziato dall'estratto cartografico dell'**All.14 "Carta della pericolosità sismica"**, all'interno della classe **S3** pericolosità sismica locale elevata ai sensi del DPGR 53/R, in quanto zona suscettibile di instabilità per amplificazioni locali e/o amplificazioni stratigrafiche.

L'area oggetto di Variante ai sensi del **DPGR 5/R/2020** è classificata in classe **S3**: pericolosità sismica locale elevata, questa caratterizza:

- zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

-terreni suscettibili di liquefazione dinamica.

## 10 – CARATTERISTICHE DI VULNERABILITA'

---

Le aree sensibili di vulnerabilità, individuate negli elaborati geologici di supporto al PSI redatti ai sensi del DPGR 53/R/2011, sono quelle propense a subire inquinamenti dei suoli e degli acquiferi da parte di agenti ed elementi immessi in ambiente da attività antropiche, la loro classificazione deriva dall'elaborazione della carta idrogeologica e delle permeabilità: il territorio comunale viene suddiviso nelle seguenti classi in funzione dei diversi gradi di sensibilità alla vulnerabilità:

**-Vulnerabilità bassa:** ne fanno parte i complessi argillosi, marnosi e flyschoidi, vulnerabili a seconda della pendenza del terreno e della complessità del reticolo drenante che possono determinare il fenomeno del ristagno idrico;

**-Vulnerabilità media:** ne fanno parte gli acquiferi impostati in complessi con granulometria bassa o medio-bassa, posti su un substrato generalmente impermeabile, non connessi agli acquiferi maggiori;

**-Vulnerabilità elevata:** ne fanno parte i sistemi acquiferi liberi in depositi alluvionali medio-fini connessi strettamente con la rete idrografica.

L'area oggetto di Variante risulta compresa, come evidenziato dall'estratto cartografico **All.15"Carta della Vulnerabilità degli acquiferi e problematiche idrogeologiche"** all'interno della classe di vulnerabilità bassa.

Tale classe di pericolosità, può essere confermata sebbene le indagini eseguite nell'area adiacente evidenziano la presenza, da 0,60 m a circa 2,00m, di livelli superficiali di limi sabbiosi che potrebbero presentare una vulnerabilità superiore ma al di sotto sono presenti depositi prevalentemente argillosi che costituiscono protezione per l'acquifero e minor propensione a subire inquinanti.

Gli elaborati geologici di supporto al PSI, redatti ai sensi del DPGR 53/R/2011, sono stati realizzati tenendo conto delle disposizioni e dei condizionamenti della LR 41/2018, *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n.49 e Modifiche alla LR 80/2015 a alla LR 65/2014.*

Lo studio ha aggiornato il quadro della pericolosità idraulica considerando il reticolo principale (Fiume Arno e Canale Scolmatore) e i principali corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico individuato dalla Regione Toscana ai sensi della LR 79/2012e smi.

il territorio comunale viene suddiviso nelle seguenti classi di pericolosità idraulica:

### **Pericolosità idraulica molto elevata (I4)**

Rientrano in questa classe le aree di fondovalle studiate che risultano inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente al periodo di ritorno  $Tr \leq 30$  anni;

### **Pericolosità idraulica elevata (I3)**

Rientrano in questa classe le aree di fondovalle studiate che risultano inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente al periodo di ritorno  $30 < Tr \leq 200$  anni;

L'area oggetto di Variante risulta compresa, come evidenziato dall'estratto cartografico dell'**All.16 "Carta della pericolosità idraulica"** redatto ai sensi del DPGR 53/R/2011 all'interno della seguente classe:

-pericolosità idraulica **I4** molto elevata  $Tr \leq 30$  anni ai sensi del DPGR 53/R/2011;

L'area oggetto di Variante ai sensi del **DPGR 5/R/2020** è classificata in classe **P3 aree a pericolosità per alluvioni frequenti**, come definite dall'art.2, comma 1, lettera d) della LR 41/2018.

Per quanto riguarda il "Distretto di Appennino Settentrionale" nella cartografia relativa alla perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica a livello di dettaglio l'area in oggetto è classificata a **pericolosità idraulica da alluvioni elevata P3**, inondabile da eventi con tempi di ritorno  $Tr \leq 30$  anni; l'estratto della "**Carta della pericolosità idraulica da alluvioni PGRA" All.17** rappresenta il recepimento e la definizione delle suddette classi.

Gli interventi nelle aree P3 sono regolamentati dalla LR 41/2018 "Disposizioni in materia di rischio da alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto Lgs 23 febbraio 2010, n.49(Attuazione delle direttive 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni)", l'area in oggetto in particolare è caratterizzata da **pericolosità per alluvioni frequenti**.

L'area è caratterizzata da un **battente di 2,05 m s.l.m.m.** (quota assoluta riferita alla quota del piano di campagna tramite consultazione volo Lidar); il progetto prevede sulla part.77 la realizzazione di un piazzale di stoccaggio di materiale pulito connesso all'attività esistente; la realizzazione del piazzale comporta un aumento di altezza della quota rispetto al piano di campagna attuale quindi un ampliamento di volume, inoltre il progetto prevede anche la realizzazione di un parcheggio in porzione della part.47.

I due interventi ai sensi della LRT 41/2018 sono inquadrati tra quelli consentiti all'Art.13 comma 4, "*Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo, gli interventi di seguito elencati possono essere realizzati alle condizioni stabilite.....*", lettera b) "*parcheggi in superficie a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il livello di rischio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali*".

Per le opere di mitigazione del rischio idraulico è previsto l'utilizzo di una porzione della particella catastale 47, realizzando una vasca di compensazione di circa 20.800 mq ed altri interventi di difesa; **per i dettagli si rimanda alla Relazione Idraulica dell'Ing. Cristiano Cappelli.**

Le classi di fattibilità dell'intervento vengono attribuite considerando le classi di pericolosità assegnate dagli elaborati allegati al PSI, redatti ai sensi del DPGR 53/R/2011, le condizioni da attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali sono differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

### FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (F1)

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

La classe F.1 indica situazioni di rischio da irrilevante a molto basso, dove per l'intervento non si richiedono specifiche prescrizioni; le indagini possono essere limitate ad un inquadramento generale servendosi, ove presenti, di dati già esistenti all'interno del medesimo contesto litostratigrafico.

### FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI (F2)

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

La Classe F.2 indica situazioni di rischio basso, dove per l'intervento sono richieste indagini geognostiche preliminari in situ senza particolari prescrizioni ad integrazione dei dati esistenti.

### FATTIBILITA' CONDIZIONATA (F3)

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini dell'individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia di 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.

La Classe F.3 indica situazioni di rischio da medio a medio elevato, dove per l'intervento si richiedono specifiche relativamente al progetto di indagini in situ, le quali devono essere estese all'interno lotto.

#### FATTIBILITA' LIMITATA (F4)

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, verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

La Classe F.4 indica situazioni di rischio da elevato a molto-elevato, dove per l'intervento si richiede che siano state eseguite a livello di Regolamento Urbanistico studi, indagini di dettaglio in situ e/o monitoraggi, anche in aree adiacenti e/o limitrofe, per definire il progetto di massima per la messa in sicurezza, in caso contrario gli interventi inseriti in classe di fattibilità 4 devono essere, al momento, considerati non fattibili/attuabili.

L'area in oggetto può essere quindi suddivisa nelle categorie di fattibilità:

Destinazione	Pericol.	Pericol.	Pericol.	Fattib.	Fatt	Fatt.
Urbanistica	Idraul.	Geol.	Simica	Idraul.	Geol.	Sism.
Artig/produtt.	I4	G1	S3	4	1	3

L'area oggetto di Variante risulta essere perimetrata nelle seguenti classi di pericolosità:

- **Pericolosità geologica G1;**
- **Pericolosità idraulica I4;**
- **Pericolosità simica locale S3.**

a cui vengono assegnate le rispettive categorie di fattibilità in funzione delle classi di pericolosità riscontrate, secondo quanto disposto dal **DPGR 05/R/2020** vengono assegnanti **criteri di fattibilità**.

Le prescrizioni di Fattibilità per i vari aspetti di pericolosità riscontrati in relazione ad una nuova destinazione urbanistica artigianale/produttivo per l'area oggetto di Variante sono descritte di seguito:

- 1) Fattibilità in relazione agli aspetti geologici** (geomorfologici):  
per tutte le aree interessate dalla Variante la fattibilità da **pericolosità**

**geologica bassa** (G1) necessita che siano rispettati i criteri di seguito elencati, secondo quanto definito al punto 3.2.4. delle direttive di cui all'Allegato A del DPGR 5/R/2020 del 30/03/2020:

La Fattibilità dell'aumento di superficie coperta e di volume attraverso la realizzazione del piazzale ( oggetto della Variante) e la realizzazione dell'area parcheggio vista la pericolosità geologica bassa non è subordinata a condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

## **2) Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici:**

nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla LR 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino, secondo quanto definito al punto 3.3. delle direttive di cui all'Allegato A del DPGR 5/R/2020 del 30/03/2020.

**La Fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'art.8, comma 1 della LR 41/2018.**

L'area oggetto di Variante è caratterizzata da **pericolosità per alluvioni frequente** la **Fattibilità degli interventi oggetto di Variante** sono di seguito brevemente descritti:

- a) La realizzazione di piazzale di stoccaggio materiale pulito connesso con l'attività esistente;
- b) La realizzazione di area a parcheggio privato;

Entrambi gli interventi vengono inquadrati ai sensi della LRT 41/2018 all'art.13 comma 4: "*Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo, gli interventi di seguito elencati possono essere realizzati alle condizioni stabilite.....*", lettera b) "*parcheggi in superficie a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il livello di rischio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali*".

Per i dettagli si rimanda allo Studio Idraulico realizzato dall'Ing.Cristiano Cappelli.

### **3) Fattibilità in relazione agli aspetti sismici:**

le aree interessate dalla Variante la Fattibilità da **pericolosità sismica locale elevata** (S3) necessita che siano rispettati i criteri riportati di seguito secondo quanto definito al punto 3.6.3. delle direttive di cui all'Allegato A del DPGR 5/R/2020 del 30/03/2020:

**a) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono da effettuare adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;**

**b) nel caso di zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica.**

La Fattibilità degli oggetto di Variante: gli interventi oggetto di Variante consistono in ampliamento di volume tramite realizzazione di piazzale ad uso deposito materiale pulito e la realizzazione di area parcheggio, le indagini reperite nell'area consentono anche considerando gli interventi in oggetto di inquadrare dal punto di vista sismico l'area.

Pisa, novembre 2024

Dott. Geol. Monica Laquidara



# COMUNE DI PISA

PROVINCIA DI PISA



**VARIANTE SUAP ai sensi del art.35 della LR 65/2014 e smi  
REALIZZAZIONE DI AMPLIAMENTO AREA DI STOCCAGGIO DI ATTIVITA' PRODUTTIVA E  
REALIZZAZIONE DI PARCHEGGIO PRIVATO**

**VIA DEL FAGIANO LOC. MONTACCHIELLO – PISA**

## ALLEGATI

PROPRIETA': PIERO GIULIANI SRL

Dott.Geol. MONICA LAQUIDARA  
OGT 1227  
Via Vecchia Fiorentina, 254  
Loc. Montione - Cascina (Pisa)- Cell.  
339.3197224  
e-mail: monilaq68@gmail.com





**AII.1:** UBICAZIONE AREA OGGETTO DI VARIANTE – SCALA 1:5.000



121: Aree industriali e commerciali

**AII.2:** COPERTURA SUOLO SCALA 1:15.000

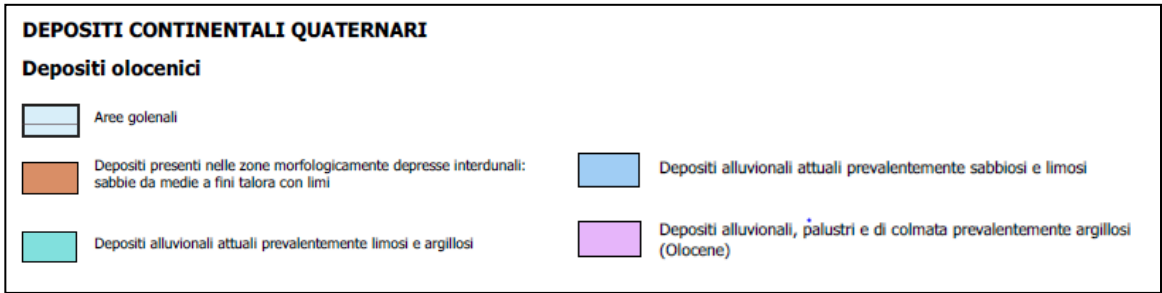


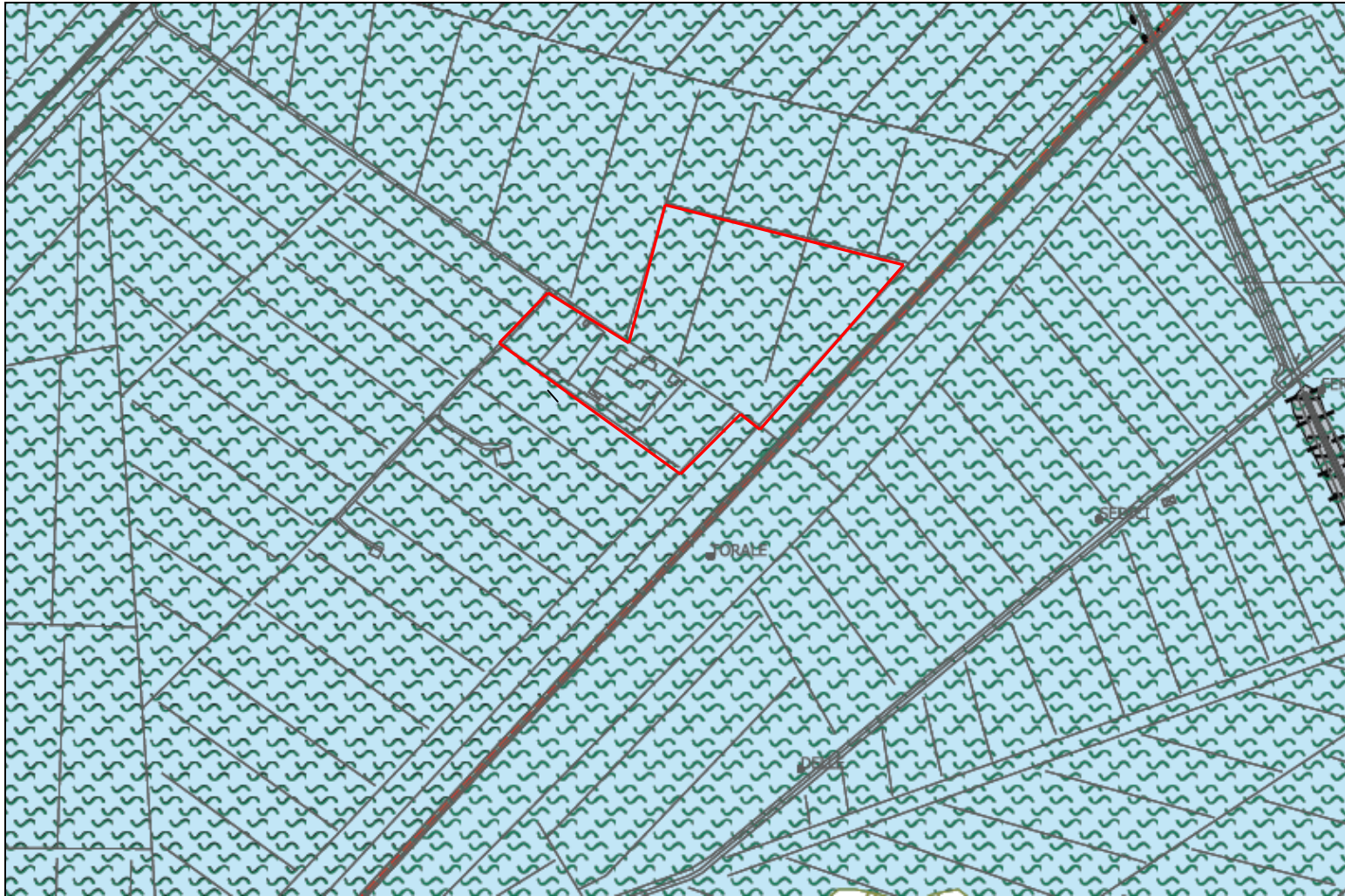
**All.3:** Estratto Catastale Scala 1:2.000



(Foglio 112 part. nn.75-32-77-47)



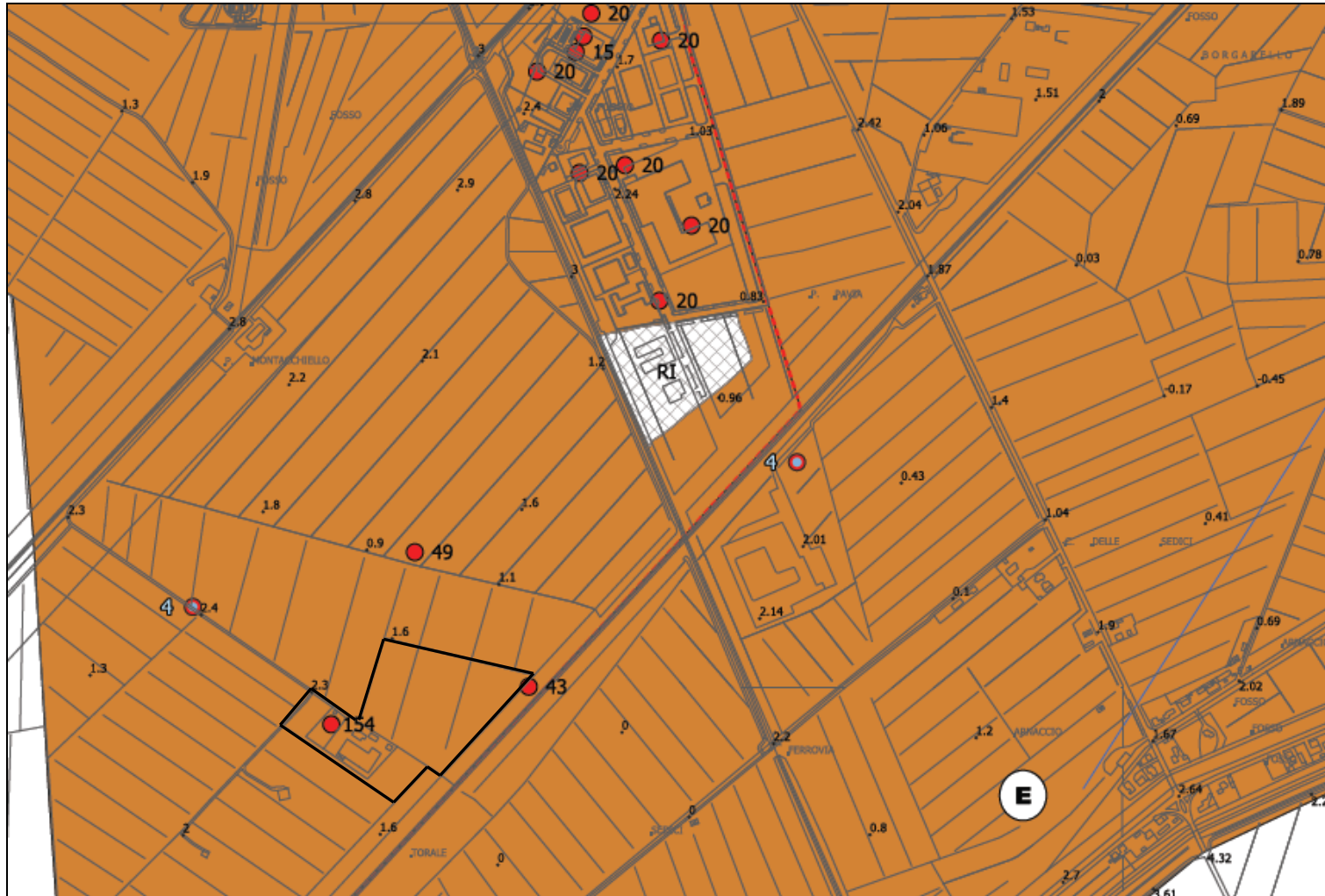
All.4: CARTA GEOLOGICA SCALA 1:15.000





-  Deposito alluvionale Inattivo Sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Frazione fine abbondante
-  Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici, sabbie fini o suoli limosi.

**AII.5:** CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1:15.000



- MH - Limi inorganici e sabbie fini
- ML - Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
- CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose

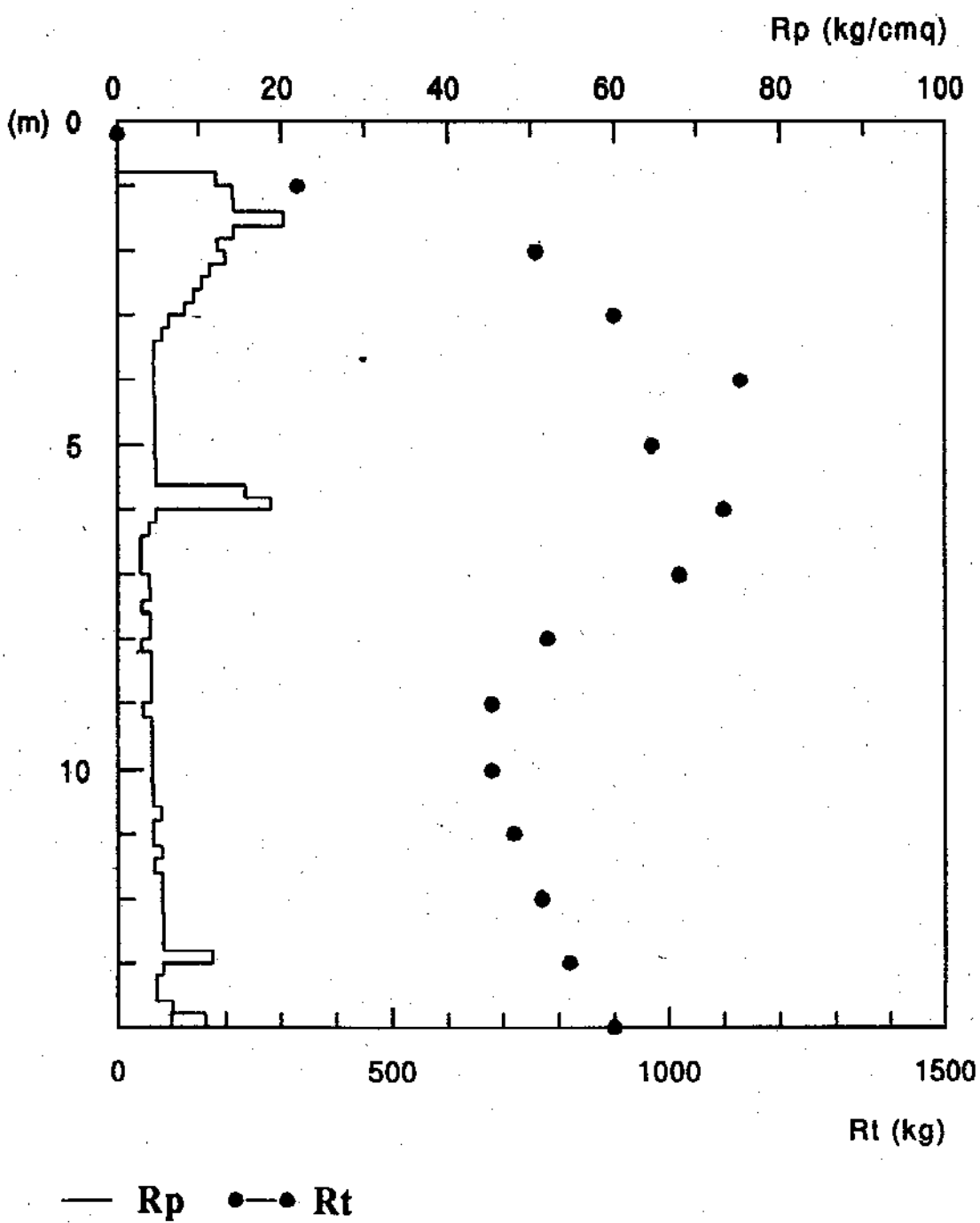
**AII.6:**CARTA GEO-TECNICA SCALA 1:15.000

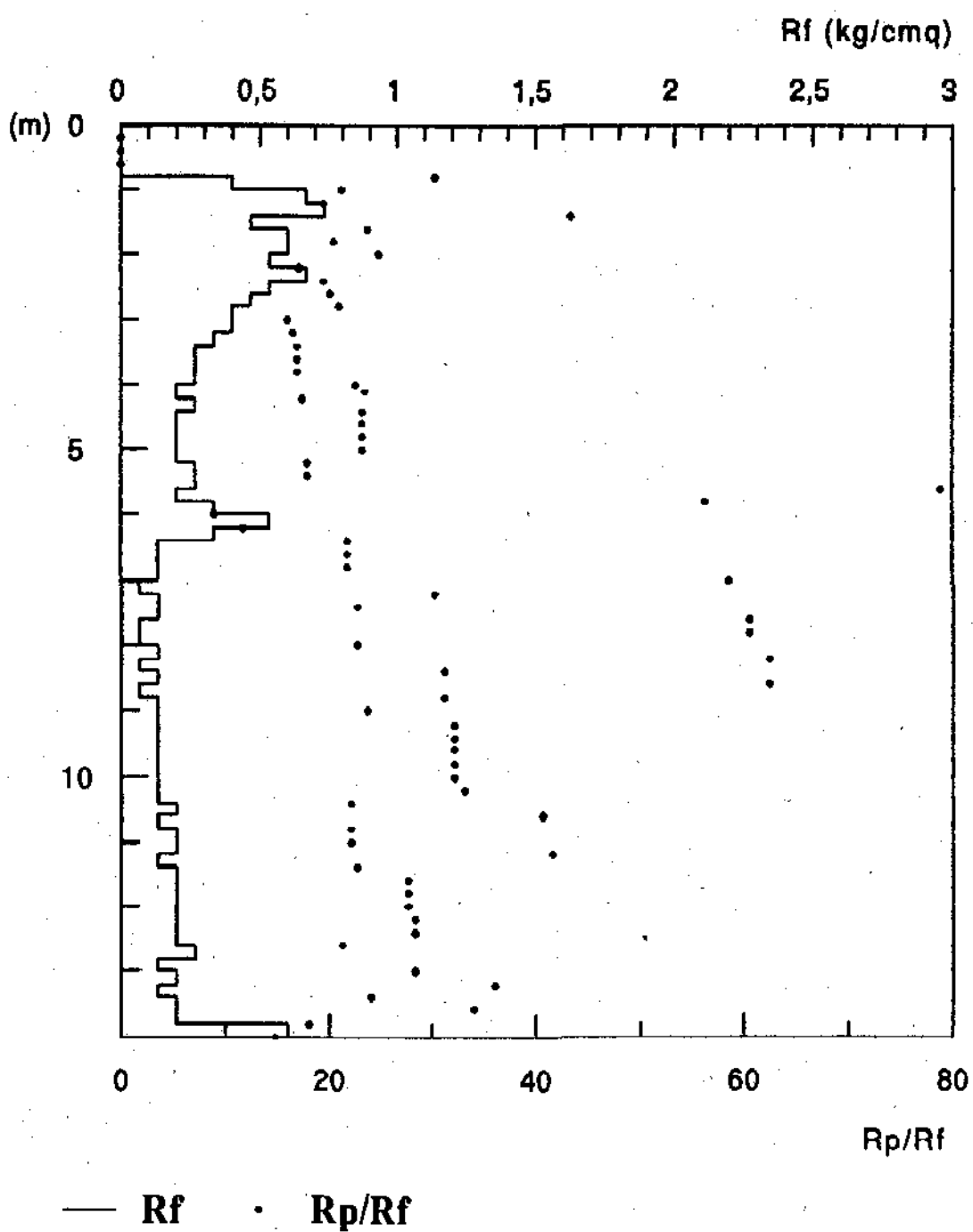


**All.7: DATI BASE**

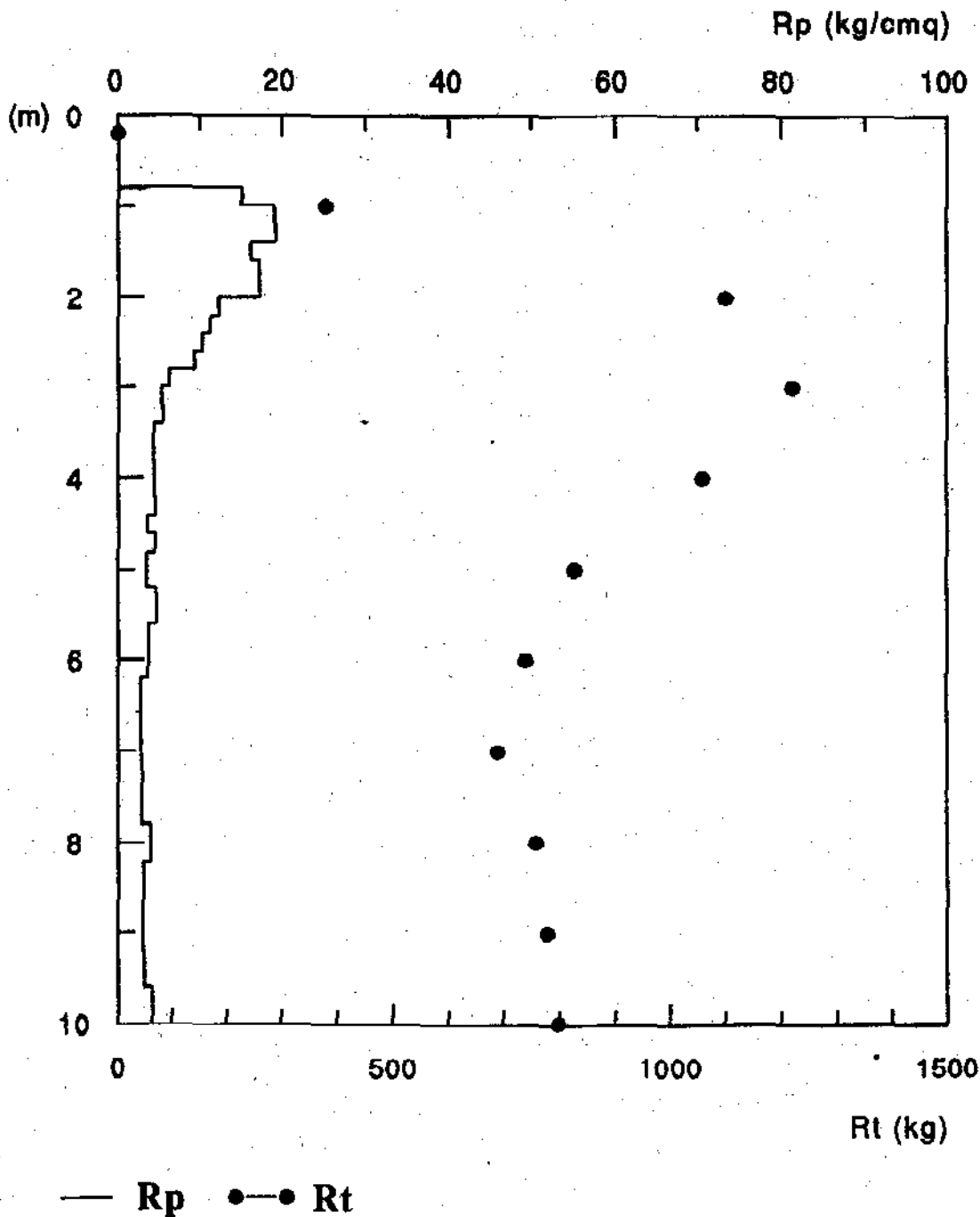
metri	lett: punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,2	0	0	0	0	0	0	0,00
0,4	0	0		0,00		0,00	0,00
0,6	0	0		0,00		0,00	0,00
0,8	12	18		12,13		0,40	30,33
1,00	14	24	33	14,13	330	0,67	21,20
1,2	14	25		14,26		0,73	19,45
1,4	20	27		20,26		0,47	43,41
1,6	14	23		14,26		0,60	23,77
1,8	12	21		12,26		0,60	20,43
2,00	13	21	76	13,26	760	0,53	24,86
2,2	11	21		11,39		0,67	17,09
2,4	10	18		10,39		0,53	19,48
2,6	9	16		9,39		0,47	20,12
2,8	8	14		8,39		0,40	20,98
3,00	6	12	90	6,39	900	0,40	15,97
3,2	5	10		5,52		0,33	16,56
3,4	4	8		4,52		0,27	16,95
3,6	4	8		4,52		0,27	16,95
3,8	4	8		4,52		0,27	16,95
4,00	4	7	113	4,52	1130	0,20	22,60
4,2	4	8		4,65		0,27	17,44
4,4	4	7		4,65		0,20	23,25
4,6	4	7		4,65		0,20	23,25
4,8	4	7		4,65		0,20	23,25
5,00	4	7	97	4,65	970	0,20	23,25
5,2	4	8		4,78		0,27	17,93
5,4	4	8		4,78		0,27	17,93
5,6	15	18		15,78		0,20	78,90
5,8	18	23		18,78		0,33	56,34
6,00	4	12	110	4,78	1100	0,53	8,96
6,2	3	8		3,91		0,33	11,73
6,4	2	4		2,91		0,13	21,83
6,6	2	4		2,91		0,13	21,83
6,8	2	4		2,91		0,13	21,83
7,00	3	4	102	3,91	1020	0,07	58,65
7,2	3	5		4,04		0,13	30,30
7,4	2	4		3,04		0,13	22,80
7,6	3	4		4,04		0,07	60,60
7,8	3	4		4,04		0,07	60,60
8,00	2	4	78	3,04	780	0,13	22,80
8,2	3	4		4,17		0,07	62,55
8,4	3	5		4,17		0,13	31,28
8,6	3	4		4,17		0,07	62,55
8,8	3	5		4,17		0,13	31,28
9,00	2	4	68	3,17	680	0,13	23,78
9,2	3	5		4,30		0,13	32,25
9,4	3	5		4,30		0,13	32,25
9,6	3	5		4,30		0,13	32,25
9,8	3	5		4,30		0,13	32,25

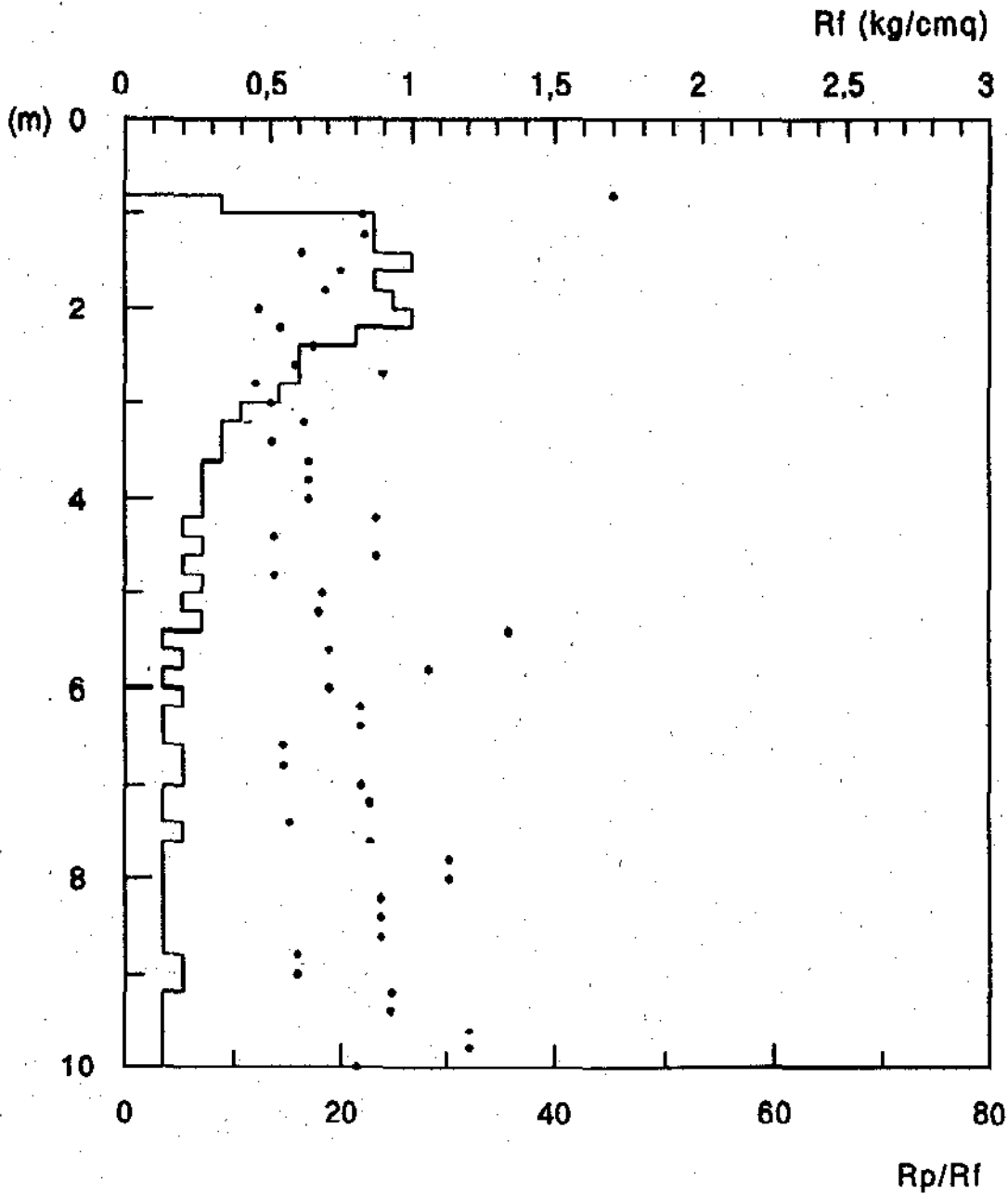
10,0	3	5	68	4,30	680	0,13	32,25
10,2	3	5		4,43		0,13	33,23
10,4	3	6		4,43		0,20	22,15
10,6	4	6		5,43		0,13	40,73
10,8	3	6		4,43		0,20	22,15
11,0	3	6	72	4,43	720	0,20	22,15
11,2	4	6		5,56		0,13	41,70
11,4	3	6		4,56		0,20	22,80
11,6	4	7		5,56		0,20	27,80
11,8	4	7		5,56		0,20	27,80
12,0	4	7	77	5,56	770	0,20	27,80
12,2	4	7		5,69		0,20	28,45
12,4	4	7		5,69		0,20	28,45
12,6	4	8		5,69		0,27	21,34
12,8	10	12		11,69		0,13	87,68
13,0	4	7	82	5,69	820	0,20	28,45
13,2	3	5		4,82		0,13	36,15
13,4	3	6		4,82		0,20	24,10
13,6	5	8		6,82		0,20	34,10
13,8	9	18		10,82		0,60	18,03
14,0	9	20	90	10,82	900	0,73	14,75





metri	lett: punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,4	0	0		0,13		0,00	ERR
0,6	0	0		0,13		0,00	ERR
0,8	15	20		15,13		0,33	45,39
1,00	19	32	23	19,13	230	0,87	22,07
1,2	19	32		19,26		0,87	22,22
1,4	16	31		16,26		1,00	16,26
1,6	17	30		17,26		0,87	19,92
1,8	17	31		17,26		0,93	18,49
2,00	12	27	11	12,26	110	1,00	12,26
2,2	11	23		11,39		0,80	14,24
2,4	10	19		10,39		0,60	17,32
2,6	9	18		9,39		0,60	15,65
2,8	6	14		6,39		0,53	11,98
3,00	5	11	36	5,39	360	0,40	13,47
3,2	5	10		5,52		0,33	16,56
3,4	4	9		4,52		0,33	13,56
3,6	4	8		4,52		0,27	16,95
3,8	4	8		4,52		0,27	16,95
4,00	4	8	38	4,52	380	0,27	16,95
4,2	4	7		4,65		0,20	23,25
4,4	3	7		3,65		0,27	13,69
4,6	4	7		4,65		0,20	23,25
4,8	3	7		3,65		0,27	13,69
5,00	3	6	97	3,65	970	0,20	18,25
5,2	4	8		4,78		0,27	17,93
5,4	4	6		4,78		0,13	35,85
5,6	3	6		3,78		0,20	18,90
5,8	3	5		3,78		0,13	28,35
6,00	3	6	121	3,78	1210	0,20	18,90
6,2	2	4		2,91		0,13	21,83
6,4	2	4		2,91		0,13	21,83
6,6	2	5		2,91		0,20	14,55
6,8	2	5		2,91		0,20	14,55
7,00	2	4	165	2,91	1650	0,13	21,83
7,2	2	4		3,04		0,13	22,80
7,4	2	5		3,04		0,20	15,20
7,6	2	4		3,04		0,13	22,80
7,8	3	5		4,04		0,13	30,30
8,00	3	5	165	4,04	1650	0,13	30,30
8,2	2	4		3,17		0,13	23,78
8,4	2	4		3,17		0,13	23,78
8,6	2	4		3,17		0,13	23,78
8,8	2	5		3,17		0,20	15,85
9,00	2	5	180	3,17	1800	0,20	15,85
9,2	2	4		3,30		0,13	24,75
9,4	2	4		3,30		0,13	24,75
9,6	3	5		4,30		0,13	32,25
9,8	3	5		4,30		0,13	32,25
10,0	3	6	198	4,30	1980	0	21,50

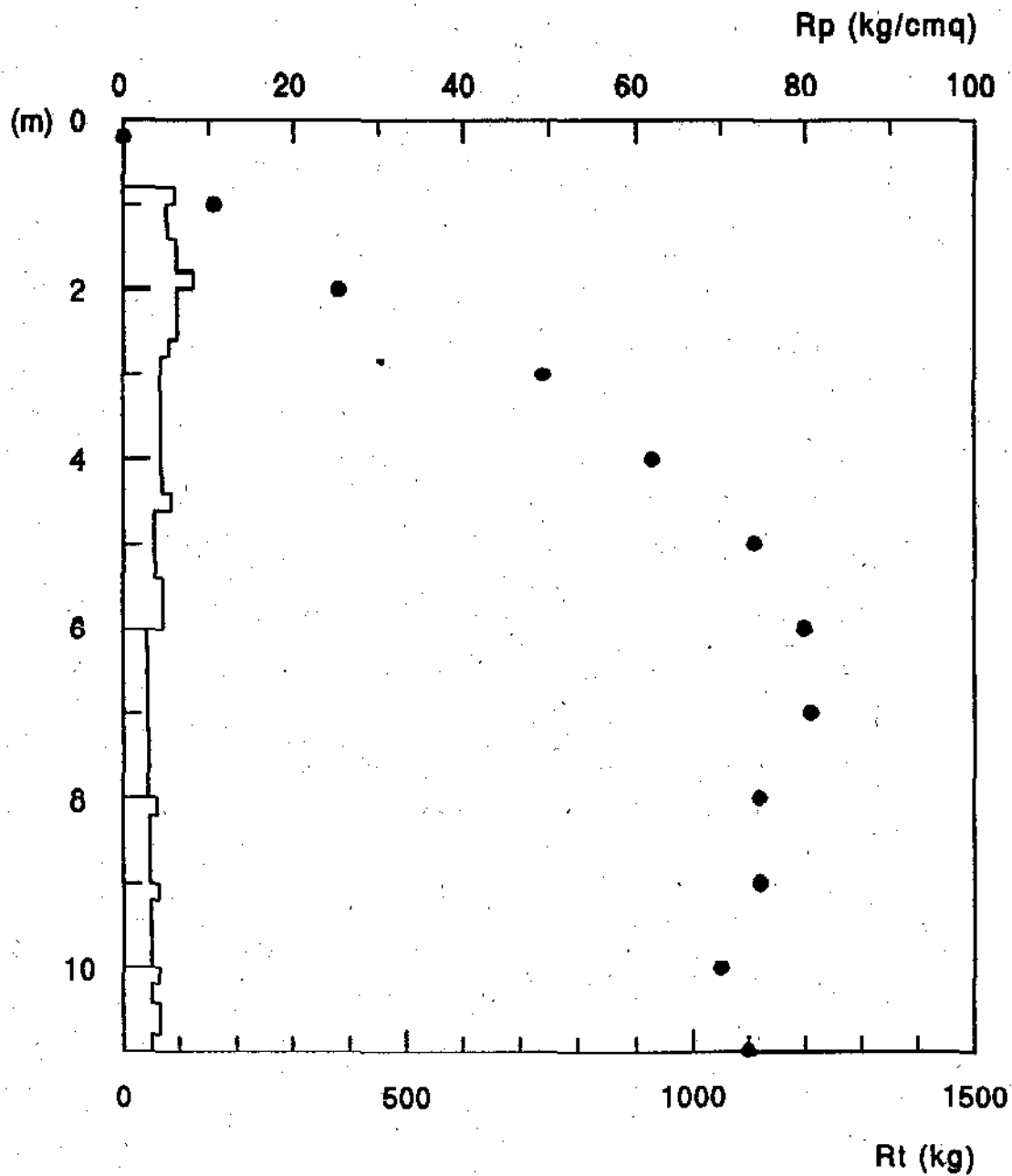




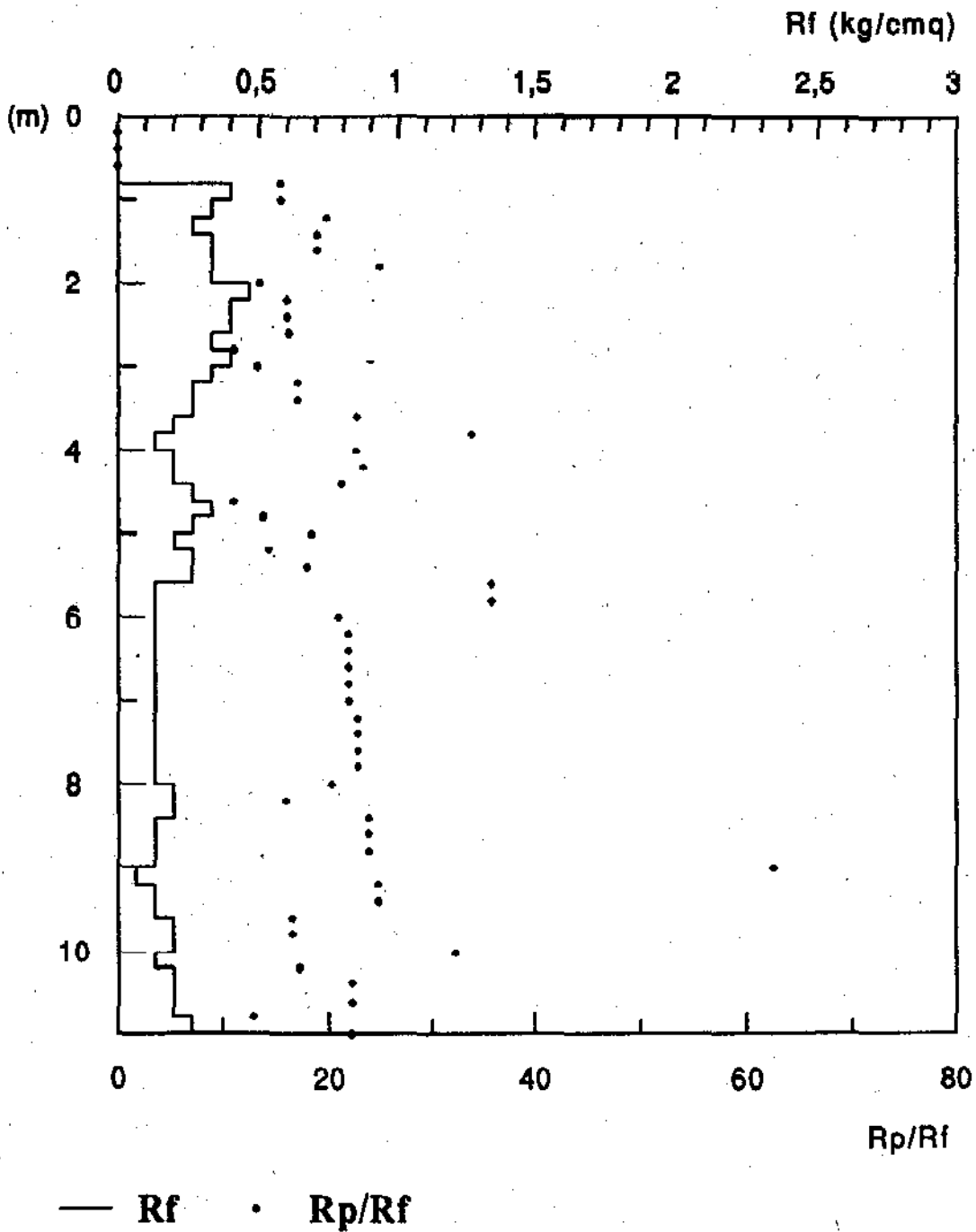
— Rf    • Rp/Rf

metri	lett: punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,2	0	0	0	0	0	0	0,00
0,4	0	0		0,00		0,00	0,00
0,6	0	0		0,00		0,00	0,00
0,8	6	12		6,13		0,40	15,33
1,00	5	10	16	5,13	160	0,33	15,39
1,2	5	9		5,26		0,27	19,73
1,4	6	11		6,26		0,33	18,78
1,6	6	11		6,26		0,33	18,78
1,8	8	13		8,26		0,33	24,78
2,00	6	13	38	6,26	380	0,47	13,41
2,2	6	12		6,39		0,40	15,97
2,4	6	12		6,39		0,40	15,97
2,6	5	10		5,39		0,33	16,17
2,8	4	10		4,39		0,40	10,97
3,00	4	9	74	4,39	740	0,33	13,17
3,2	4	8		4,52		0,27	16,95
3,4	4	8		4,52		0,27	16,95
3,6	4	7		4,52		0,20	22,60
3,8	4	6		4,52		0,13	33,90
4,00	4	7	93	4,52	930	0,20	22,60
4,2	4	7		4,65		0,20	23,25
4,4	5	9		5,65		0,27	21,19
4,6	3	8		3,65		0,33	10,95
4,8	3	7		3,65		0,27	13,69
5,00	3	6	111	3,65	1110	0,20	18,25
5,2	3	7		3,78		0,27	14,18
5,4	4	8		4,78		0,27	17,93
5,6	4	6		4,78		0,13	35,85
5,8	4	6		4,78		0,13	35,85
6,00	2	4	120	2,78	1200	0,13	20,85
6,2	2	4		2,91		0,13	21,83
6,4	2	4		2,91		0,13	21,83
6,6	2	4		2,91		0,13	21,83
6,8	2	4		2,91		0,13	21,83
7,00	2	4	121	2,91	1210	0,13	21,83
7,2	2	4		3,04		0,13	22,80
7,4	2	4		3,04		0,13	22,80
7,6	2	4		3,04		0,13	22,80
7,8	2	4		3,04		0,13	22,80
8,00	3	6	112	4,04	1120	0,20	20,20
8,2	2	5		3,17		0,20	15,85
8,4	2	4		3,17		0,13	23,78
8,6	2	4		3,17		0,13	23,78
8,8	2	4		3,17		0,13	23,78
9,00	3	4	112	4,17	1120	0,07	62,55
9,2	2	4		3,30		0,13	24,75
9,4	2	4		3,30		0,13	24,75
9,6	2	5		3,30		0,20	16,50
9,8	2	5		3,30		0,20	16,50

10,0	3	5	105	4,30	1050	0,13	32,25
10,2	2	5		3,43		0,20	17,15
10,4	3	6		4,43		0,20	22,15
10,6	3	6		4,43		0,20	22,15
10,8	2	6		3,43		0,27	12,86
11,0	3	6	110	4,43	1100	0,20	22,15

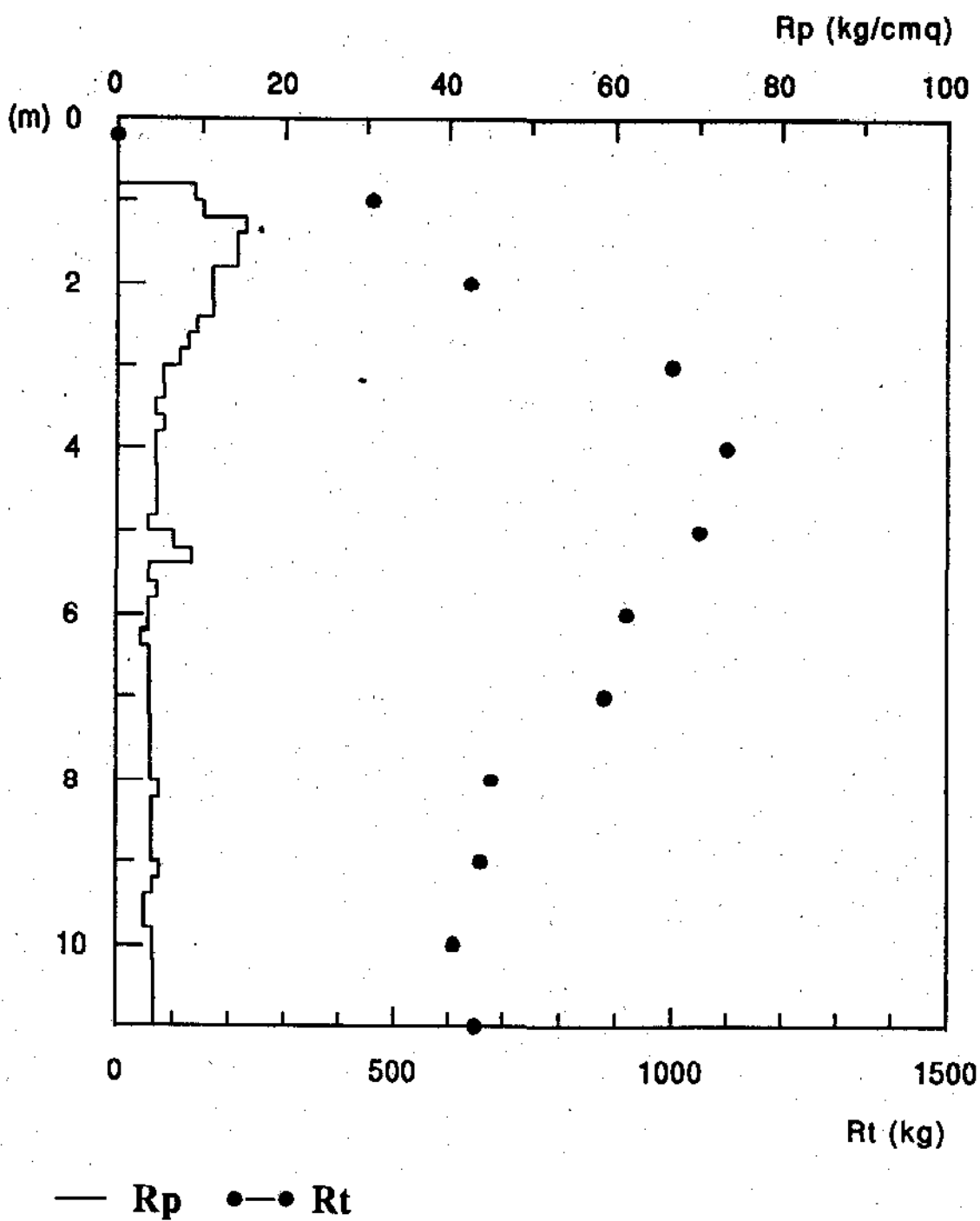


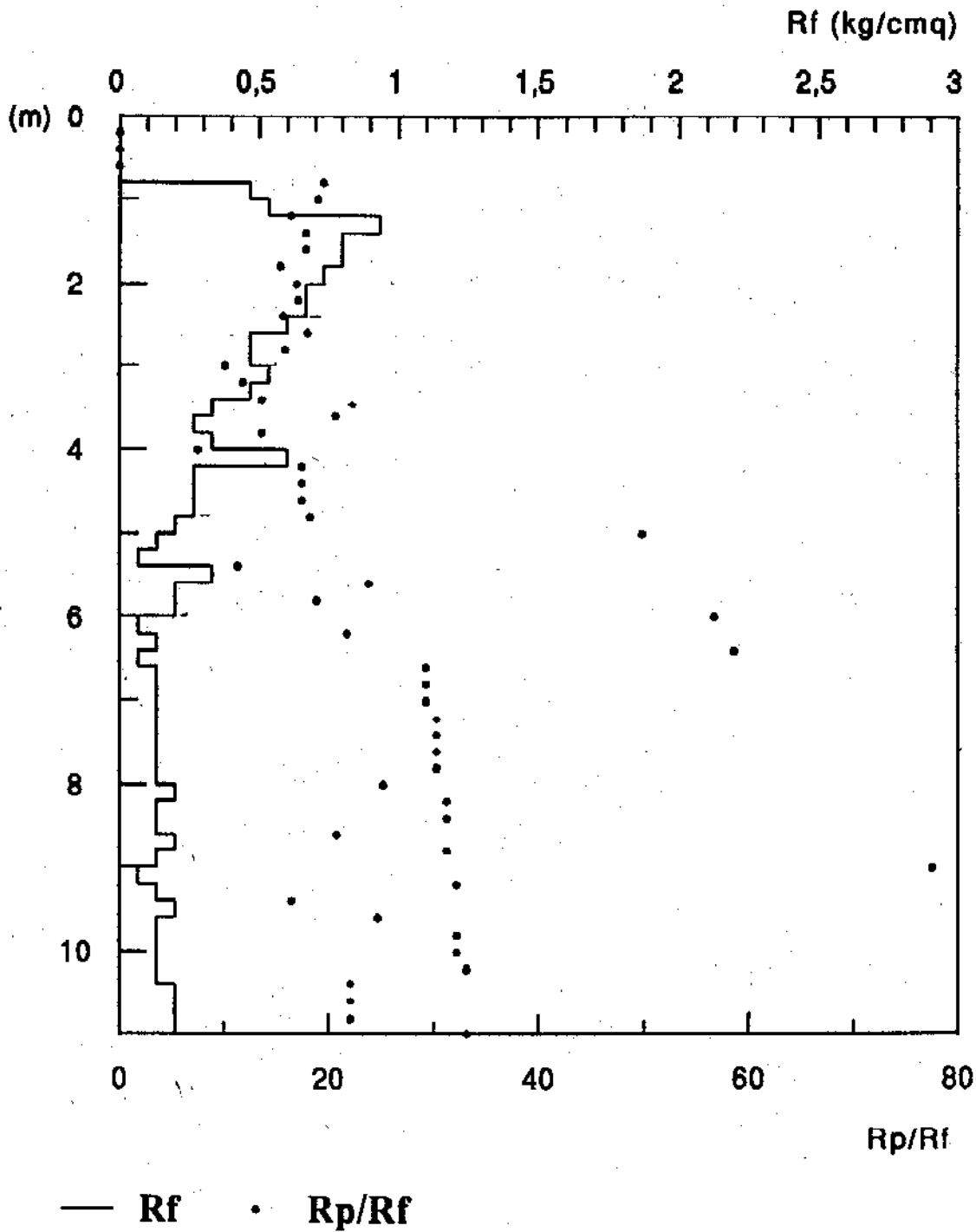
— Rp    ●—● Rt



metri	lett. punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,2	0	0	0	0	0	0	0,00
0,4	0	0		0,00		0,00	0,00
0,6	0	0		0,00		0,00	0,00
0,8	9	16		9,13		0,47	19,56
1,00	10	18	46	10,13	460	0,53	18,99
1,2	15	29		15,26		0,93	16,35
1,4	14	26		14,26		0,80	17,83
1,6	14	26		14,26		0,80	17,83
1,8	11	22		11,26		0,73	15,35
2,00	11	21	64	11,26	640	0,67	16,89
2,2	11	21		11,39		0,67	17,09
2,4	9	18		9,39		0,60	15,65
2,6	8	15		8,39		0,47	17,98
2,8	7	14		7,39		0,47	15,84
3,00	5	13	100	5,39	1000	0,53	10,11
3,2	5	12		5,52		0,47	11,83
3,4	4	9		4,52		0,33	13,56
3,6	5	9		5,52		0,27	20,70
3,8	4	9		4,52		0,33	13,56
4,00	4	13	110	4,52	1100	0,60	7,53
4,2	4	8		4,65		0,27	17,44
4,4	4	8		4,65		0,27	17,44
4,6	4	8		4,65		0,27	17,44
4,8	3	6		3,65		0,20	18,25
5,00	6	8	105	6,65	1050	0,13	49,88
5,2	8	9		8,78		0,07	131,70
5,4	3	8		3,78		0,33	11,34
5,6	4	7		4,78		0,20	23,90
5,8	3	6		3,78		0,20	18,90
6,00	3	4	92	3,78	920	0,07	56,70
6,2	2	4		2,91		0,13	21,83
6,4	3	4		3,91		0,07	58,65
6,6	3	5		3,91		0,13	29,33
6,8	3	5		3,91		0,13	29,33
7,00	3	5	88	3,91	880	0,13	29,33
7,2	3	5		4,04		0,13	30,30
7,4	3	5		4,04		0,13	30,30
7,6	3	5		4,04		0,13	30,30
7,8	3	5		4,04		0,13	30,30
8,00	4	7	68	5,04	680	0,20	25,20
8,2	3	5		4,17		0,13	31,28
8,4	3	5	474	4,17		0,13	31,28
8,6	3	6		4,17		0,20	20,85
8,8	3	5		4,17		0,13	31,28
9,00	4	5	66	5,17	660	0,07	77,55
9,2	3	5		4,30		0,13	32,25
9,4	2	5		3,30		0,20	16,50
9,6	2	4		3,30		0,13	24,75
9,8	3	5		4,30		0,13	32,25

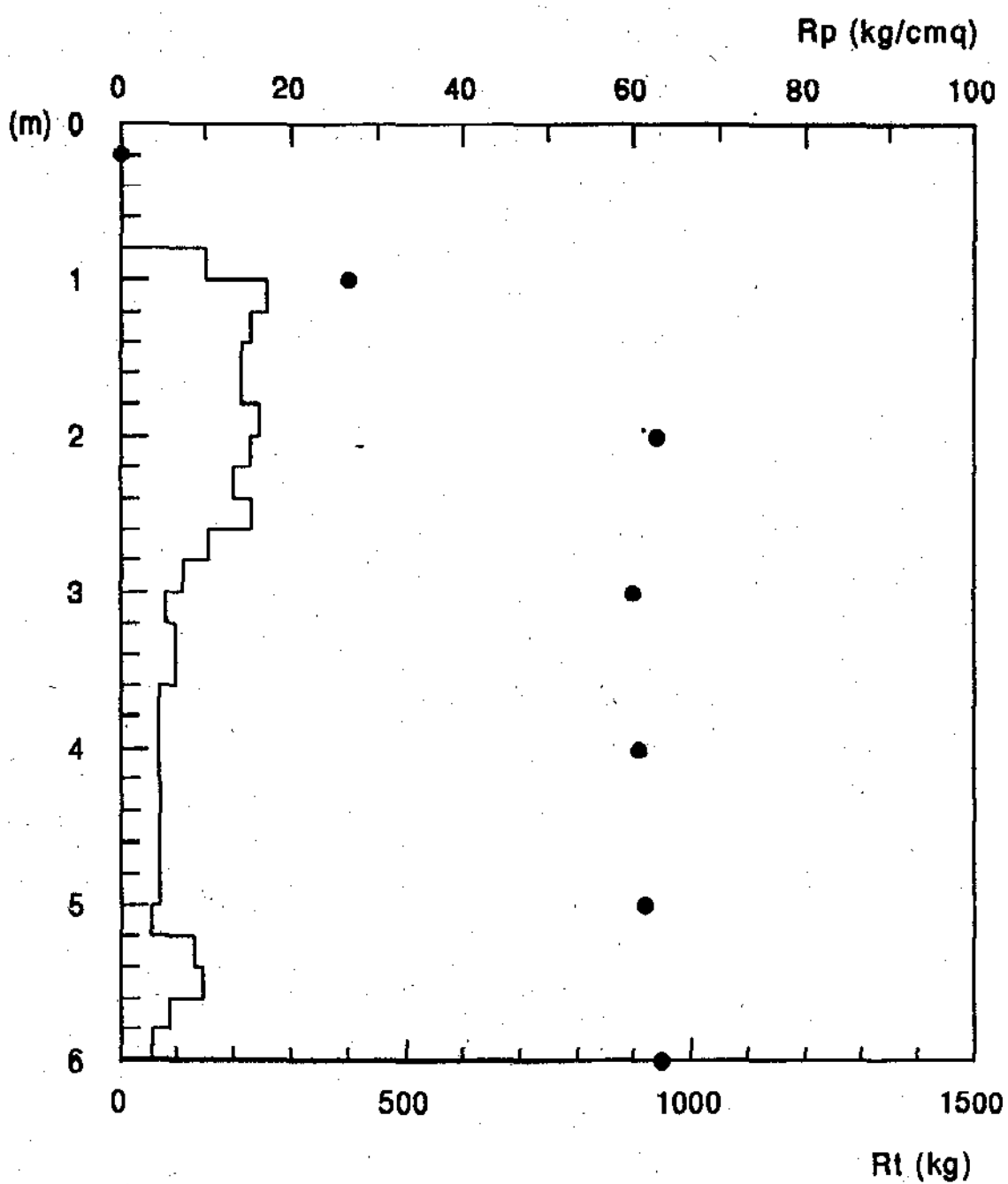
10,0	3	5	61	4,30	610	0,13	32,25
10,2	3	5		4,43		0,13	33,23
10,4	3	6		4,43		0,20	22,15
10,6	3	6		4,43		0,20	22,15
10,8	3	6		4,43		0,20	22,15
11,0	3	5	65	4,43	650	0,13	33,23



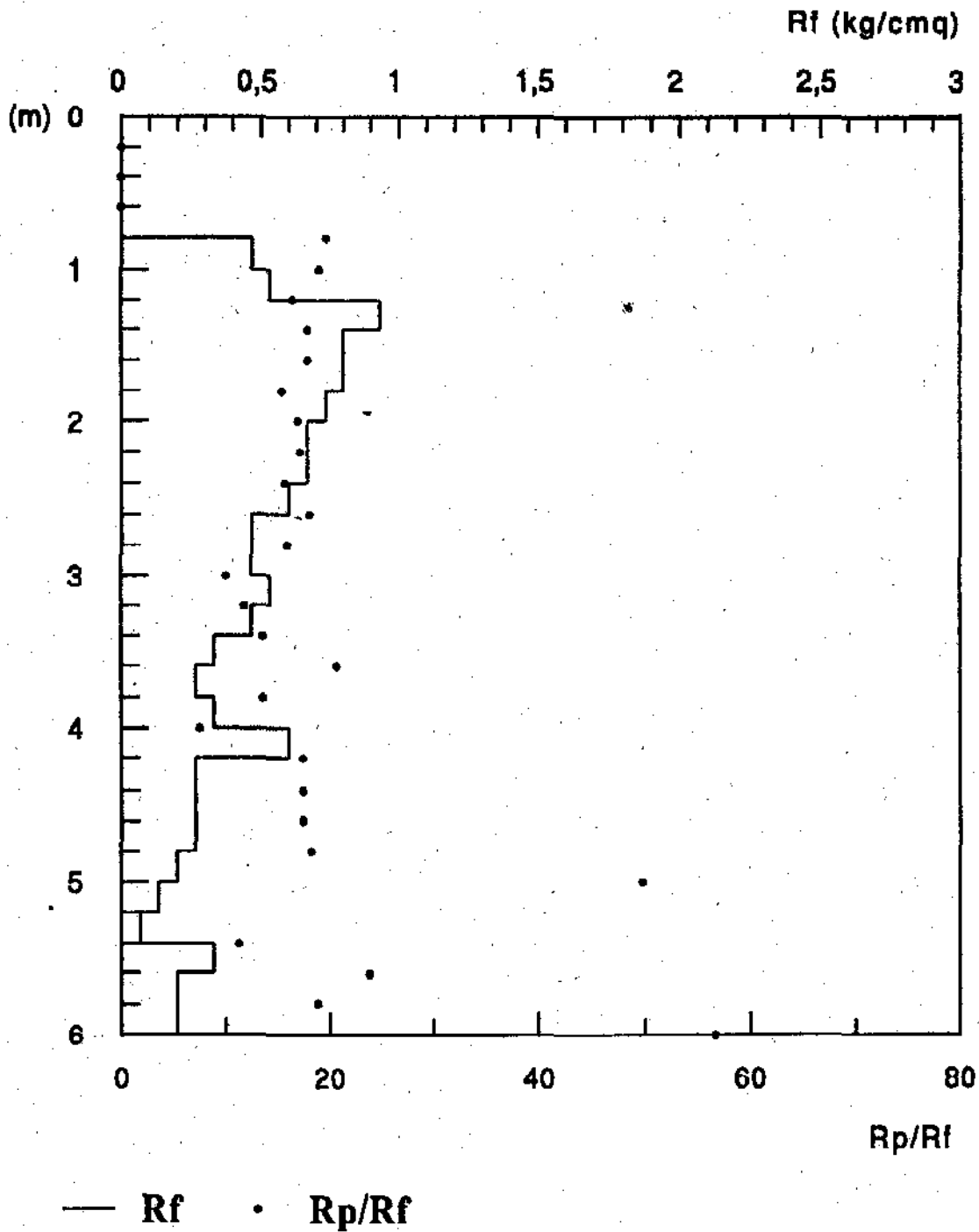


—  $R_f$     •  $R_p/R_f$

metri	lett: punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,2	0	0	0	0	0	0	0,00
0,4	0	0		0,00		0,00	0,00
0,6	0	0		0,00		0,00	0,00
0,8	10	15		10,13		0,33	30,39
1,00	17	32	40	17,13	400	1,00	17,13
1,2	15	31		15,26		1,07	14,31
1,4	14	25		14,26		0,73	19,45
1,6	14	24		14,26		0,67	21,39
1,8	16	31		16,26		1,00	16,26
2,00	15	30	94	15,26	940	1,00	15,26
2,2	13	28		13,39		1,00	13,39
2,4	15	30		15,39		1,00	15,39
2,6	10	20		10,39		0,67	15,59
2,8	7	18		7,39		0,73	10,08
3,00	5	14	90	5,39	900	0,60	8,98
3,2	6	13		6,52		0,47	13,97
3,4	6	13		6,52		0,47	13,97
3,6	4	10		4,52		0,40	11,30
3,8	4	9		4,52		0,33	13,56
4,00	4	8	91	4,52	910	0,27	16,95
4,2	4	9		4,65		0,33	13,95
4,4	4	9		4,65		0,33	13,95
4,6	4	9		4,65		0,33	13,95
4,8	4	8		4,65		0,27	17,44
5,00	3	8	92	3,65	920	0,33	10,95
5,2	8	17		8,78		0,60	14,63
5,4	9	16		9,78		0,47	20,96
5,6	5	9		5,78		0,27	21,68
5,8	3	6		3,78		0,20	18,90
6,00	3	7	95	3,78	950	0,27	14,18



— Rp    ●—● Rt

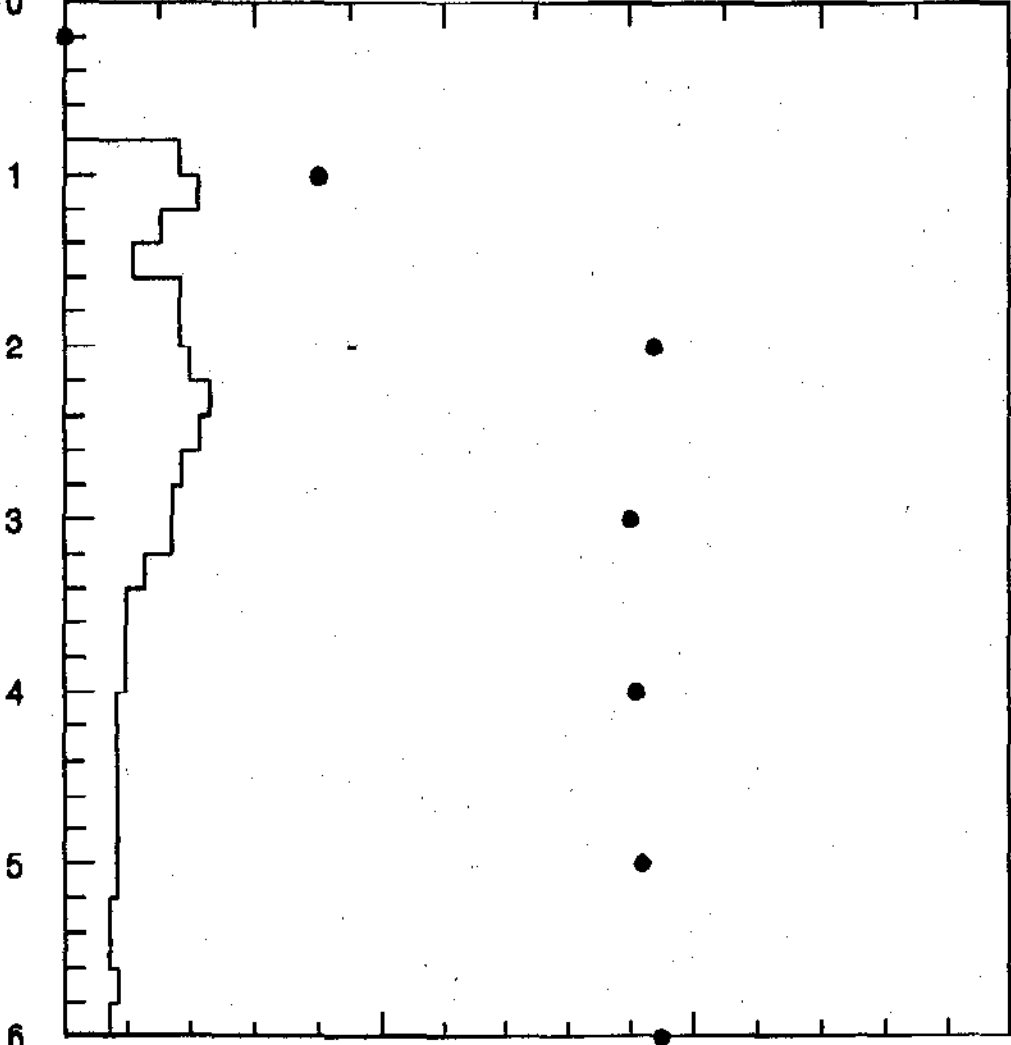


metri	lett: punta	lat	tot.	Rp-kg/cmq	Rt - kg	Rf-kg/cmq	Rp/Rf
0,2	0	0	0	0	0	0	0,00
0,4	0	0		0,00		0,00	0,00
0,6	0	0		0,00		0,00	0,00
0,8	12	16		12,13		0,27	45,49
1,00	14	27	35	14,13	350	0,87	16,30
1,2	10	19		10,26		0,60	17,10
1,4	7	19		7,26		0,80	9,08
1,6	12	19		12,26		0,47	26,27
1,8	12	22		12,26		0,67	18,39
2,00	13	20	80	13,26	800	0,47	28,41
2,2	15	23		15,39		0,53	28,86
2,4	14	21		14,39		0,47	30,84
2,6	12	20		12,39		0,53	23,23
2,8	11	18		11,39		0,47	24,41
3,00	11	19	124	11,39	1240	0,53	21,36
3,2	8	15		8,52		0,47	18,26
3,4	6	13		6,52		0,47	13,97
3,6	6	11		6,52		0,33	19,56
3,8	6	11		6,52		0,33	19,56
4,00	5	10	143	5,52	1430	0,33	16,56
4,2	5	10		5,65		0,33	16,95
4,4	5	10		5,65		0,33	16,95
4,6	5	10		5,65		0,33	16,95
4,8	5	9		5,65		0,27	21,19
5,00	5	9	150	5,65	1500	0,27	21,19
5,2	4	8		4,78		0,27	17,93
5,4	4	8		4,78		0,27	17,93
5,6	5	9		5,78		0,27	21,68
5,8	4	8		4,78		0,27	17,93
6,00	4	9	145	4,78	1450	0,33	14,34

Rp (kg/cmq)

0 20 40 60 80 100

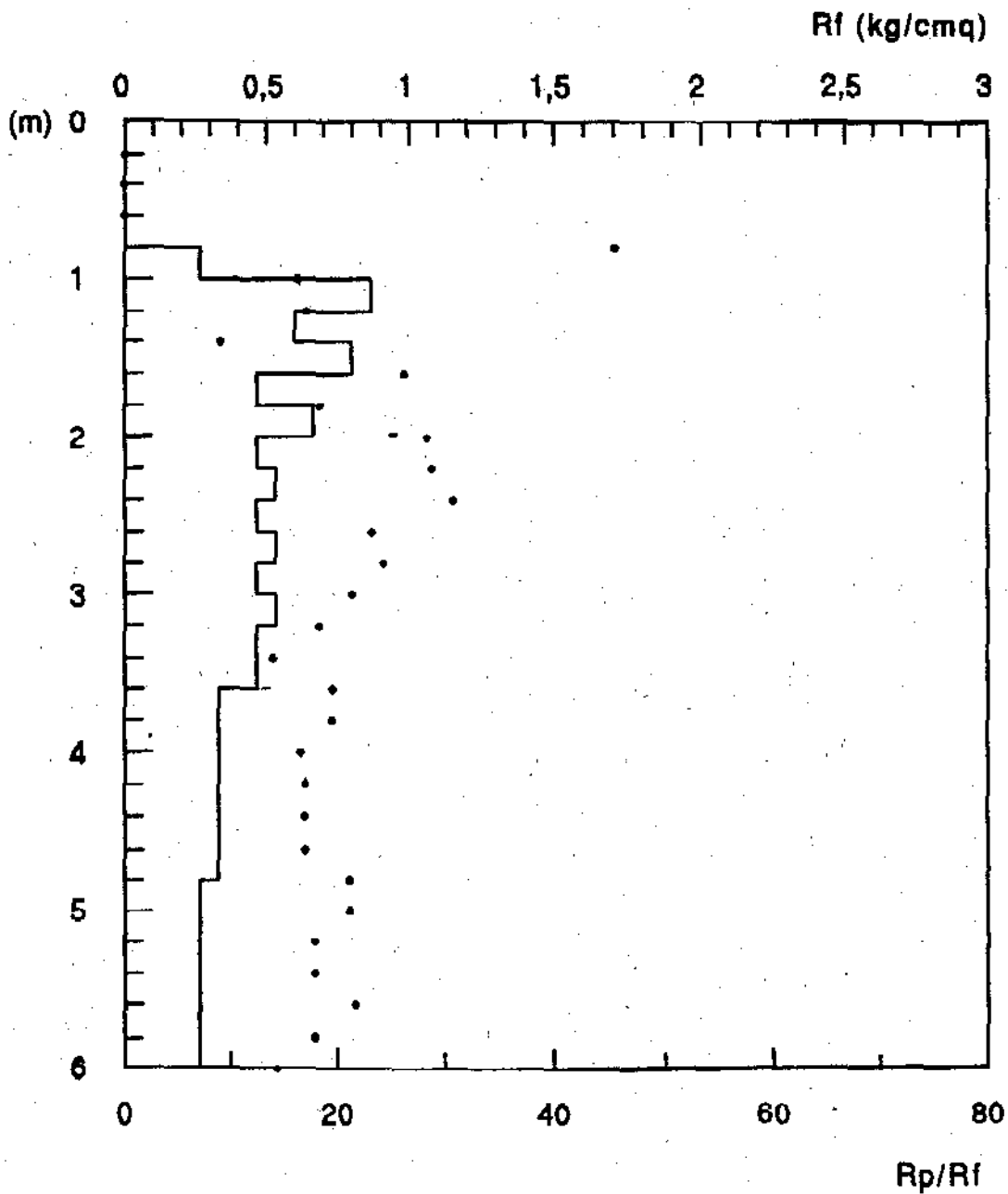
(m) 0



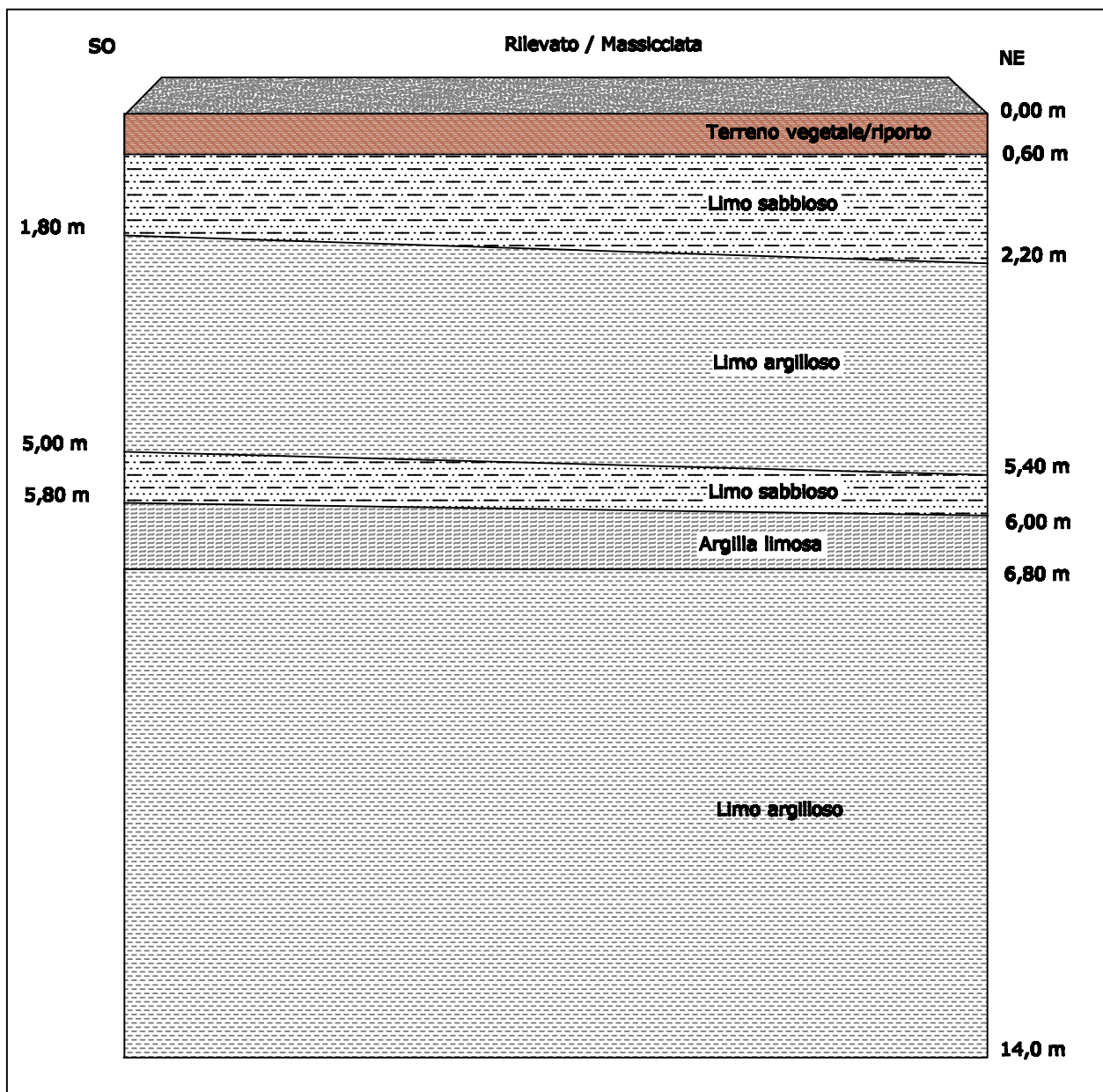
0 500 1000 1500

Rt (kg)




— Rp •—• Rt



—  $R_f$     •  $R_p/R_f$



**AII.9: SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**

-  **Limo sabbioso**
-  **Limo argilloso**
-  **Argilla limosa**



**All.10:** UBICAZIONE INDAGINE SISMICA E AREA INTERVENTO - TIPO MASW

## PREMESSE

La presente relazione sintetizza e illustra i risultati di n. 1 indagine sismica effettuata, mediante il metodo MASW, in loc. Montacchiello, nel comune di Pisa (PI)

Le indagini MASW sono state effettuate per la caratterizzazione della velocità delle onde Sh dei terreni presenti, per determinare il parametro VS30, necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto, come richiesto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 2018).

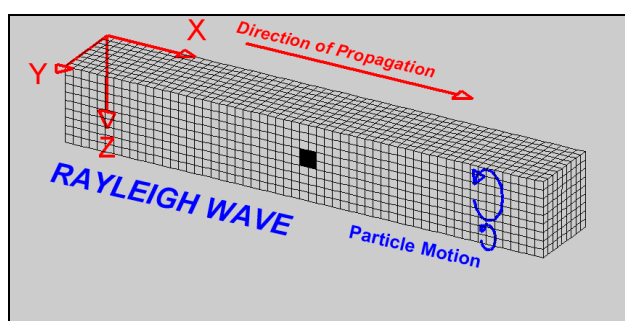
L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali.

E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico.

## GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in Onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

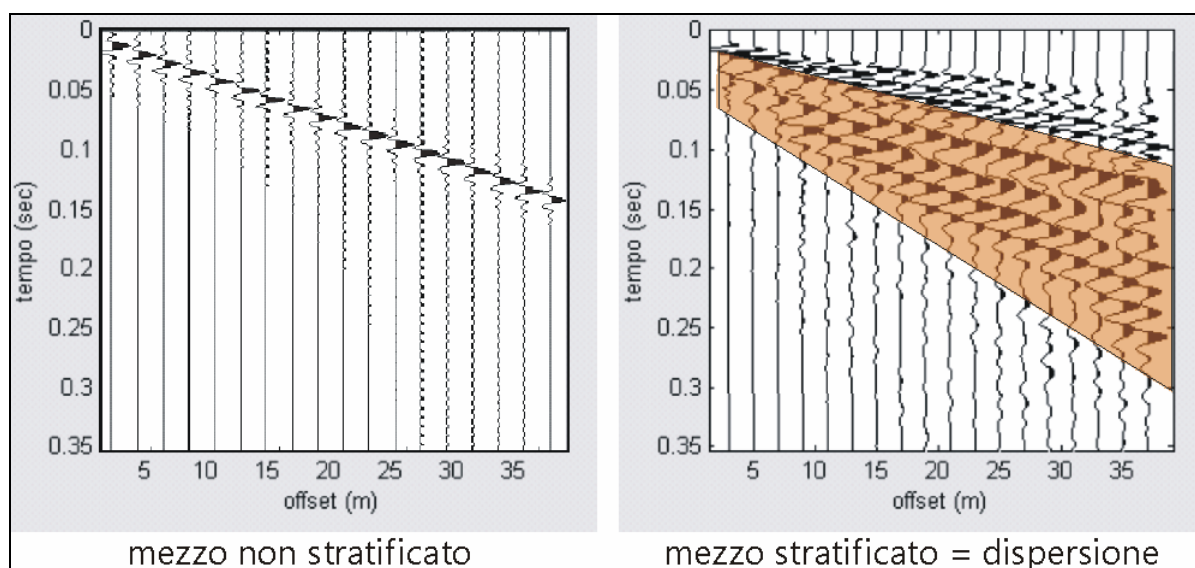
Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.



Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di  $r$ , e non con  $r$  come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè *dispersione*, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione.

Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\lambda$  max, e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software *minMASW* è legata agli “algoritmi genetici”, il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una “modellazione diretta” di ausilio a un corretto “picking” della curva di dispersione.

### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura *AMBROGEO* “ECHO 12-24/2002 *Sismic Unit*”, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24” vers. 7.00. L'attrezzatura è completata da 1 cavo sismico a 24 takes out spaziatati a 2 m, con connettori *cannon*, montati su rullo, geofoni “Geospace”

a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per i profili MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche, in particolare:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 3 m
- n. shots: sono state effettuate 3 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 9,0, 10,0 e 12,0 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione: 1.000 msec.

I profili sono da considerare orizzontali, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine dei centimetri).

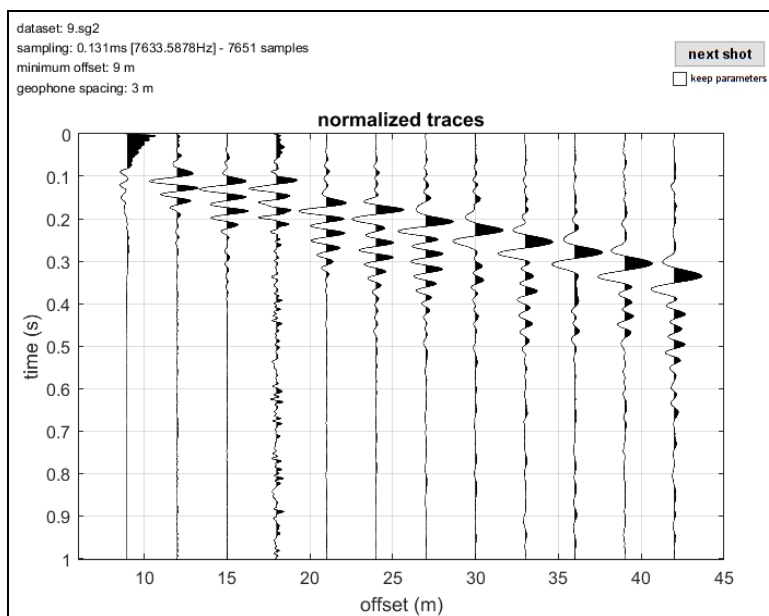
#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione è stato utilizzata la curva di dispersione relativa allo "shot" posto a un offset di 9,0 m dalla linea geofonica.

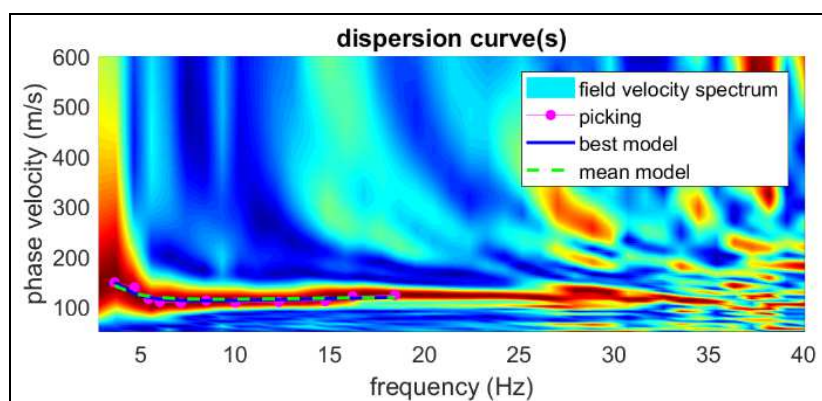
Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

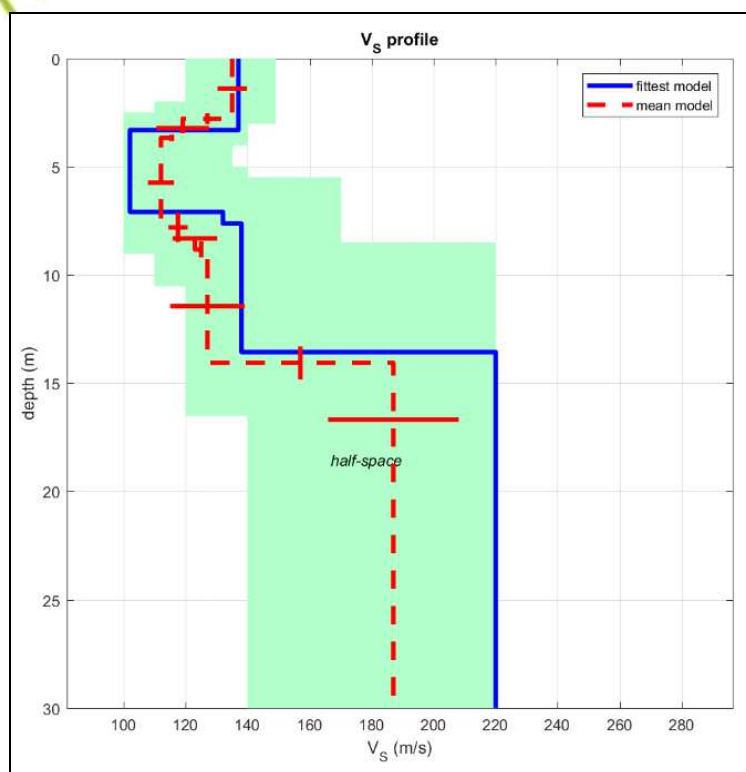
Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione, ci si è basati anche su dati del contesto geolitologico locale.

La rappresentazione del file dei dati acquisiti (“common-shot gather” – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec) è la seguente:



Quello che segue è lo *spettro di velocità* (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al *modo fondamentale* di propagazione dell’onda superficiale di Rayleigh:





Sono stati perciò individuati 6 strati a diversa velocità Vsh, e precisamente:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4	5	6
VSh (m/sec)	135	119	112	123	127	187
Spessore(m)	2.8	0.9	4.1	1.0	5.2	

Si rimanda alla valutazione del progettista circa la definizione della categoria di suolo di fondazione in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'opera prevista.

***Allegati:***

- Risultato elaborazione masw

***Altopascio, maggio 2021***

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.  
Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)  
**Mappo Geognostica**  
C.F. e P. IVA 02019570460  
Reg. Imprese di Lucca 02019570460  
Capitale versato € 12.000,00

A handwritten signature in black ink, appearing to be "A. M. S.", is written over the company information.

# ESECUZIONE DI N. 1 INDAGINE GEOFISICA MASW ESEGUITA IN LOC. MONTACCHIELLO NEL COMUNE DI PISA (PI)

==o== SECTION#1

dataset: 9.sg2

sampling (ms): 0.131

minimum offset (m): 9

geophone spacing (m): 3

Dispersion curve: 9pick.cdp

Number of individuals: 32

Number of generations: 33

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 120 110 100 110 120 140

Adopted search space (maximum Vs): 149 140 135 140 170 220

Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2

Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499 0.499

SECTION#2

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -3.1679 -2.5511

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -3.0946 -2.5139

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -3.1535 -2.5139

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -2.9858 -2.471

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -2.9882 -2.471

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -3.3267 -2.4304

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -3.1817 -2.4304

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -3.0802 -2.4276

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -3.3688 -2.4231

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 137 137 102 132 138 220

Thickness (m): 2.5 0.81 3.8 0.54 5.9

Number of models considered to calculate the average model: 1077

#####

RESULTS winMASW Pro

#####

Dataset: 9.sg2

Analyzed curve/spectrum: 9pick.cdp

MEAN MODEL

Vs (m/s): 135 119 112 123 127 187  
Standard deviations (m/s): 5 8 4 7 12 21

Thickness (m): 2.8 0.9 4.1 1.0 5.2  
Standard deviations (m): 0.3 0.2 0.7 0.4 0.8

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 361 245 218 296 306 357  
Density (gr/cm3): 1.81 1.71 1.69 1.76 1.77 1.81  
Vp/Vs ratio: 2.67 2.06 1.95 2.41 2.41 1.91  
Poisson: 0.42 0.35 0.32 0.40 0.40 0.31  
Shear modulus (MPa): 33 24 21 27 29 63

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
3.62291	141.6303
4.68965	125.7699
5.43636	120.2244
6.02307	117.7566
7.14314	115.4034
8.47656	114.5308
10.0233	114.603
12.3168	115.4654
14.7703	116.6044
16.2104	117.2341
18.4506	118.0679

SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 137 137 102 132 138 220  
thickness (m): 2.4942 0.80781 3.78 0.54032 5.9375

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 1774 240 174 444 230 363  
Density (gr/cm3): 2.19 1.71 1.63 1.86 1.70 1.81  
Vp/Vs ratio: 12.95 1.75 1.71 3.36 1.67 1.65  
Poisson: 0.50 0.26 0.24 0.45 0.22 0.21  
Shear modulus (MPa): 41 32 17 32 32 88

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.62291	149.1446
4.68965	125.3346
5.43636	117.9492
6.02307	114.884
7.14314	112.241
8.47656	111.6004
10.0233	112.1739
12.3168	113.8156
14.7703	115.6503
16.2104	116.5944
18.4506	117.7378

SECTION#5

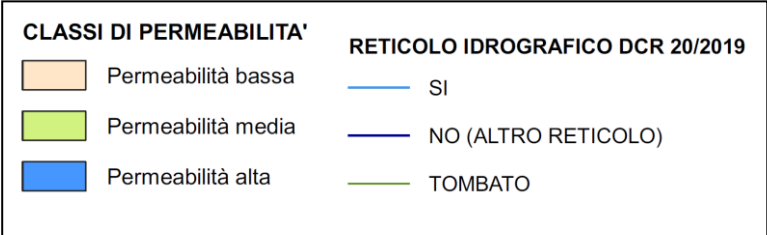
Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

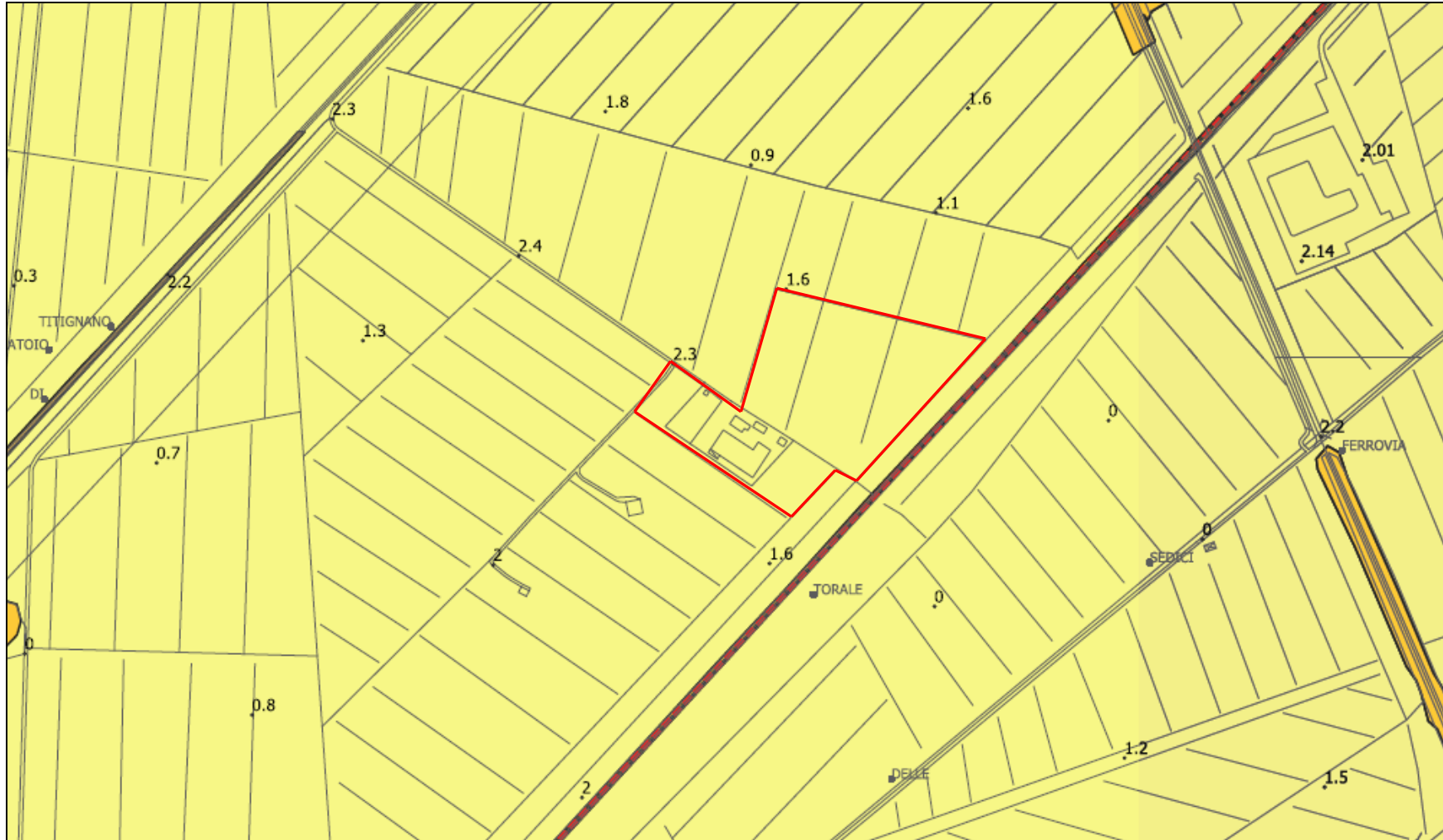
winMASW - Surface Waves & Beyond

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



**All.12:** CARTA IDROGEOLOGICA SCALA 1:15.000

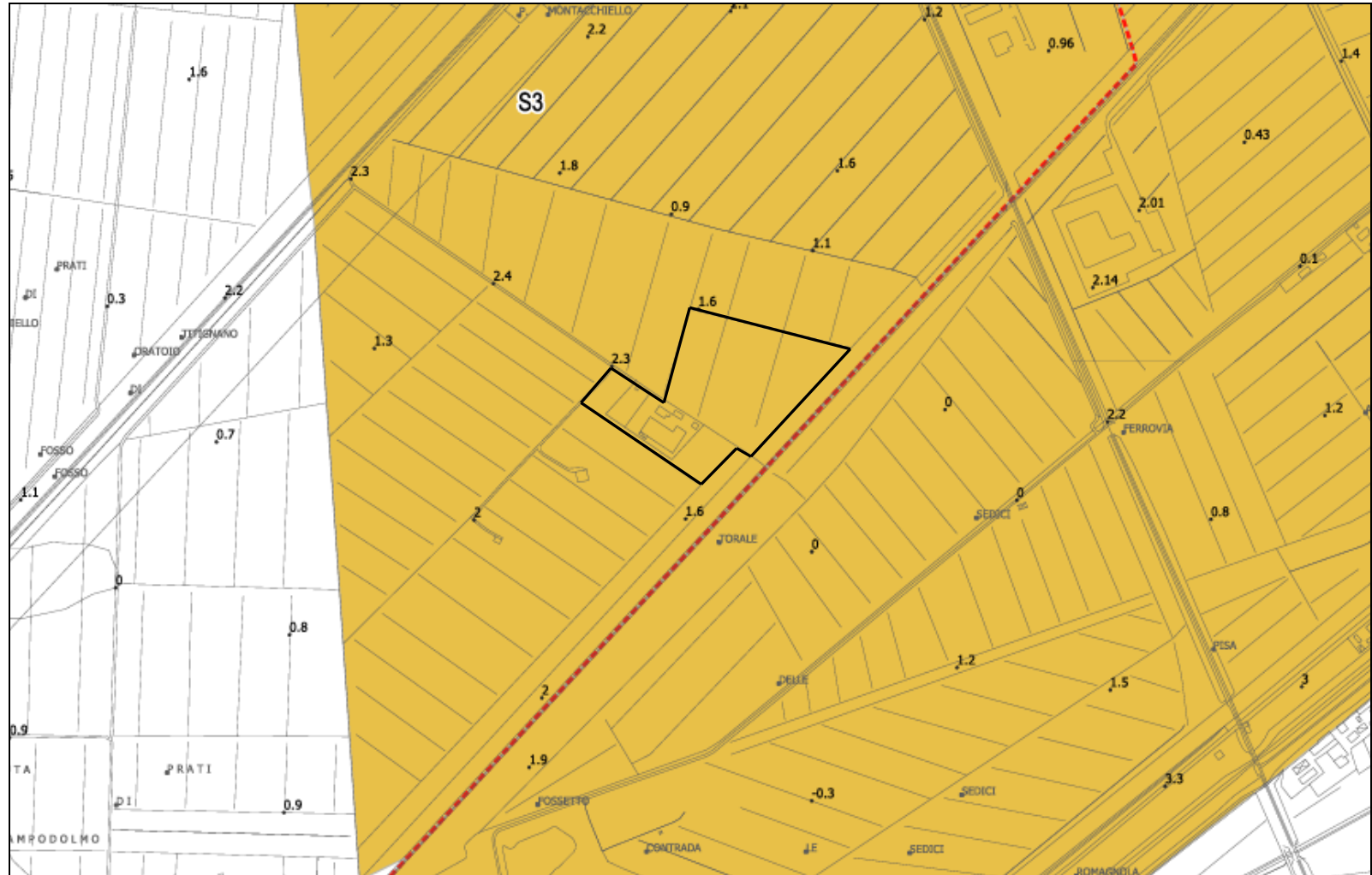




**Pericolosità geologica**

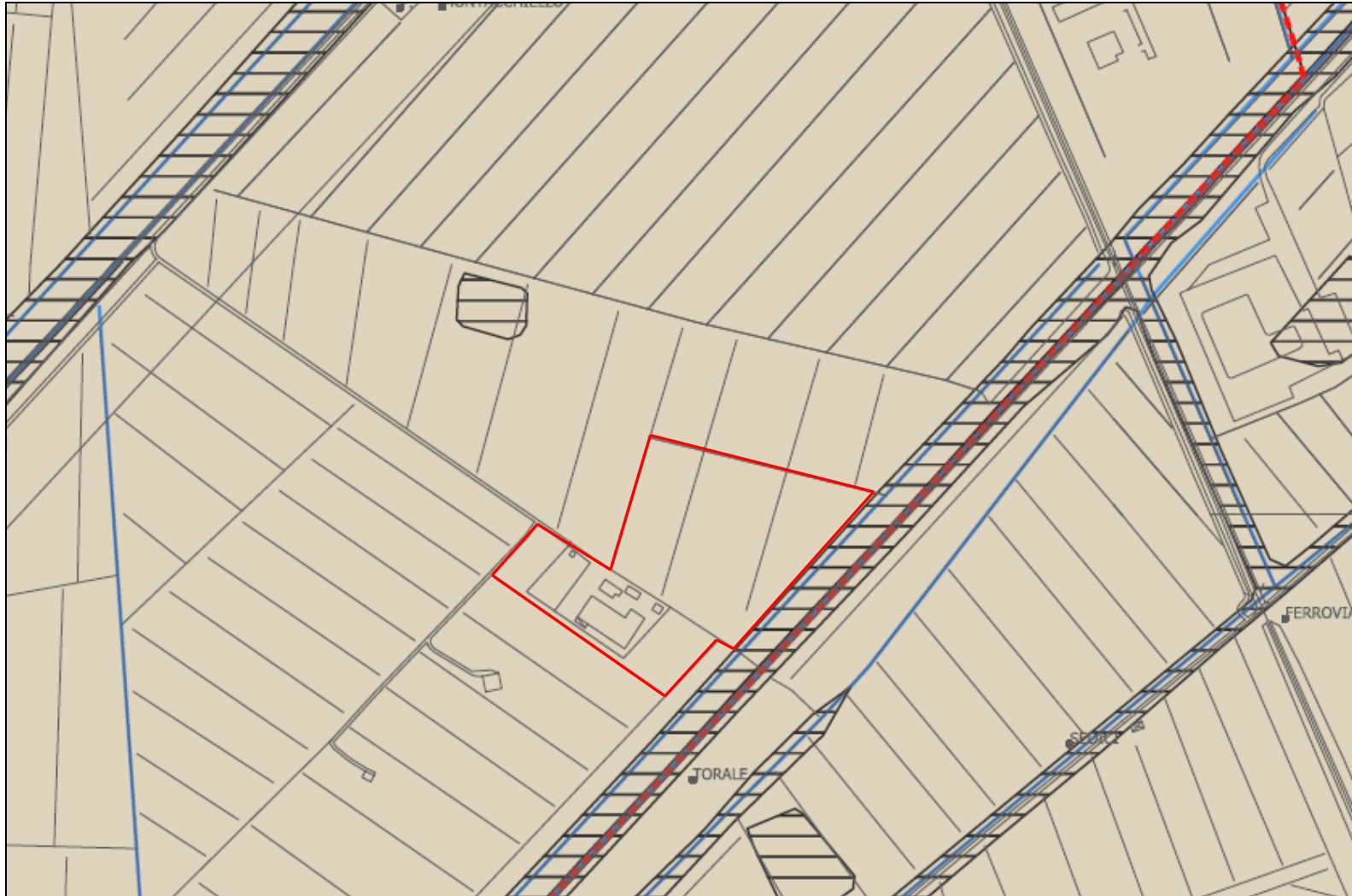
- G1 - Pericolosità geologica bassa: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi

**AII.13:** CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA PSI SCALA 1:15.000



**S3 - Pericolosità sismica locale elevata:**  
 zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi;  
 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica  
 atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;  
 terreni suscettibili di liquefazione dinamica

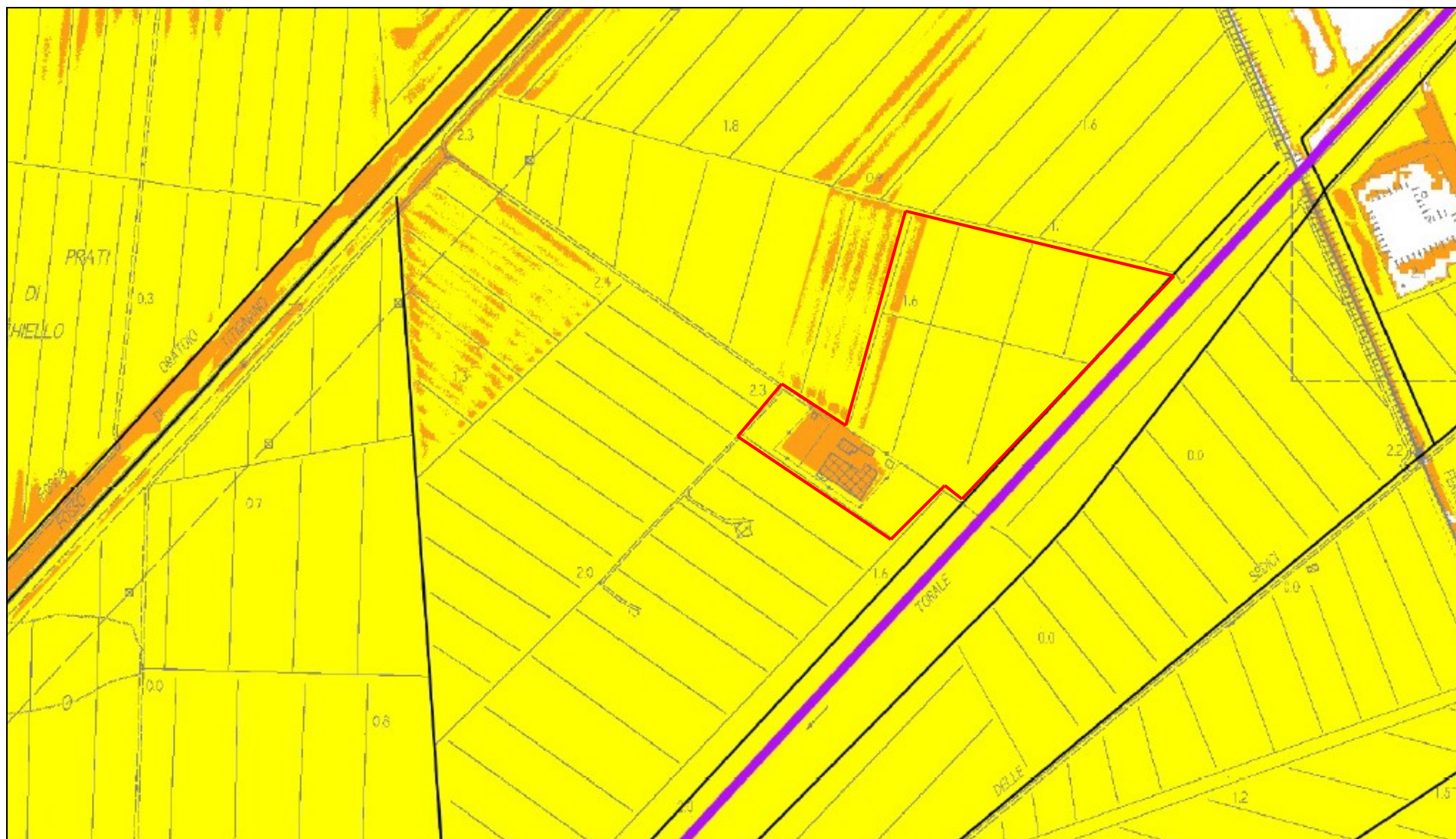
**AII.14:** CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA SCALA 1:15.000



**AII.15:** CARTA DELLA VULNERABILITA' E DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

CLASSI DI VULNERABILITA'

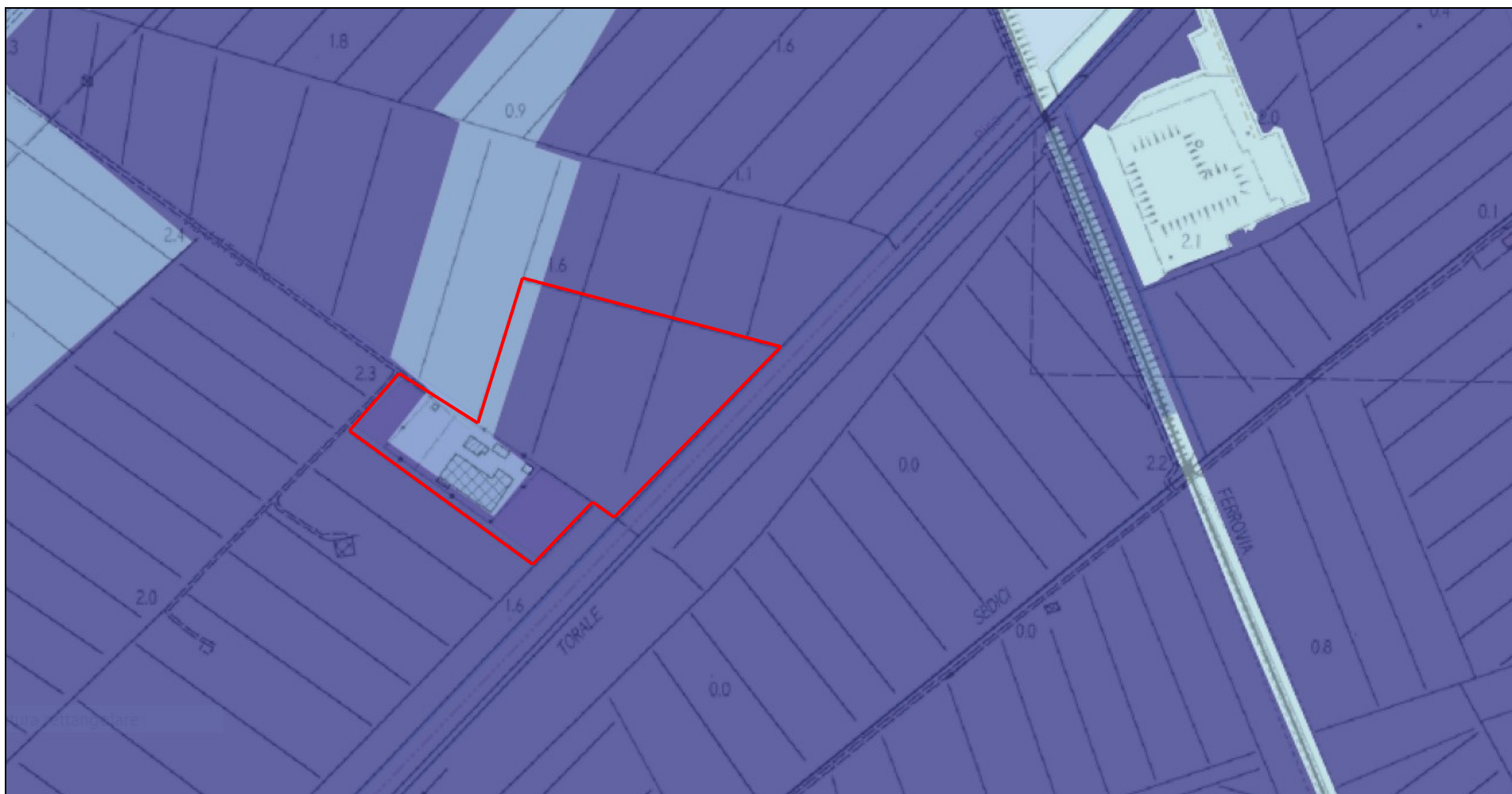
2 - BASSA



**AII.16:** CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:10.000

Perimetrazioni ai sensi del DPGR 53R/2011

- Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (I4) -  $TR \leq 30$  anni
- Aree a Pericolosità Idraulica Elevata (I3) -  $30 < TR < 200$  anni



**AII.17:** CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA SCALA 1:10.000

