

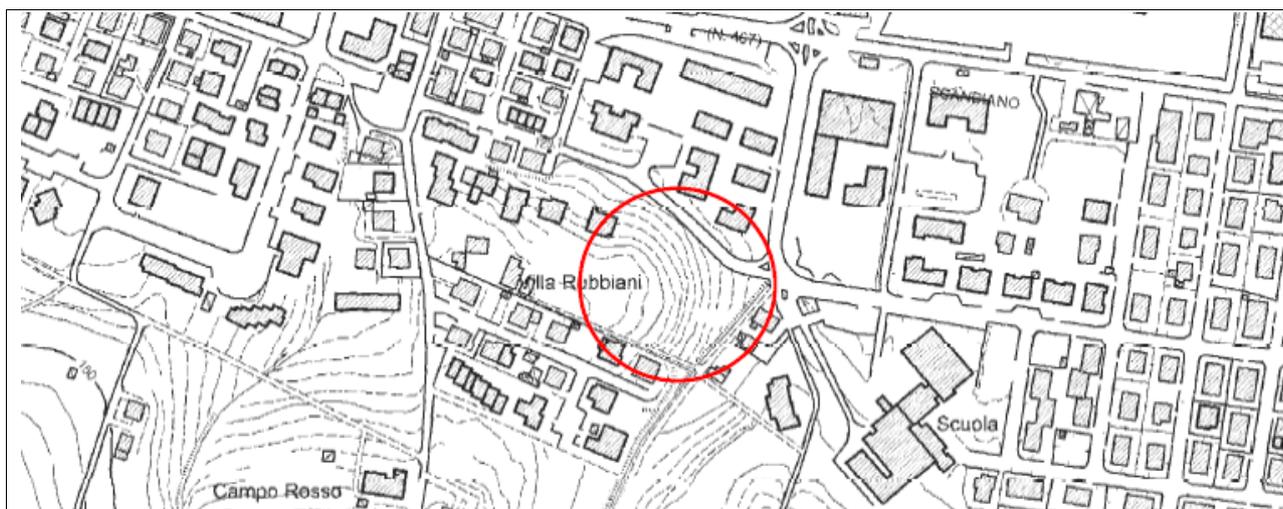
COMUNE DI FIORANO MODENESE

PROVINCIA DI MODENA

PROGETTO DI COSTRUZIONE FABBRICATI RESIDENZIALI INTERVENTO UNITARIO CONVENZIONATO VIA CARDUCCI

PROGETTISTA: GEOM. ERCOLE LEONARDI
PROPRIETÀ: IACARUSO MICHELE – PECORARO ANTONINA
PALLADINI PIER PAOLO – SCAGLIONI ANNA

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E SISMICA



DOTT. GEOL. ALESSANDRO MACCAFERRI
V.LE CADUTI IN GUERRA 1- 41121 MODENA

☎ 059-226540



MAGGIO 2019

**DOTT. ALESSANDRO MACCAFERRI
- GEOLOGO -****Studio:**

V.le Caduti in Guerra 1
41121 Modena

Tel: 059-226540 - Fax: 059-4398943

Cell. 335-7053511 - E-mail: maccafe@tin.it

Modena 14/05/2019

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

PROGETTO: Costruzione nuovi fabbricati residenziali – Intervento unitario convenzionato via Carducci

REGIONE: Regione Emilia Romagna

PROVINCIA: Modena

COMUNE: Fiorano Modenese

LOCALITÀ: Capoluogo

UBICAZIONE: Via Carducci

IDENTIFICAZIONE CATASTALE: Foglio 19, mappali 305 (parte), 80, 444, 328, 457, 458, 459, 461, 462, 443 (parte), 438 (parte), 375 (parte)

PROGETTISTA: Geom. Ercole Leonardi

PROPRIETÀ: Iacaruso Michele – Pecoraro Antonina - Palladini Pier Paolo – Scaglioni Anna

RIFERIMENTO NORMATIVO: D.M. 17/01/2018 - Circ. C.S.LL.PP. 7/2019

RELAZIONE REDATTA AD USO: Pratica edilizia

. PREMESSA

Su incarico della proprietà e d'intesa con il tecnico progettista Geom. Ercole Leonardi si è provveduto alla stesura della presente relazione geologico-geotecnica e sismica inerente il progetto di costruzione di nuovi fabbricati residenziali, su un'area ubicata in via Carducci, nel comune di Fiorano Modenese (Mo).

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia, D.M. 17/01/2018 e successiva Circolare del C.S.LL.PP. 7/2019.

Per l'adempimento delle specifiche in esso contenute è stato eseguito in data 09/04/2019 un sopralluogo sull'area al fine di verificarne l'idoneità geologica e geomorfologica.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di sottofondazione, durante il sopralluogo, sono state eseguite, sui quattro lotti in progetto, n. 4 prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità massima di circa 8 metri, profondità alla quale si rinviene un primo strato di ghiaia molto competente, che non ha permesso oltre l'avanzamento.

Le prove effettuate sono state poi confrontate con altre prove eseguite in zone adiacenti all'area in esame, in occasione di altri precedenti interventi edilizi, rilevando una sostanziale omogeneità della situazione geologica.

Per la caratterizzazione sismica dei terreni di sottofondazione, si è effettuata sull'area, sempre in data 09/04/2019, un'indagine geofisica attiva, mediante stendimento MASW, attraverso la quale si è determinata la V_{s30} , cioè la velocità delle onde sismiche nei primi 30 m di profondità, sulla base della quale si è proceduto a definire la categoria di suolo da un punto di vista sismico dei terreni presenti.

Si è quindi proceduto a definire i fattori di pericolosità sismica di base per il sito in oggetto e, nota la categoria di suolo di fondazione, i relativi fattori di amplificazione locale, sia stratigrafica, sia topografica.

La relazione si articola nel seguente modo:

- A) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

- A1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

- A2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

- B) CARATTERIZZAZIONE AREA D'INTERVENTO

- B1) DESCRIZIONE DEL PROGETTO

- B2) INDAGINE GEOGNOSTICA E MODELLO GEOLOGICO

- B3) CLASSIFICAZIONE SISMICA

- B4) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

- C) CONCLUSIONI

ALLEGATI

. A) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

. A1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata, sulla quale è in progetto la costruzione dei nuovi fabbricati in esame, si colloca nella zona est del comune di Fiorano Modenese, più precisamente lungo via Carducci; siamo nella fascia di alta pianura modenese, al passaggio con la prima collina, ad una quota media di circa 130-135 metri sul livello del mare.

Da un punto di vista cartografico l'area è compresa nella Tavola della C.T.R. alla scala 1:25.000 n. 219NO, denominata "Sassuolo" (Allegato 1) e nell'elemento, sempre della C.T.R., in scala 1:5.000 n. 219061 denominato "Fiorano Modenese" (Allegato 2).

In allegato 3 si riporta una foto aerea della zona in esame, sulla quale è prevista la costruzione dei nuovi fabbricati residenziali, mentre il allegato 4 si riporta la planimetria catastale dell'area in esame.

. A2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio si colloca nella zona est del centro abitato di Fiorano, geograficamente compresa nell'alta pianura modenese, nella zona di passaggio alla prima collina, in una posizione intermedia tra i principali fiumi Secchia e Panaro.

Da un punto di vista geologico appartiene al grande bacino subsidente della Pianura Padana e più precisamente in quel settore dominato dalla presenza dei corsi d'acqua appenninici.

Si tratta di un settore deposizionalmente influenzato dai torrenti appenninici minori e compreso tra le grandi conoidi alluvionali dei fiumi Secchia e Panaro.

In particolar modo rilevante è stata l'azione di deposito esercitata dei sopra citati fiumi Secchia e Panaro, ma soprattutto dei corsi minori quali il torrente Fossa, che scorre a est dell'area, oltre ad altri corsi minori, che scorrono poco distante dall'area in esame.

In allegato 5 viene riportato estratto della Carta Geologica dell'Alta Pianura Modenese (Università di Geologia di Modena, 1987), nella quale si evidenzia come tale porzione di territorio sia caratterizzata deposizionalmente dai sedimenti alluvionali, a granulometria variabile, costituenti l'alta pianura, il cui spessore dei materiali risulta, in corrispondenza di Fiorano, pari a circa 80 metri, tendente ad aumentare man mano che si procede verso Nord, al di sotto dei quali si incontra il primo orizzonte marino.

L'area si colloca in una zona con terreni appartenenti all'Unità di Ca di Sola: trattasi di depositi alluvionali sabbiosi-ghiaiosi e argillosi sovrapposti, con al tetto vertisuoli e suoli bruni lisciviati di spessore inferiore al metro, non rubefatti, di età riferibile al Pleistocene inferiore medio.

Tali terreni appoggiano su di un substrato, affiorante a Sud verso il margine collinare, costituito da formazioni marine impermeabili di natura argillosa di età plio-pleistocenica media, le quali per motivi strutturali vengono rapidamente ribassate a Nord dell'allineamento Sassuolo-Maranello-Vignola e ricoperte appunto dalle alluvioni della conoide fluviale. La fase continentale di riempimento è stata infatti preceduta da una fase marina nel pliocene superiore-pleistocene inferiore, quando l'intera Pianura Padana era ancora sommersa e costituiva un grande golfo del mare Adriatico, nel quale si raccoglievano e si depositavano i sedimenti provenienti dall'erosione delle catene alpina e appenninica.

Stratigraficamente ritroviamo la base delle formazioni marine plio-pleistoceniche a circa 2000-3000 m di profondità. Litologicamente si tratta perlopiù di sedimenti limosi e argillosi di colore bruno e giallastro, che sfumano rapidamente verso ovest in direzione del fiume Secchia, in livelli grossolani, riferibili alla conoide alluvionale del corso d'acqua principale.

In allegato 6 viene riportata la "Carta della litologia superficiale", estratta dal Progetto ambiente allegato al PRG del Comune di Modena; come si può notare l'area risulta caratterizzata dalla presenza di terreni fini limosi, con lenti di ghiaia, non continue in terreni fini prevalenti, che ricoprono con spessori di 5-8 metri il primo strato di ghiaia, fatto questo confermato anche dalle prove eseguite sull'area in esame.

Da un punto di vista litostratigrafico avremo quindi terreni fini prevalenti con intercalati strati granulometricamente più grossolani, sotto forma di lenti e bancate di variabile spessore ed estensione, come anche confermato dalle prove eseguite, che si sono fermate a circa 6/7 m di profondità, incontrando la ghiaia che non ha permesso oltre l'avanzamento.

Morfologicamente l'area d'intervento si presenta sub-pianeggiante, tale da permettere uno sviluppo edilizio senza particolari problemi.

La morfologia dell'area, tipica della fascia di transizione tra l'alta pianura e la prima collina, con il piano campagna che degrada verso est nord-est, con debole inclinazione comunque inferiore ai 15°; risulta interessata solo localmente, a larga scala, da dossi e avvallamenti, che testimoniano le antiche divagazioni dei corsi d'acqua; l'andamento risulta semplice con quote medie di circa 130-135 metri s.l.m.

L'area in esame si inserisce in un contesto già completamente edificato, per la quale si può prevedere uno sviluppo dell'intervento previsto senza particolari problemi.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area si colloca fra le conoidi dei due corpi idrici principali, Secchia e Panaro; qui si individuano le conoidi della rete idrografica minore, riferibile al torrente Tiepido; nello specifico si colloca sull'Unità idrogeologica dei corsi d'acqua minori, riferita al torrente Fossa di Spezzano, con contenuti ridotti di ghiaie, intercalate da abbondanti matrici limose che condizionano sensibilmente la trasmissività dell'acquifero.

Nello specifico l'area in esame è ricompresa nella zona del conoide del Fossa di Spezzano.

Le conoidi dei torrenti minori si caratterizzano per la presenza di acquiferi di modesta entità e, a seguito della limitata circolazione idrica e dell'elevata pressione antropica generata da numerose fonti inquinanti sia diffuse che puntuali, presentano una scadente qualità delle acque.

In dettaglio l'area in studio si pone in un settore dell'alta pianura modenese caratterizzato da un sistema acquifero multistrato-plurifalda.

Trattasi di un sistema in cui gli acquiferi sono rappresentati da strati ghiaiosi, intercalati da strati argillosi anche di notevole spessore.

La falda presente, che risulta freatica/semi confinata, si colloca oltre i 10 m di profondità dal piano campagna, anche in relazione all'andamento dei vari corpi acquiferi a geometria lenticolare. Anche il foro delle quattro prove fino ai 7-8 m indagati si è rilevato asciutto.

Dal punto di vista dell'idrografia superficiale i corsi d'acqua di una certa rilevanza, nell'ordine, verso est, sono il principale torrente Tiepido. Quale corso più vicino all'area si ritrova il torrente Fossa di Spezzano, che nasce nei pressi di Serramazzone e sbocca nel fiume Secchia, più a nord in località Colombarone, nel comune di Formigine.

Per la posizione e per le attuali condizioni dei corsi d'acqua citati si ritiene che non sussistano per l'area in esame rischi di allagamenti o esondazione.

Nell'area in esame il drenaggio superficiale è assicurato dalla capillare rete fognaria; si rilevano complessivamente buone condizioni di deflusso delle acque superficiali.

Per l'area in esame si sono rilevate buone condizioni di drenaggio superficiale delle acque, in relazione anche alla litologia dei terreni affioranti.

Nello specifico della zona d'intervento non si sono riscontrati problemi di ristagno idrico delle acque di precipitazione, non rilevando forme depresse o chiuse che rendono difficoltoso il drenaggio superficiale, che potrebbero provocare un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni presenti.

Per quanto riguarda l'idrografia minore, non si rilevano preoccupazioni particolari per la zona specifica, in merito a rischi di esondazioni.

Per quanto attiene le condizioni di stabilità, un esame allargato della zona in studio ha chiaramente evidenziato la stretta connessione tra morfologia, presenza e tipo del substrato e stabilità dei terreni.

Nell'area sono presenti terreni in posto, costituiti da una sequenza di terreni fini argillosi e limosi, con relativi termini intermedi, che sormontano con spessori compresi tra gli 7-8 metri, la prima lente di ghiaia, come rilevato nelle prove eseguite.

La zona in studio in relazione al litotipo presente, nonché in relazione alle caratteristiche morfologiche semplici, non presenta particolari problemi di stabilità.

Per l'area in esame non si rilevano fenomeni morfo dinamici in atto o potenziali; l'unico elemento morfogenetico attivo risulta essere il corso d'acqua torrente Fossa, che scorre a est, comunque distante dall'area, e in nessun modo interferente con la stessa.

. B) CARATTERIZZAZIONE AREA D'INTERVENTO

. B1) DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento in progetto consiste nella costruzione di nuovi fabbricati residenziali, per conto delle rispettive proprietà, mediante un intervento unitario convenzionato con il Comune di Fiorano Modenese.

L'area sulla quale si collocheranno i nuovi fabbricati in progetto, si ubica lungo via Carducci, nella zona est del centro abitato di Fiorano Modenese (Mo). L'area si colloca in una zona urbana, già ampiamente edificata per la quale non si riscontrano problematiche particolari. Attualmente l'area è occupata da prato. Catastalmente è individuata nel Foglio 19, mappali 305 (parte), 80, 444, 328, 457, 458, 459, 461, 462, 443 (parte), 438 (parte), 375 (parte), del catasto urbano del comune di Fiorano (Allegato 4).

In allegato 9 è riportata una planimetria dei lotti in progetto con la relativa ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

. B2) INDAGINE GEOGNOSTICA E MODELLO GEOLOGICO

Prove penetrometriche CPT

In data 09/04/2019 si è provveduto ad eseguire un'indagine geognostica sull'area in oggetto, al fine di valutare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dall'intervento in progetto.

L'indagine è stata sviluppata mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche, che in relazione alle presumibili caratteristiche granulometriche dei terreni del primo sottosuolo, è stata effettuata con infissione statica; i dati delle prove sono stati successivamente confrontati

con quelli di altre prove, eseguite nelle vicinanze dell'area in esame, in occasione di precedenti interventi edilizi, rilevando una sostanziale omogeneità della situazione.

L'ubicazione delle prove eseguite compare nella planimetria riportata in allegato 9, mentre i diagrammi penetrometrici, unitamente ai tabulati di campagna sono riportati in allegato 10.

Le prove hanno raggiunto una profondità massima di circa 8 m dal p.d.c., in quanto a tale profondità si è rinvenuto un primo strato di ghiaia molto competente che non ha permesso oltre l'avanzamento; tale profondità è comunque sufficiente per le valutazioni del caso.

Le prove sono state eseguite in sito utilizzando un penetrometro statico olandese Pagani, montato su carrello cingolato, impiegando per la perforazione una punta "Friction Jacket Cone" avente un'area di 10 cm² e un angolo alla punta di 60 gradi.

I dati acquisiti attraverso una cella estensimetrica di carico hanno permesso di determinare ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, della resistenza penetrometrica alla punta (Rp), espressi in Kg/ cm², i valori della resistenza laterale locale (Rl), sempre espressi in Kg/ cm², nonché i valori della resistenza laterale totale (punta + manicotto), sempre in Kg/cm².

Nel diagramma penetrometrico, sempre in allegato al presente studio, sono state riportate, per semplicità di lettura, mediante plotter interfacciato con l'elaboratore, solamente due curve e precisamente:

- a sinistra, la curva della resistenza penetrometrica alla punta (Rp: pressione di rottura del terreno), espressa in Kg/ cm²;
- a destra, la curva del rapporto tra la resistenza alla punta e la resistenza laterale (Rl espressa in Kg/cm²).



Esecuzione prova penetrometrica P1



Esecuzione prova penetrometrica P2



Esecuzione prova penetrometrica P3



Esecuzione prova penetrometrica P4

L'elaborazione dei valori di resistenza all'infissione caratteristici dei vari livelli del sottosuolo, fornisce utili informazioni per il riconoscimento di massima della litologia dei terreni attraversati, sulla base del rapporto R_p/R_l (q_c/f_s) fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale (Rapporto di Begemann 1965 – Raccomandazioni AGI) ovvero sulla base dei valori di R_p e del rapporto $Fr=R_l/R_p\%$ (Schemertmann 1878).

Analogamente i dati geognostici raccolti sono stati elaborati suddividendo il terreno in strati omogenei per caratteristiche litologiche e geotecniche, determinando per ognuno i valori medi dei principali parametri geotecnici, ottenuti mediante ormai note correlazioni empiriche, il tutto come riportato di seguito.

Successione stratigrafica

L'elaborazione delle quattro prove penetrometriche eseguite e la correlazione delle stesse con altre prove eseguite in aree circostanti, ha permesso di ricostruire il modello geologico del primo sottosuolo dell'area in esame. In generale si rileva una copertura dominante di terreni fini e medio fini, argillosi e argillo limosi, che sormontano con spessori variabili tra 6/8 m il primo strato di ghiaia, in corrispondenza del quale le prove si sono arrestate.

Nello specifico dell'area in esame si evidenzia la presenza delle seguenti unità litotecniche:

Unità A da 0 m a 2,80/3,20 m

La prima unità è costituita da terreni fini, formati da **argille limose e argille**, a buona consistenza e compattezza.

Unità B da 2,80/3,20 m a 6,20/7,60 m

La seconda unità è costituita sempre da terreni fini, formati da **argille e argille limose**, ad elevata compattezza e consistenza.

Unità C da 6,20/7,60 m a 6,60/8,00 m

La terza unità è costituita da terreni grossolani, formati da **ghiaie in matrice sabbiosa**, ad elevato addensamento.

Situazione idrogeologica locale

I terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi alluvionali di origine fluviale, da poco permeabili a impermeabili. Nell'area in esame non si riscontra una falda freatica superficiale, la cui profondità, misurata in alcuni pozzi vicini all'area, si pone oltre i 10 metri, come tra l'altro confermato dai fori delle quattro prove eseguite, che si sono rilevati asciutti.

. B3) CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

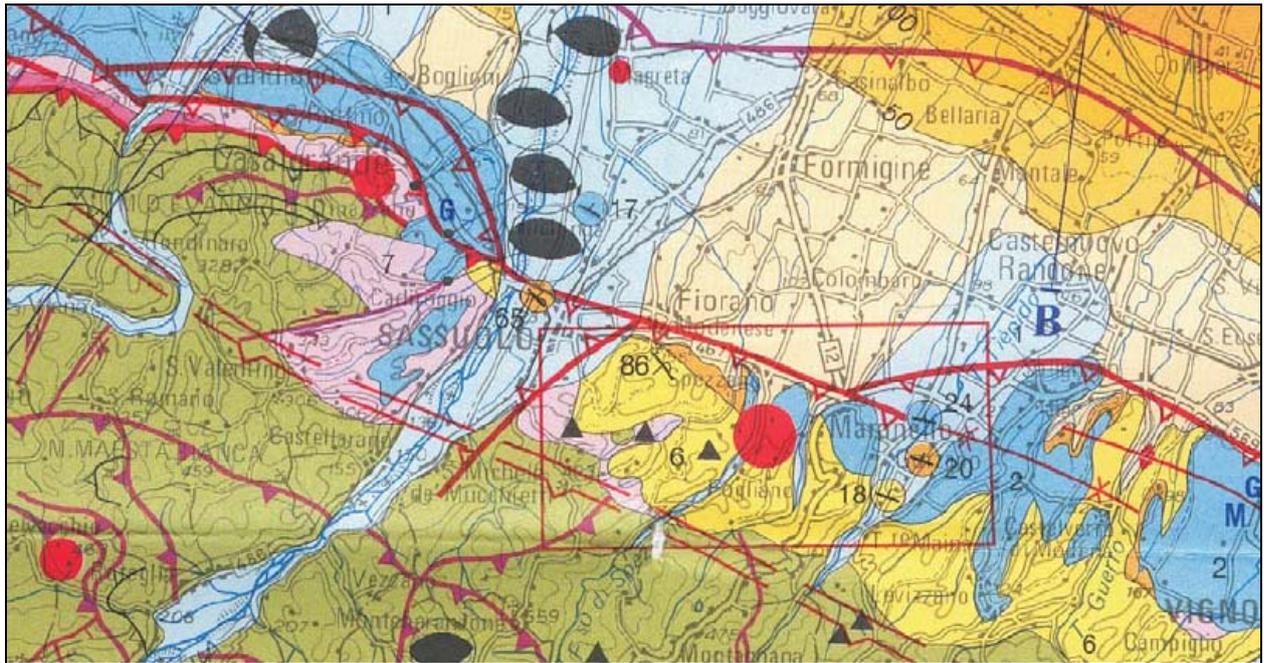
La sismicità dell'area modenese è legata a varie strutture tettoniche, di cui quella principale nell'area esaminata è la Faglia Flessura di Sassuolo; si tratta di una struttura tettonica regionale ed in particolare di una faglia inversa attiva, che in coincidenza del territorio comunale di Fiorano Modenese, rimane sepolta al di sotto della coltre dei depositi alluvionali (figura seguente).

Lungo il margine appenninico si riconoscono altre faglie attive con blocchi in movimento relativo tra di loro, la catena appenninica in sollevamento e l'alta pianura in abbassamento, che hanno provocato lesioni allineate secondo l'andamento delle fratture.

Vi sono poi, nella pianura modenese altre zone caratterizzate da un'attività tettonica attiva, dovuta alla presenza nel sottosuolo di strutture geodinamiche, come nella zona della bassa ove si ritrova la struttura nota con il nome di dorsale ferrarese, caratterizzate da tutta una serie di pieghe e faglie, che hanno determinato il notevole innalzamento dei depositi marini e che interessano tutta la zona della bassa modenese, responsabili tra l'altro dei terremoti del 20 e 29 maggio 2012, che hanno interessato proprio tale zona.

Tutto ciò a dimostrare come la zona in esame sia caratterizzata da movimenti tettonici marcati, che scaricano gradualmente l'energia accumulata nel terreno, che possono originare fenomeni sismici frequenti ancorché di modesta entità.

A tale proposito l'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha stabilito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale, e disciplinato la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.



Estratto Carta sismotettonica della RER

Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.09.2005, le cui norme tecniche includono tra le referenze tecniche essenziali anche l'Ordinanza n. 3274/2003 e s.m.i., è diventata obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il territorio nazionale, facendo riferimento alle zone sismiche di cui alla OPCM 3274/2003. Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica; il Comune di Fiorano Modenese ricade nella zona 2 (Allegato 7) a sismicità media, a cui è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a $a_g = 0,25g$.

I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

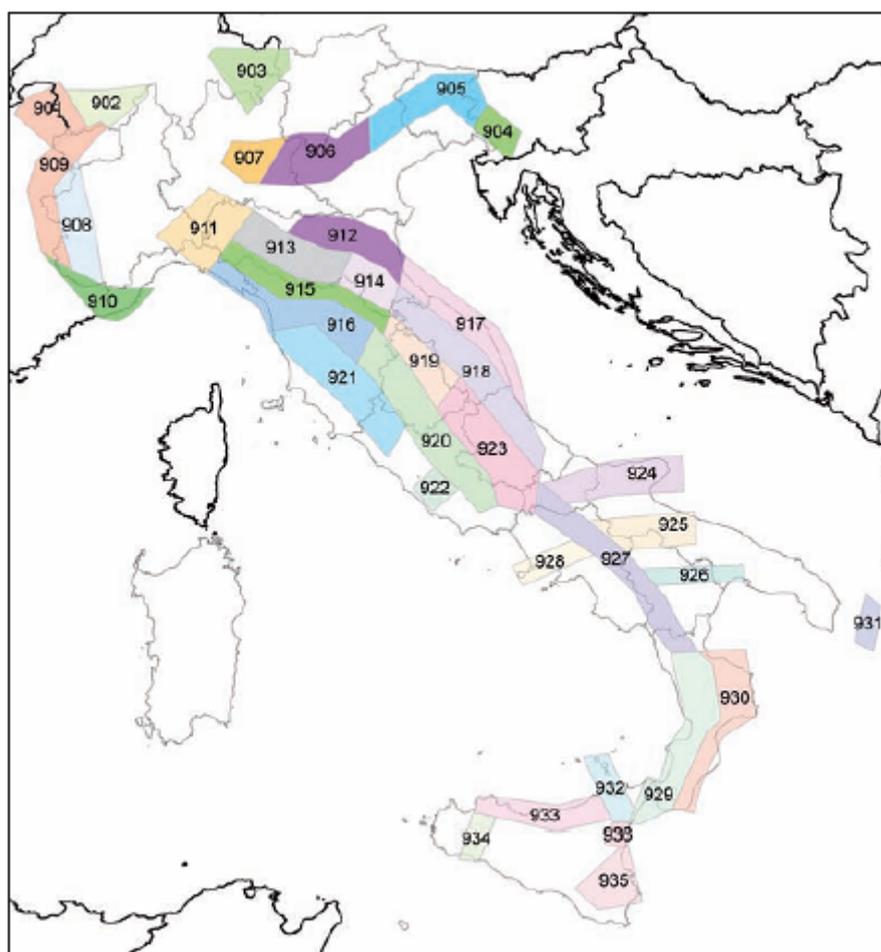
Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Ai fini della parametrizzazione sismica assume particolare importanza il valore della magnitudo attesa. Tale parametro entra in gioco in quanto, maggiore è la magnitudo maggiore è l'energia rilasciata e quindi la capacità di generare cicli di deformazione del terreno di numero ed ampiezza. Secondo la zonazione attualmente in vigore il territorio di Fiorano Modenese ricade

all'interno della zona sismogenetica 913. La magnitudo attesa per l'area in studio risulta essere pari a 6,14.

Nome ZS	Numero ZS	M _{max}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Valori di magnitudo per le zone sismogenetiche



Zone sismogenetiche (INGV)

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, come confermato dal recente D.M. 17/01/2018 che ne ha aggiornato alcuni contenuti, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in

campo antisismico, l'accelerazione di base a_g , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Nella normativa di cui al D.M. 14 gennaio 2008, come confermato da quella del 2018, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, ripresi dalle NTC del 2018, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento, riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. del 2008. Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri di pericolosità sismica, utili per la progettazione e cioè i valori di a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno espressa in $g/10$), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale adimensionale) e T^*c (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica, una volta definito per l'intervento in progetto, ai sensi sempre delle NTC2008, come riprese da quelle del 2018, il tipo e la classe (ad esempio, per la Scuola in progetto, tipo 2 e classe III).

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, è possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame, per i quattro stati limite previsti dalle norme S.L.O., S.L.D., S.L.V. e S.L.C.

Inoltre allo scopo di valutare l'amplificazione lito-stratigrafica dell'azione sismica di progetto, intesa come l'azione generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche, deve essere classificato il terreno di fondazione, nelle seguenti categorie individuate dalle NTC 2008 e parzialmente modificate nelle NTC2018, come di seguito riportate.

Il sito viene classificato sulla base di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{spt} , per terreni prevalentemente granulari, ovvero sulla base della c_u , per i terreni prevalentemente coesivi, nelle seguenti categorie di suolo:

A -	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B -	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C -	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale

	miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D -	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$ nei terreni a grana grossa, $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
E -	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente</i> , simili a quelli dei tipi C o D con profondità del substrato non superiore ai 30 metri.

Le nuove norme di cui al D.M. 17/01/2018 hanno soppresso poi le due categorie speciali che erano individuate con le lettere S1 e S2 per le quali le NTC2008 richiedevano per la definizione dell'azione sismica il ricorso a studi specifici.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Indagine sismica MASW

In data 09/04/2019 si è provveduto ad eseguire un'indagine geofisica attiva, tramite uno stendimento MASW, sull'area in oggetto (Allegato 9), al fine di valutare le caratteristiche sismiche dei terreni che saranno interessati dall'intervento in progetto.

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e

della geometria dello stendimento. Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p). Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito.



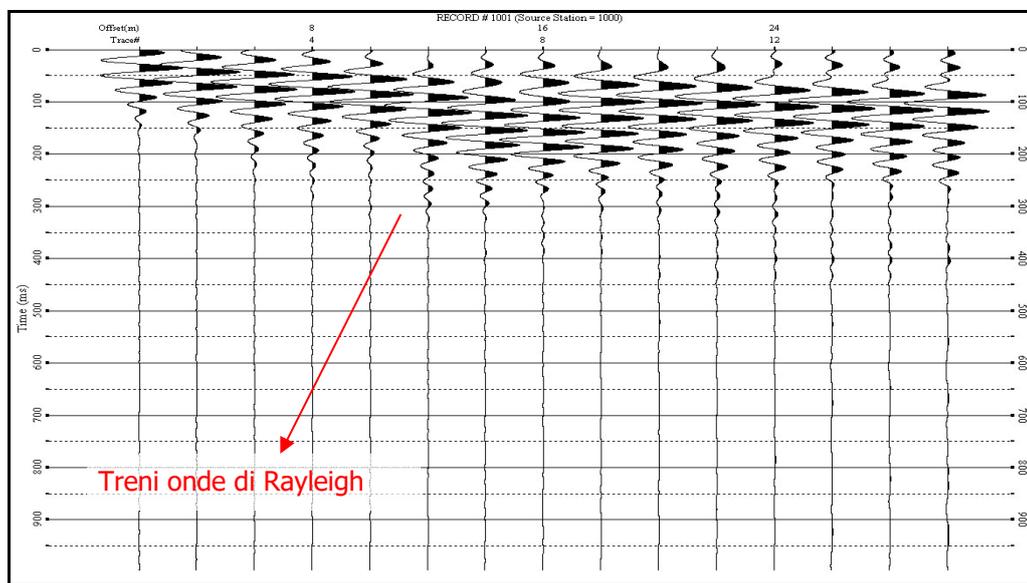
Esecuzione indagine sismica MASW

Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi.

In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.



Sismogramma

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, con spaziatura tra i geofoni di 2 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,5 e a 10 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri. Il sito di indagine è collocato in area urbana, ove, non si rilevano particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire con il segnale sismico.

Strumentazione

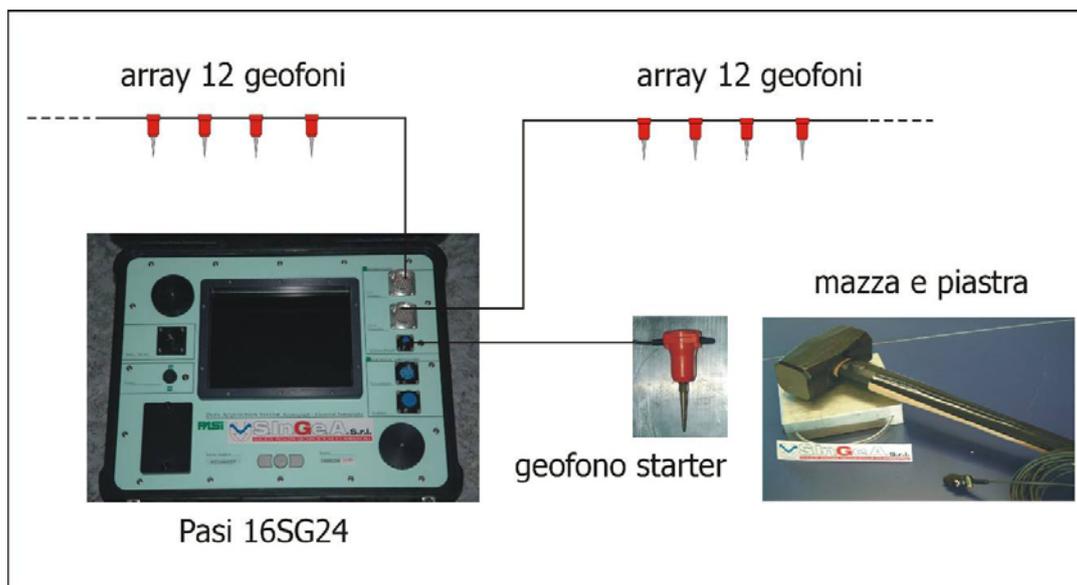
Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16SG24", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;

- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.



Strumentazione Pasi con due stringhe da 12 geofoni

Elaborazione

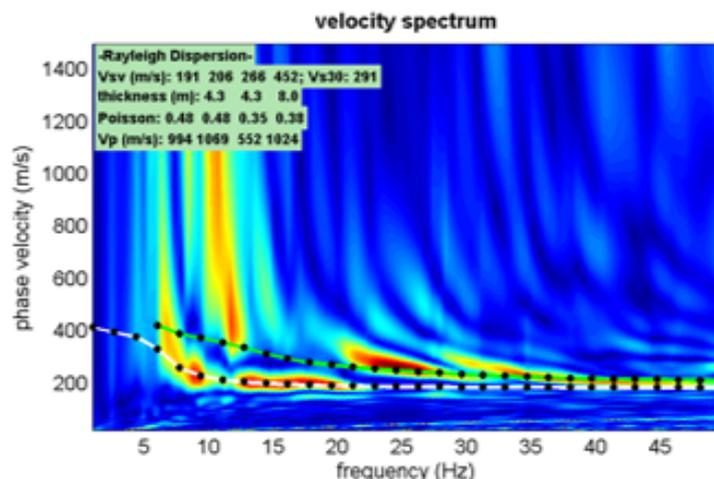
L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (SurfSeis 2 – Kansas Geological Survey) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtraggi "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting", l'ACG e i filtraggi tipo F-K ("fan cut", "fun pass", "horizontal e vertical cut").

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Il diagramma permette di visualizzare anche l'intervallo di lunghezza d'onda acquisito e il rapporto segnale-disturbo, utile per valutare la qualità dei dati. Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente tramite metodo manuale o semi-automatico.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di un procedimento calcolo e un algoritmo di inversione (Xia et al. 1999a), che gestisce i parametri velocità di taglio (Vs) e spessore degli strati.



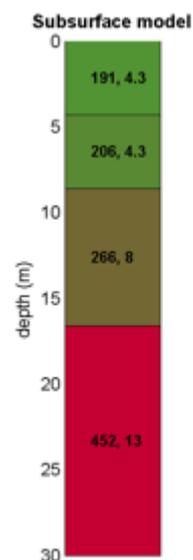
Curva di dispersione

Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (Vp) che, assieme allo spessore dei sismostrati e relative Vs, possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello geofisico in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile (errore quadratico medio inferiore al 5-10%) la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata.

Determinazione della categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (Vs) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore Vs30 per la sezione indagata.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
4.3	4.3	191
8.6	4.3	206
16.6	8.0	266
30.0	13.4	452



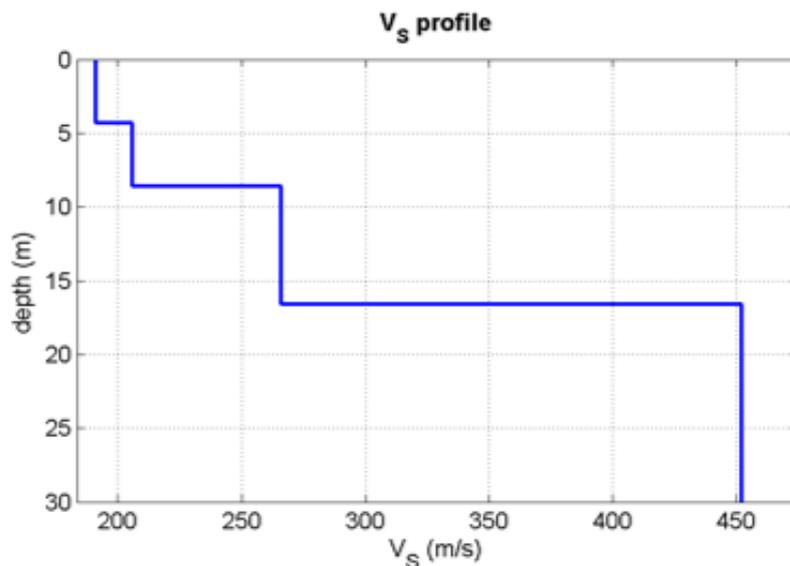


Diagramma Vs/profondità

Per i terreni in oggetto, nell'area sulla quale è in progetto la costruzione dei nuovi fabbricati residenziali, fino ai 30 m di profondità, tenuto conto dell'indagine effettuata, si è ottenuto un valore della V_{s30} pari a 291 m/sec, che definisce una **categoria di suolo di fondazione di tipo C**, riferibile a *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, le NTC2018 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica; viene inoltre definito un coefficiente C_c che serve per il calcolo del periodo di controllo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché tale valore è riferito al bedrock, per definire il valore di a_g in superficie si calcola quindi il fattore S_s , caratteristico dell'area, che dipende dalla categoria di suolo di fondazione; essendo i terreni dell'area in esame in categoria C, avremo:

$$- S_s = 1.70 - (0.6 \times F_o \times a_g/g)$$

Viene inoltre definito un coefficiente C_c , che serve per il calcolo del periodo di controllo T_c , corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione; in particolare T_c è calcolato come prodotto di C_c per il periodo T^*c , ottenuto dallo studio di pericolosità sismici del sito specifico, come riportato nella tabella precedente.

Per suoli in categoria C il coefficiente C_c risulta pari a.

$$- C_c = 1.05 \times (T^*c)^{-0.33}.$$

Le NTC 2018 di cui al DM 17/01/2018 prevedono anche un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della particolare ubicazione del sito, in relazione alla sua configurazione morfologica. Vengono previste 4 categorie topografiche, a secondo della configurazione geometrica del sito, alle quali è associato un coefficiente di amplificazione S_T che varia da 1 a 1.4, come riportato nella tabella seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Fattore di amplificazione S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Per quanto concerne la topografia del sito, siamo nella categoria T1, caratterizzata da una superficie pianeggiante con inclinazione media inferiore o uguale a 15° , alla quale è associata un valore del **coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.**

Ciò detto, sulla base della collocazione del sito in oggetto, corrispondente al punto sul quale sono in progetto le opere previste, si ottengono i relativi parametri di pericolosità sismica, come riportato di seguito.

Sito in esame

latitudine: 44,535053 Classe: 2
 longitudine: 10,827985 Vita nominale: 1

Siti di riferimento

Sito 1ID: 16501	Lat: 44,5550	Lon: 10,8250	Distanza: 2229,479
Sito 2ID: 16502	Lat: 44,5565	Lon: 10,8952	Distanza: 5834,580
Sito 3ID: 16724	Lat: 44,5066	Lon: 10,8973	Distanza: 6341,234
Sito 4ID: 16723	Lat: 44,5050	Lon: 10,8272	Distanza: 3341,165

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 35 anni
 Coefficiente c_u : 1

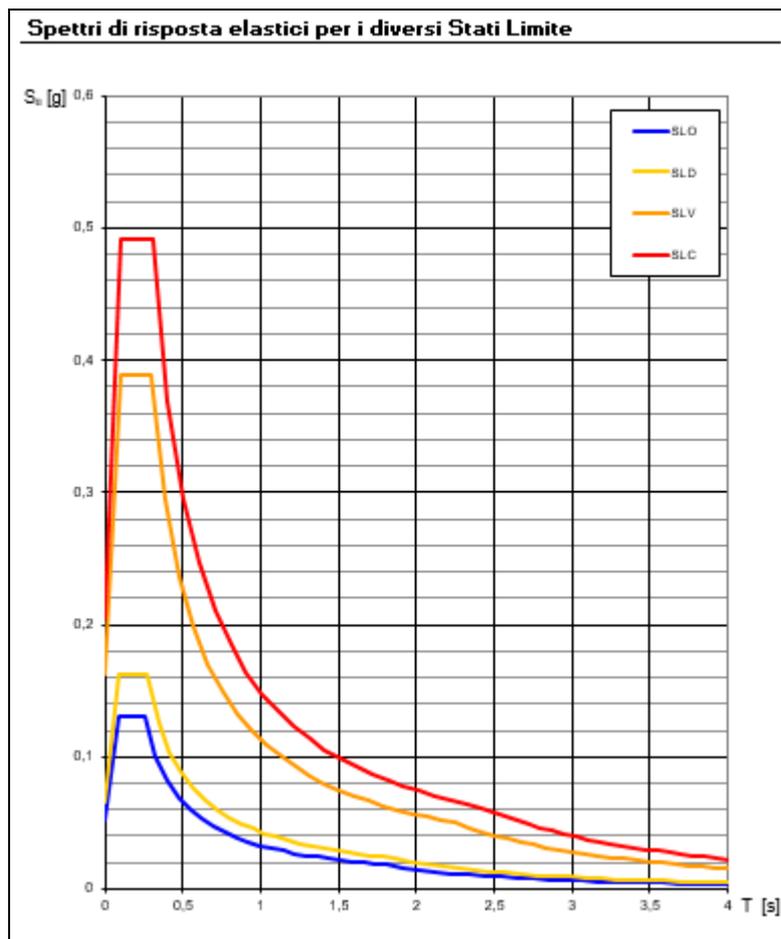
Parametri sismici

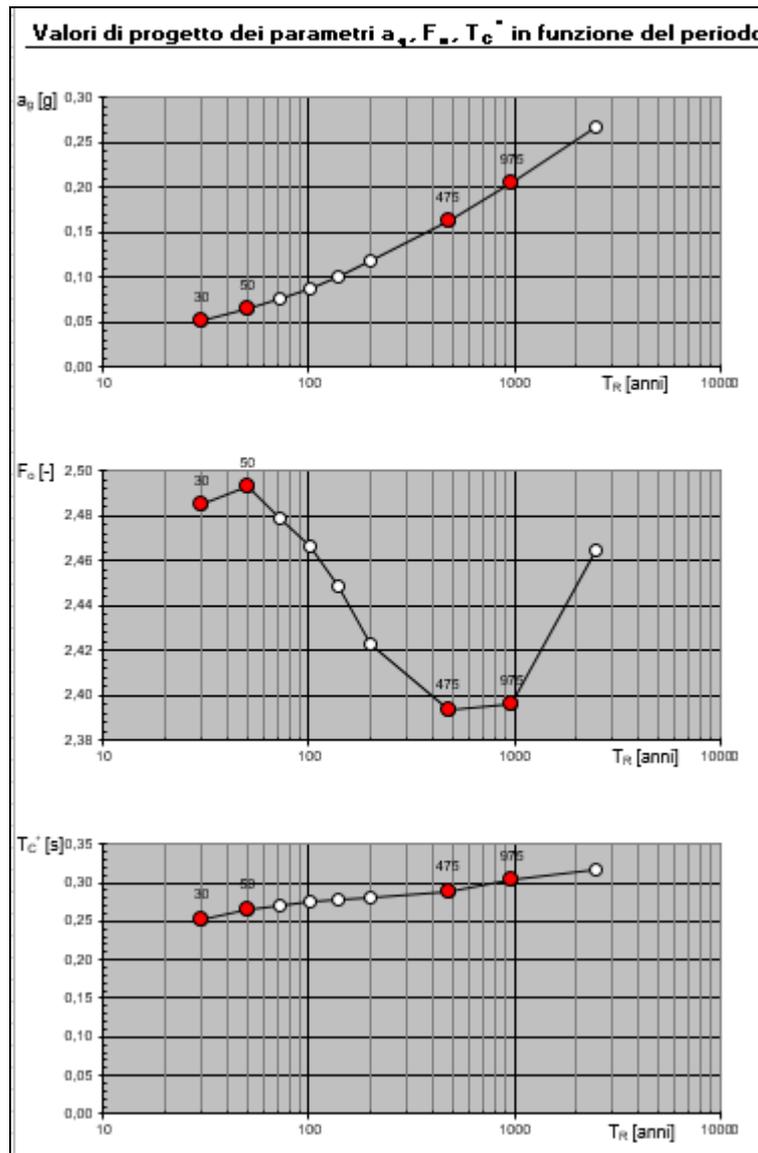
	Operativa SLO	Danno SLD	Salvaguardia della vita SLV	Prevenzione dal collasso SLC
Tr (anni)	30	35	332	682
Ag (g)	0,052	0,056	0,143	0,183
Fo	2,485	2,488	2,401	2,392
Tc* (s)	0,253	0,257	0,286	0,297

Coefficienti Sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,500	1,500	1,490	1,440
Cc	1,650	1,640	1,590	1,570
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,016	0,017	0,051	0,063
Kv	0,008	0,008	0,025	0,032
Amax	0,770	0,822	2,083	2,585
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Dove Kh e Kv sono i coefficienti sismici, orizzontale e verticale, per il sito in esame, calcolati, nei diversi stati limite, mediante il coefficiente di riduzione sismica Beta (funzione della categoria di suolo). Noti i parametri di pericolosità sismica si possono calcolare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per il sito in esame.





Verifica alla suscettibilità alla liquefazione

Nella nuova normativa tecnica, di cui al D.M. 17/01/2018, è richiesto di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nei primi 20 m di profondità del sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma. Dalle indagini eseguite è emerso che, dal punto di vista litostratigrafico, il sottosuolo dell’area in esame è costituito da terreni superficiali prevalentemente fini, limosi e argillosi e relativi termini intermedi, sino a circa 7/8m, per poi ritrovare il primo strato di ghiaia, spesso fino a circa 9/12 m di profondità, per poi tornare a incontrare terreni fini limo argillosi fino ai 20 m di profondità, non rilevando altresì livelli sabbiosi saturi predisposti al fenomeno della liquefazione. Pertanto da tale punto di vista si ritiene il **rischio di liquefazione nullo**.

Tale situazione è confermata anche dalla Carta del rischio sismico, estratta dal PTCP della Provincia di Modena, che si riporta in allegato 8, ove si evince che l’area in esame è caratterizzata dalla presenza di terreni soggetti alla sola amplificazione stratigrafica.

. B4) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni del primo sottosuolo è stata eseguita mediante l'elaborazione delle quattro prove penetrometriche statiche eseguite sull'area, sulla quale è previsto l'intervento in progetto, spinte sino alla profondità massima di 7,80 m dal piano campagna, profondità alla quale si è rinvenuto un primo strato di ghiaia molto competente, che non ha permesso oltre l'avanzamento.

Le prove sono poi state confrontate con altre prove effettuate nelle vicinanze dell'area in esame, dallo scrivente, in occasione di precedenti interventi edilizi, rilevando una sostanziale omogeneità della situazione.

La parametrizzazione delle unità litotecniche del sottosuolo è stata redatta attraverso le correlazioni proposte in letteratura, con riferimento alle unità litostratigrafiche prima descritte. I terreni interessati dalle strutture di fondazione in progetto, ovvero i più interessati dall'interazione struttura-terreno, sono quelli dell'unità A, sufficientemente consistenti da affrontare le normali problematiche fondazionali.

Da un punto di vista geotecnico, le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni con ottime caratteristiche di resistenza.

Sulla base dei dati ottenuti, per i fabbricati in progetto, si ritiene del tutto idonea l'adozione di fondazioni superficiali, il cui piano di posa dovrà essere collocato ad una profondità non inferiore a 80 cm dal p.d.c. attuale in modo tale da consentire di fatto il superamento del terreno superficiale più alterato e soprattutto di riporto, compreso direttamente nella zona soggetta alle variazioni di umidità e temperatura.

Sulla base delle prove eseguite si è stimata una portanza in termini di tensioni ammissibili, comunque cautelativa, pari a 1.5 Kg/cm²; tale valore dovrà essere comunque verificato una volta progettati i singoli interventi e noti i carichi agenti, agli stati limite, ultimo e di esercizio, come previsto dalle norme vigenti (NTC2018).

Nelle tabelle seguenti è riportata per le prove eseguite la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica media, con i principali parametri medi, utili alle successive verifiche.

Parametri geotecnici

Prova P1

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	ϕ	Mo	γ	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 3,20	50	1,67	0,69	19	120	1,9	/	0,40	4	Argille limose
2	3,20 – 7,00	60	2,00	0,85	19	140	1,9	/	0,38	5	Argille limose
3	7,00 – 7,40	135	/	/	39	396	2,2	78	0,30	12	Ghiaie

Prova P2

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	ϕ	Mo	γ	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 2,80	47	1,57	0,64	19	114	1,9	/	0,40	4	Argille limose
2	2,80 – 6,20	69	2,30	1	19	158	1,9	/	0,36	6	Argille limose
3	6,20 – 6,60	155	/	/	39	330	2,2	80	0,30	12	Ghiaie

Prova P3

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	ϕ	Mo	γ	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 3,00	39	1,30	0,50	19	98	1,9	/	0,42	3	Argille limose
2	3,00 – 7,20	60	2,00	0,85	19	140	1,9	/	0,38	5	Argille limose
3	7,20 – 7,60	150	/	/	39	320	2,2	80	0,30	12	Ghiaie

Prova P4

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	ϕ	Mo	γ	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 3,00	31	1,03	0,37	19	82	1,9	/	0,42	3	Argille limose
2	3,00 – 7,60	49	1,63	0,67	19	118	1,9	/	0,40	4	Argille limose
3	7,60 – 8,00	130	/	/	39	280	2,2	78	0,30	12	Ghiaie

dove:

Strato: Numero progressivo strato

Prof: Profondità base strato (m)

Rpm: Resistenza alla punta media (Kg/cm²)

Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)

C': Coesione efficace (Kg/cm²)

Dr: Densità relativa (%)

ϕ : Angolo di resistenza al taglio (°)

Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)

γ : Peso unità di volume (t/m³)

w: Coefficiente di Winkler (Kg/cm³)

v: Coefficiente di Poisson

Tipo: Litologia prevalente strato

. C) CONCLUSIONI

La presente relazione tratta dei caratteri geologici, geomorfologici, sismici e geotecnici di un'area posta in via Carducci, nel centro abitato di Fiorano Modenese (Mo), sulla quale è in progetto la costruzione di nuovi fabbricati residenziali. Sulla base delle indagini eseguite, considerazioni svolte si dichiara **la fattibilità dell'intervento in progetto**.

Dallo studio eseguito è emerso che l'area si colloca in una zona pianeggiante che permette uno sviluppo edilizio dell'intervento in progetto senza particolari problemi, con presenza di terreni alluvionali stabili, caratterizzati da buone caratteristiche geotecniche.

La caratterizzazione dei terreni di sottofondazione nell'area in esame, è stata ottenuta attraverso l'esecuzione di quattro prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità massima di 6/8 m dal piano campagna attuale, profondità alla quale si è rinvenuto un primo strato di ghiaia molto competente, che non ha permesso oltre l'avanzamento delle prove stesse. I dati ottenuti hanno consentito di definire il modello geologico e geotecnico del terreno del primo sottosuolo, sulla base del quale eseguire le successive verifiche.

Nello specifico si rileva una dominante copertura di terreni fini, argillosi e argillo limosi, fino a circa 6/8 metri di profondità, alla quale si rinviene il primo strato di ghiaia. Sulla base dei dati ottenuti, per i fabbricati in progetto, si ritiene del tutto idonea l'adozione di fondazioni superficiali, il cui piano di posa dovrà essere collocato ad una profondità non inferiore a 80 cm dal p.d.c. attuale in modo tale da consentire di fatto il superamento del terreno superficiale più alterato, compreso direttamente nella zona soggetta alle variazioni di umidità e temperatura. Sulla base delle prove eseguite si è stimata una portanza in termini di tensioni ammissibili pari a 1.5 Kg/cm²; tale valore dovrà essere comunque verificato una volta noti i carichi agenti, agli stati limite, ultimo e di esercizio, come previsto dalle norme vigenti (NTC2018). L'area non presenta un livello di falda freatica superficiale, che in zona si colloca oltre i 10 metri di profondità. Dal punto di vista sismico si dovrà fare riferimento come zonizzazione per il comune di Fiorano Modenese, alla zona 2. Si è classificata l'area in esame definendo i parametri di pericolosità sismica di base; quindi, mediante apposita indagine sismica MASW, si è determinata la categoria sismica di suolo di fondazione dei terreni presenti, risultata essere la categoria C, mediante la quale si sono determinati per l'area specifica i fattori di amplificazione locale, ai sensi delle norme vigenti sia stratigrafica sia topografica. Si è verificato come non vi sia per i terreni in esame rischio di liquefazione, in caso di sisma, non rilevando la presenza di terreni sabbiosi saturi, predisposti a tale fenomeno. In ogni modo, in fase esecutiva occorrerà durante le operazioni di cantiere, l'assistenza dello scrivente per la verifica in corso d'opera delle condizioni geotecniche assunte in questa sede.

Modena, 14/05/2019

Il Tecnico
Dott. Geol. Alessandro Maccaferri



ALLEGATI

Allegato 1 – Inquadramento geografico

Allegato 2 – Ubicazione area d'interesse

Allegato 3 – Foto aerea zona in esame

Allegato 4 – Planimetria catastale area in oggetto

Allegato 5 – Carta geologica

Allegato 6 – Carta della litologia superficiale

Allegato 7 – Carta della zonizzazione sismica

Allegato 8 – Carta del rischio sismico PTCP

Allegato 9 – Ubicazione indagini geognostiche

Allegato 10 – Prove penetrometriche statiche

Inquadramento Geografico

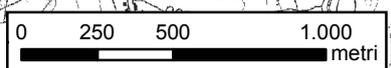
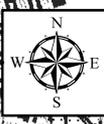
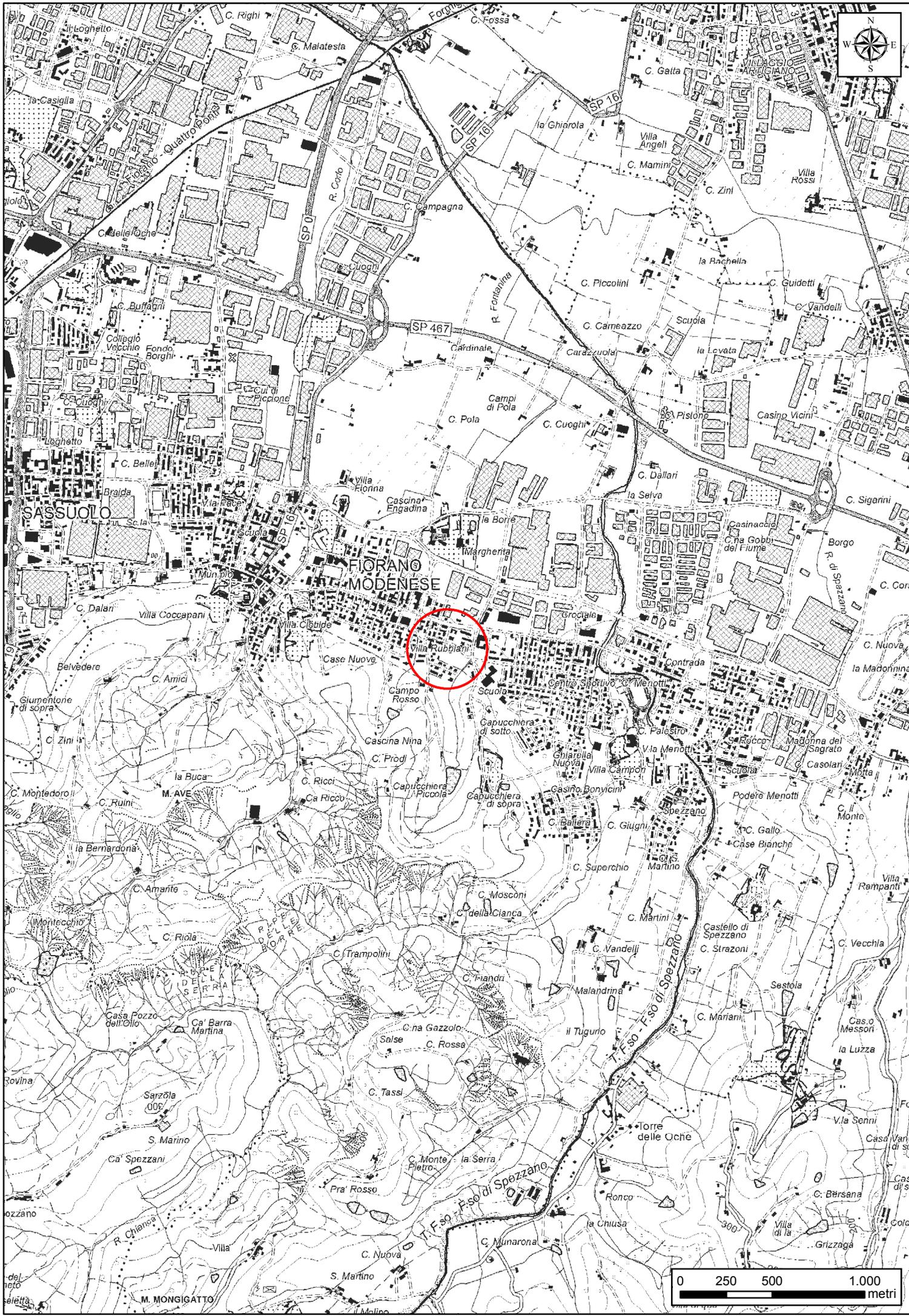
C.T.R. scala 1 : 25.000

Estratto Tavola 219NO "Sassuolo"

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

1



Ubicazione area in studio

C.T.R. scala 1 : 5.000

Estratto Elemento 219061 "Fiorano Modenese"

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

2

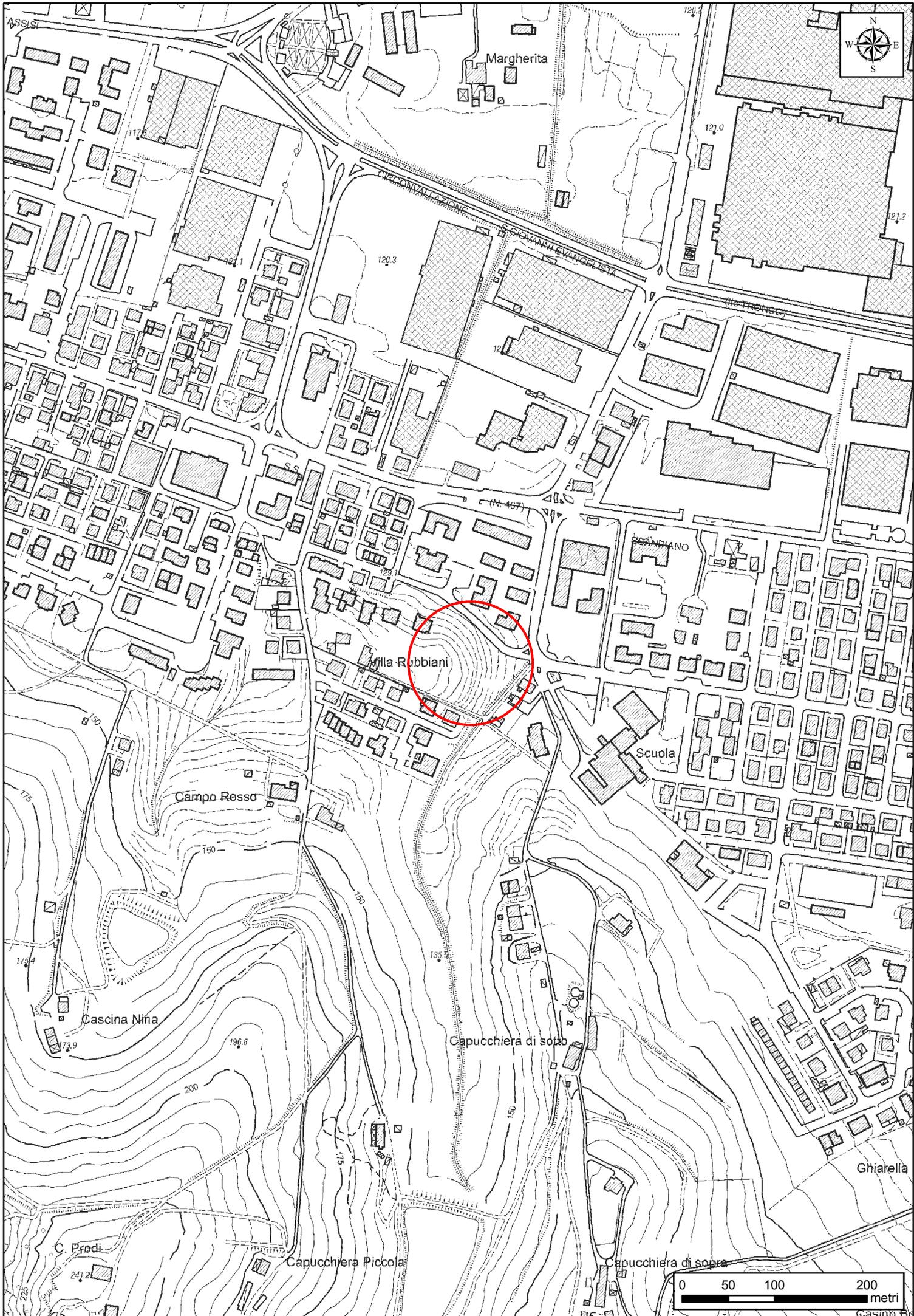


Foto aerea della zona in studio

Google Earth 2018

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

3



Google Earth

© 2018 Google

200 m

Planimetria catastale

Foglio 19, mappali 305parte – 80 – 444 – 328 – 458 –
459 – 460 – 461 – 462 – 443parte – 438parte –
375parte

A
L
L
E
G
A
T
O

4



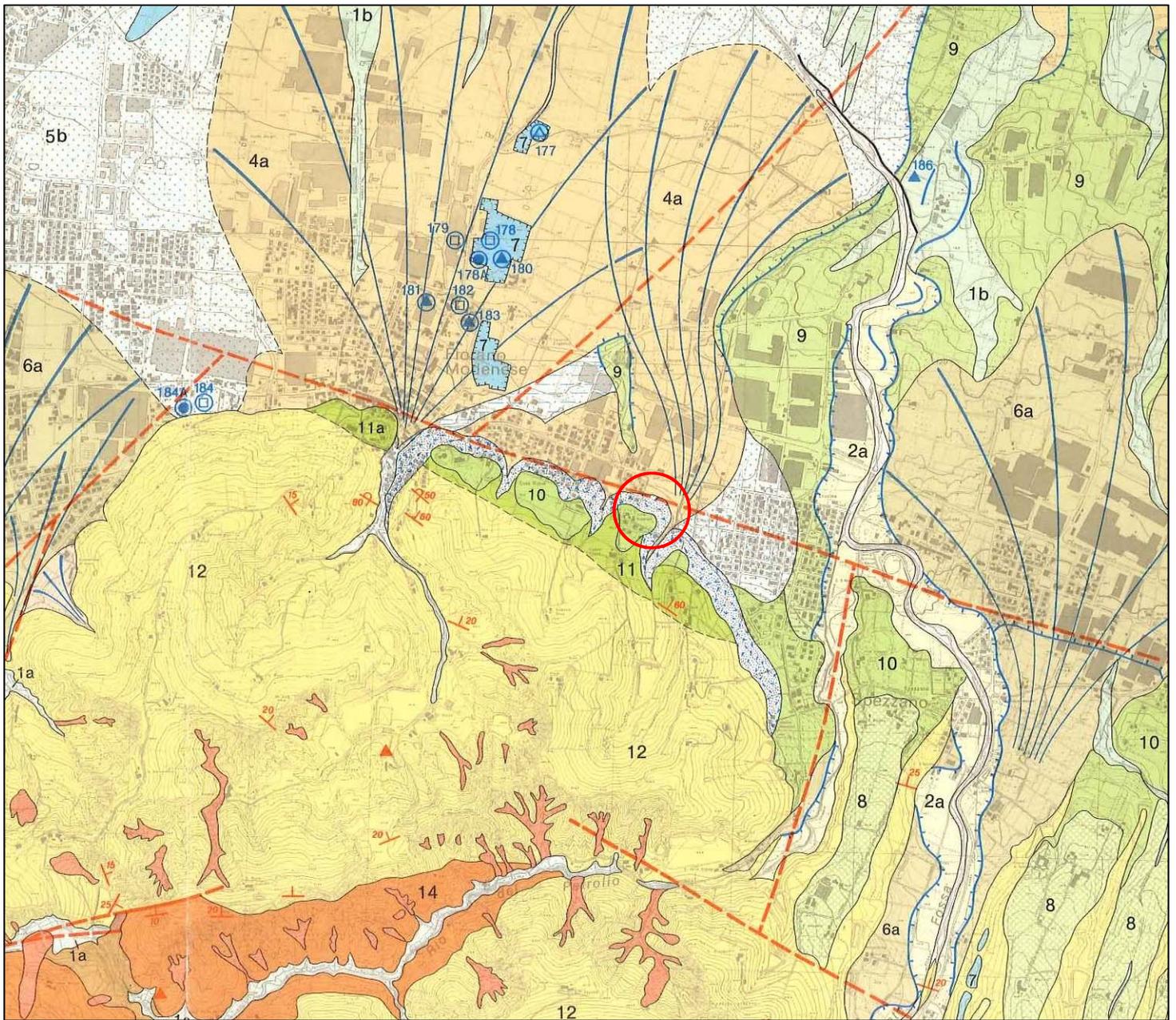
Carta geologica dell'alta pianura modenese

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

5



Legenda:

- 1a** Depositi terrazzati negli alvei attuali: ghiaie e sabbie, prevalenti, dei fiumi principali; limi e sabbie, prevalenti, degli alvei minori, comprensivi dei depositi limo-argillosi colluviali ad essi talora sovrapposti.
Età: *Attuale*.
- 1b** Riempimento degli alvei minori relitti: sedimenti limo-sabbiosi di prevalente origine colluviale.
Età: *Attuale*.
- 6a** **Unità di Maranello:** depositi sabbici so-limosi con lenti di ghiaie delle conoidi alluvionali pedemontane dei corsi d'acqua minori. A tetto vertisuoli e suoli bruni lisciviati con orizzonti B di spessore inferiore al metro, non rubefatti.
Età: *Pre-Neolitico*.
- 8** **Unità di Spezzano:** depositi colluviali e loessici pedogenizzati contenenti industrie tardo-acheuleane sovrapposti a un glacis pedemontano secante le Unità 10, 11, 12.
Età: *Pleistocene medio*.
- 9** **Unità Ubersetto:** depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi di conoidi alluvionali pedemontane. A tetto suoli policiclici lisciviati debolmente rubefatti (Hue: 5-7,5 YR) con profilo di alterazione potente circa m 3, ricoperto da una coltre metrica di loess pedogenizzato contenente industrie tardo-acheuleane.
Età: *Pleistocene medio*.
- 10** **Unità Ca di Sola:** depositi ghiaioso-sabbiosi ed argillosi di sovrapposti cicli positivi di sedimentazione fluviale tipo braided. A tetto suolo policiclico fersiallitico lisciviato rubefatto (Hue: 5 YR) con profilo di alterazione spesso circa m 5, a luoghi erosivi, ricoperto da loess pedogenizzato contenente industrie tardo-acheuleane. Alla base dell'Unità faune continentali con *Helephus meridionalis* e *Mimomys*.
Età: *tardo Pleistocene inferiore - Pleistocene medio*.
- 11** **Sabbie di Castelvetrò:** sabbie, sabbie con lenti di ghiaie e talora ghiaie (a), di ambiente litorale, a stratificazione obliqua.
Età: *Pleistocene inferiore*.
- 12** **Argille del T. Tiepido:** argille siltose marine grigio-azzurre a ritmo di stratificazione variabile, da massiva a sottile; intercalazioni di sabbie fini, prevalenti alla base, in strati da centimetrici a metrici. L'unità è trasgressiva su 14, 15, 16 con contatto caratterizzato talora da minuto conglomerato (a).
Cenozona a *G. pachyderma* e a *H. balthica*.
Età: *Pleistocene inferiore - Pliocene superiore (?)*.
- 14** **Argille del Rio del Petrolio:** argille marnose marine raramente stratificate di colore grigio chiaro.
Cenozona a *C. margaritae* e *U. rutila*.
Età: *Pliocene inferiore*.

- 2a** **Unità dei corsi d'acqua minori:** depositi di conoidi alluvionale limo-sabbiosi e argillosi e sabbioso-limosi con lenti di ghiaie; a tetto suoli alluvionali poco evoluti(*).
Età: *XV-XX secolo*.
- 3a** ricoprenti evidenze archeologiche di età romana.
Età: *Medioevo*.
- 4a** alla base materiali archeologici neolitici e a tetto o in superficie materiali archeologici dell'Età del bronzo e romana.
Età: *Neolitico - Romano*.

 Depositi colluviali

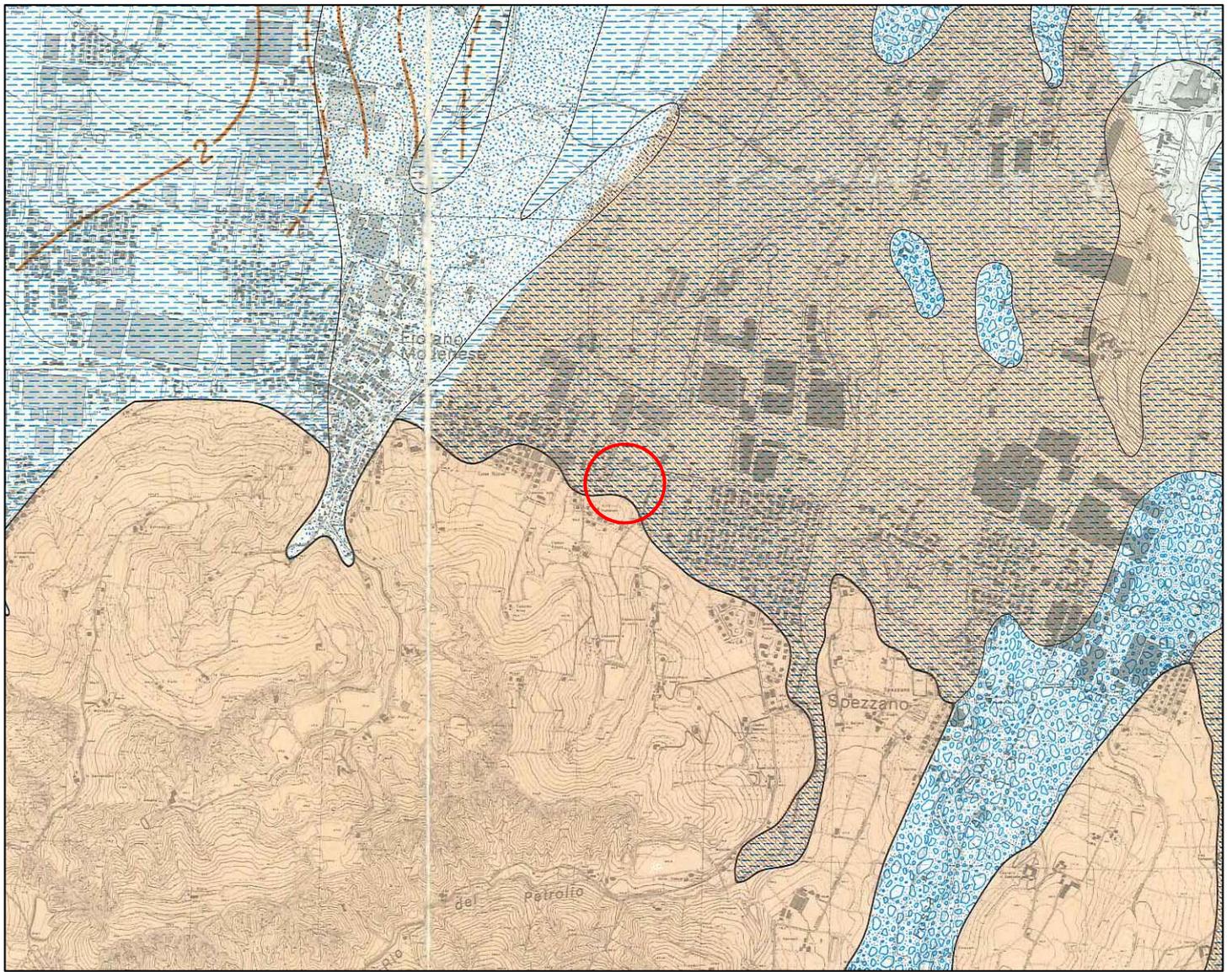
Carta della litologia di superficie

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

6



Legenda:

	GHIAIE E TERRENI PREVALENTEMENTE GHIAIOSI
	SABBIE E TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSI
	LIMI E TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSI
	ARGILLE E TERRENI PREVALENTEMENTE ARGILLOSI
	ISOBATE DEL TETTO DELLE GHIAIE E LORO ANDAMENTO PRESUNTO <i>(il valore 0 coincide sempre con il limite litologico)</i>
	LENTI SUPERFICIALI DI GHIAIA AL DI SOPRA DEL TETTO INDIVIDUATO DALLE ISOBATE
	PROFONDITÀ DEL TETTO DELLE GHIAIE MAGGIORE DI m 20 DAL PIANO CAMPAGNA
	AREE CON LENTI DI GHIAIA NON ANASTOMIZZANTISI E CHE QUINDI NON COSTITUISCONO UNA SUPERFICIE CONTINUA
	ALVEO FLUVIALE
	ORLI DI SCARPATE
	LIMITE DELL'ALTA PIANURA

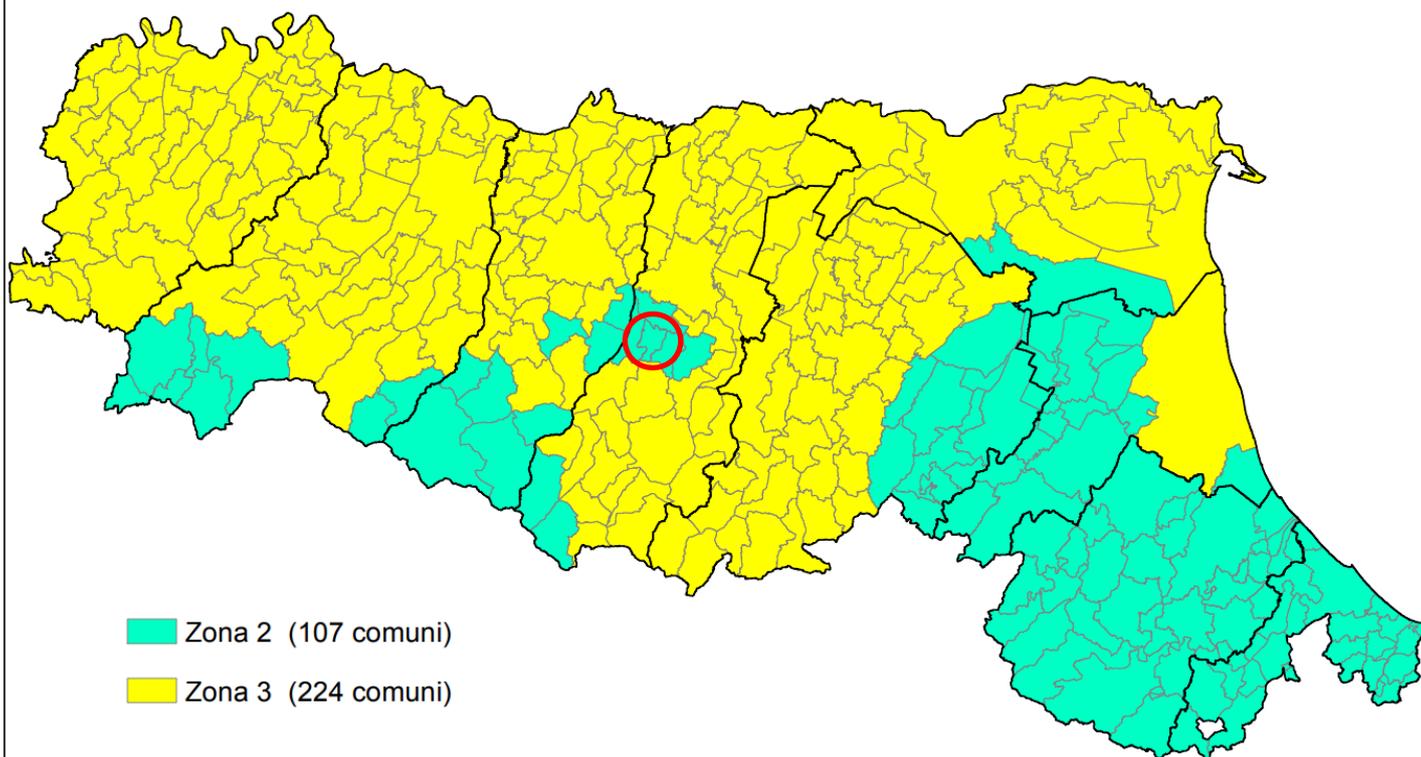
Carta della zonizzazione sismica

 Comune di Fiorano Modenese

**A
L
L
E
G
A
T
O**

7

Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna



Carta delle sicurezze del territorio

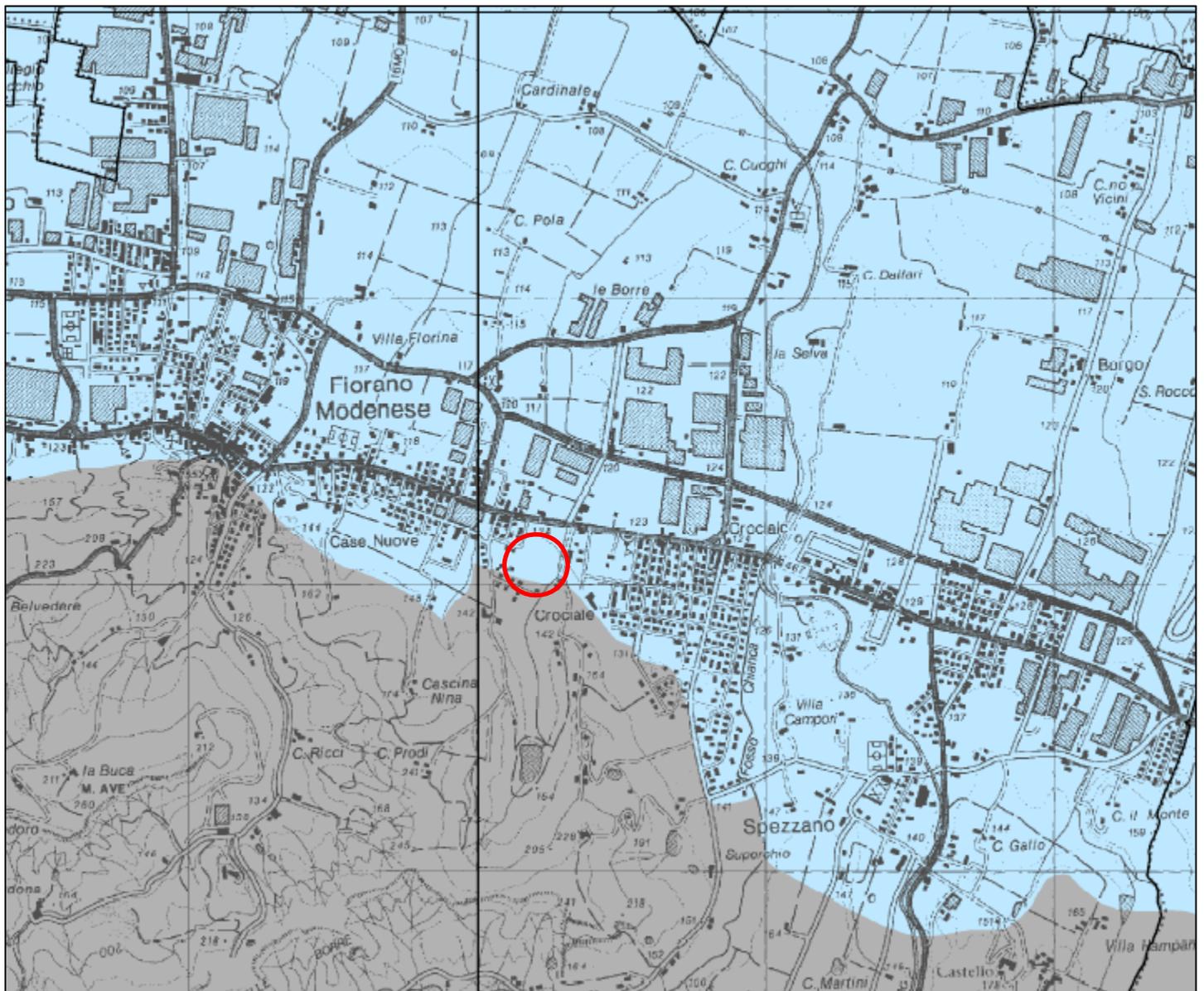
**Tav. 2.2: Rischio sismico: carta delle aree
suscettibili di effetti locali**

Estratto PTCP Modena 1:25.000

 Ubicazione area in oggetto

A
L
L
E
G
A
T
O

8



LEGENDA:

5	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di II livello.</p>
---	---

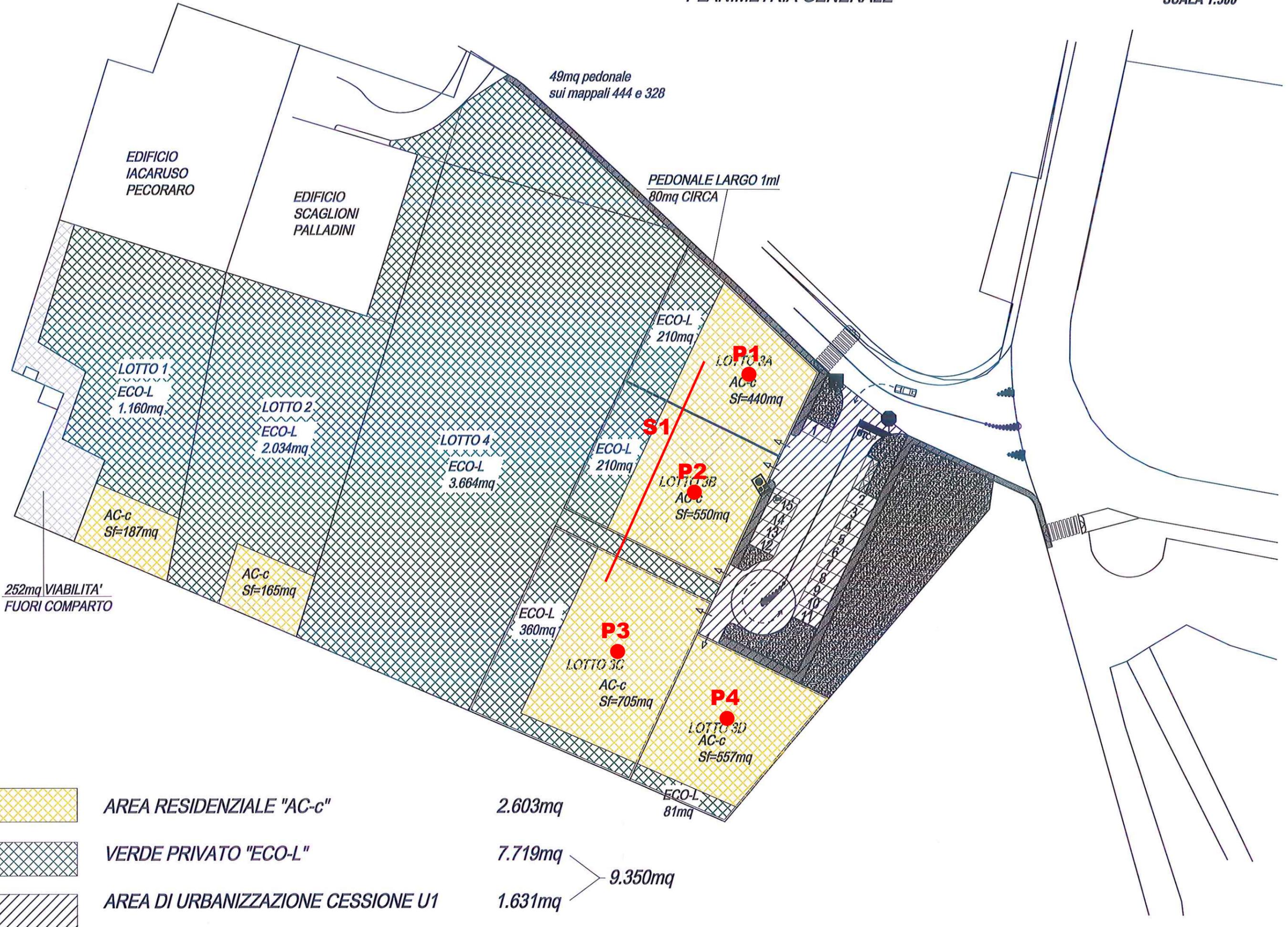
	<p>territorio interessato dalla cartografia serie 10b (scala 1:10.000)</p>
--	--

**Planimetria di progetto con ubicazione
indagini geognostiche**

- **P1** Prova penetrometrica CPT
- **S1** Indagine sismica MASW

PLANIMETRIA GENERALE

SCALA 1:500



Prove penetrometriche

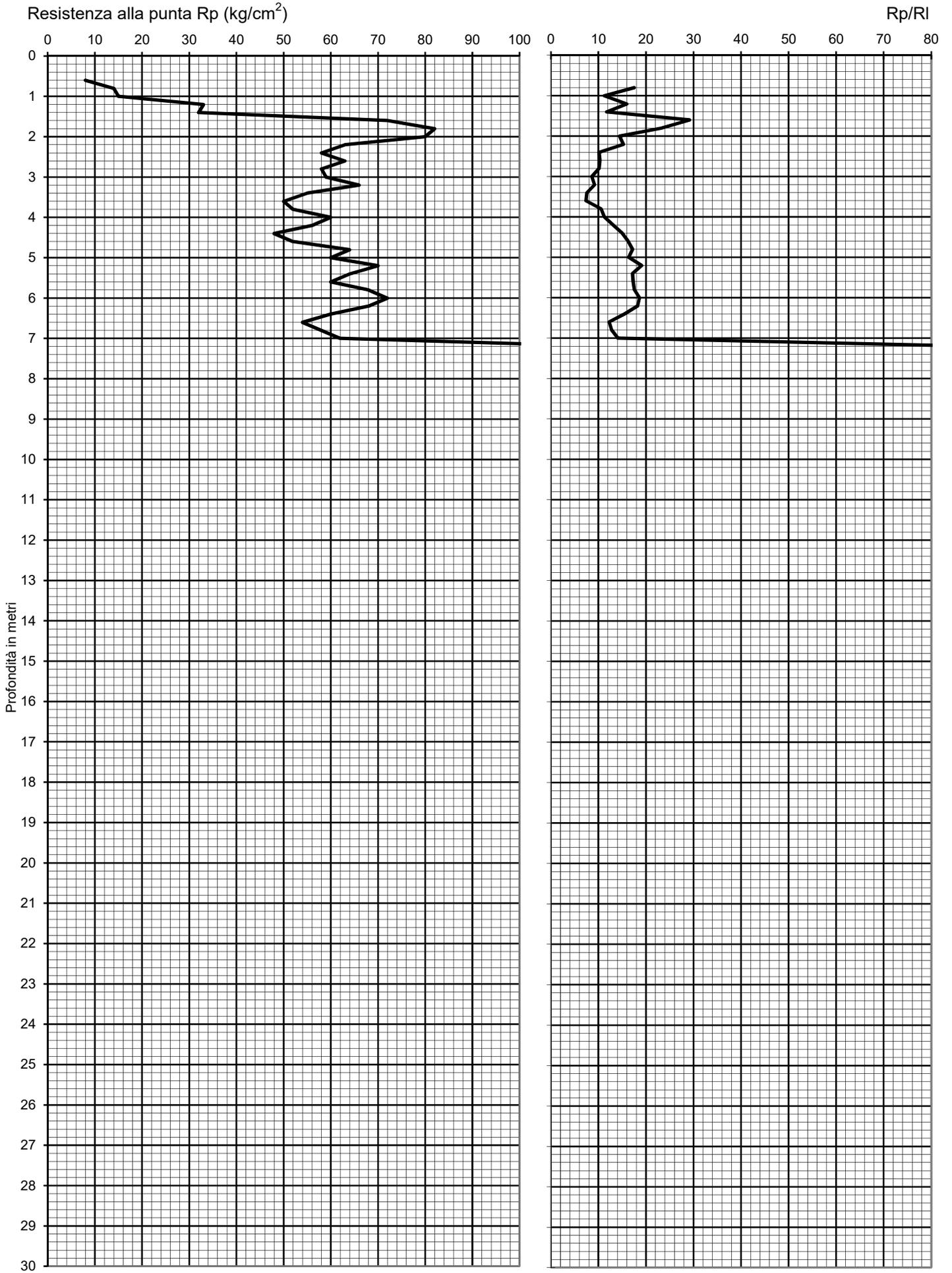
**A
L
L
E
G
A
T
O**

10

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 1 Quota: P.C. Data: 09/04/2019
Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)
Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni
Certificato: **61** Data emissione: 10/04/19



DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **61** Data emissione: 10/04/19

Committente : Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Località : Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Prova numero : 1

Data : 09/04/2019

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 1 Quota: P.C. Data: 09/04/2019
 Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)
 Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni
 Certificato: **61** Data emissione: 10/04/19

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	8	19	8	0,73	10,91
0,80	14	26	14	0,80	17,50
1,00	15	35	15	1,33	11,25
1,20	33	64	33	2,07	15,97
1,40	32	73	32	2,73	11,71
1,60	72	109	72	2,47	29,19
1,80	82	135	82	3,53	23,21
2,00	80	163	80	5,53	14,46
2,20	63	125	63	4,13	15,24
2,40	58	144	58	5,73	10,12
2,60	63	155	63	6,13	10,27
2,80	58	144	58	5,73	10,12
3,00	59	162	59	6,87	8,59
3,20	66	174	66	7,20	9,17
3,40	55	164	55	7,27	7,57
3,60	50	152	50	6,80	7,35
3,80	52	126	52	4,93	10,54
4,00	60	140	60	5,33	11,25
4,20	56	120	56	4,27	13,13
4,40	48	96	48	3,20	15,00
4,60	52	100	52	3,20	16,25
4,80	64	120	64	3,73	17,14
5,00	60	115	60	3,67	16,36
5,20	70	125	70	3,67	19,09
5,40	64	120	64	3,73	17,14
5,60	60	112	60	3,47	17,31
5,80	68	126	68	3,87	17,59
6,00	72	130	72	3,87	18,62
6,20	68	124	68	3,73	18,21
6,40	60	118	60	3,87	15,52
6,60	54	120	54	4,40	12,27
6,80	58	126	58	4,53	12,79
7,00	62	128	62	4,40	14,09
7,20	120	140	120	1,33	90,00
7,40	150	160	150	0,67	225,00
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					
10,20					
10,40					
10,60					
10,80					
11,00					
11,20					
11,40					
11,60					
11,80					
12,00					
12,20					
12,40					
12,60					
12,80					
13,00					
13,20					
13,40					
13,60					
13,80					
14,00					
14,20					
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 2

Quota: P.C.

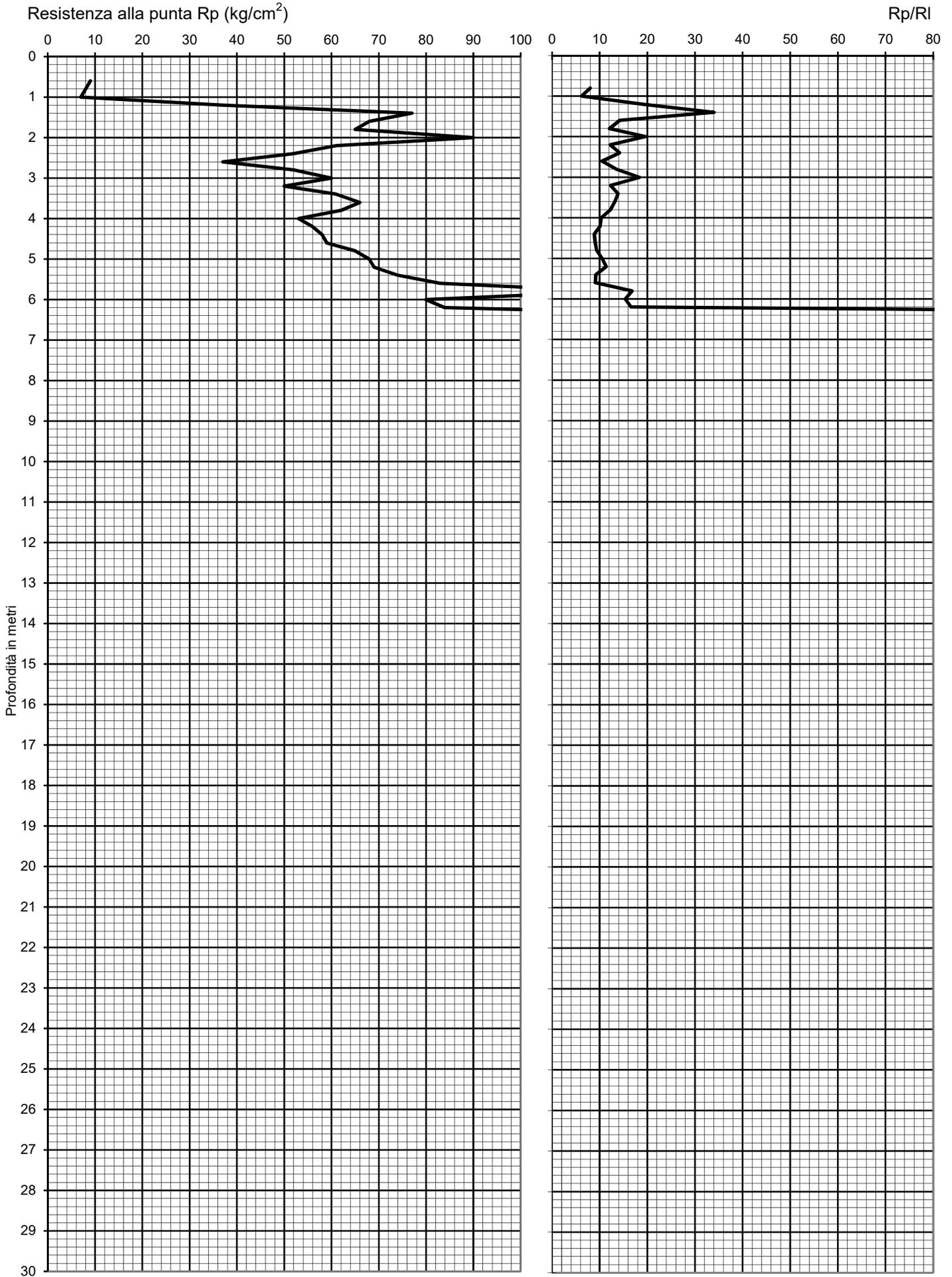
Data: 09/04/2019

Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Certificato: **62**

Data emissione: 10/04/19



DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **62**

Data emissione: 10/04/19

Committente : Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Località : Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Prova numero : 2

Data : 09/04/2019

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 2 Quota: P.C. Data: 09/04/2019
Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)
Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni
Certificato: **62** Data emissione: 10/04/19

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	9	22	9	0,87	10,38
0,80	8	23	8	1,00	8,00
1,00	7	24	7	1,13	6,18
1,20	37	66	37	1,93	19,14
1,40	77	111	77	2,27	33,97
1,60	68	140	68	4,80	14,17
1,80	65	146	65	5,40	12,04
2,00	90	159	90	4,60	19,57
2,20	61	136	61	5,00	12,20
2,40	52	107	52	3,67	14,18
2,60	37	90	37	3,53	10,47
2,80	52	110	52	3,87	13,45
3,00	60	109	60	3,27	18,37
3,20	50	111	50	4,07	12,30
3,40	61	127	61	4,40	13,86
3,60	66	141	66	5,00	13,20
3,80	62	138	62	5,07	12,24
4,00	53	130	53	5,13	10,32
4,20	56	139	56	5,53	10,12
4,40	58	156	58	6,53	8,88
4,60	59	157	59	6,53	9,03
4,80	65	169	65	6,93	9,38
5,00	68	165	68	6,47	10,52
5,20	69	160	69	6,07	11,37
5,40	74	195	74	8,07	9,17
5,60	83	220	83	9,13	9,09
5,80	120	227	120	7,13	16,82
6,00	80	158	80	5,20	15,38
6,20	84	160	84	5,07	16,58
6,40	150	160	150	0,67	225,00
6,60	160	170	160	0,67	240,00
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					
10,20					
10,40					
10,60					
10,80					
11,00					
11,20					
11,40					
11,60					
11,80					
12,00					
12,20					
12,40					
12,60					
12,80					
13,00					
13,20					
13,40					
13,60					
13,80					
14,00					
14,20					
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 3

Quota: P.C.

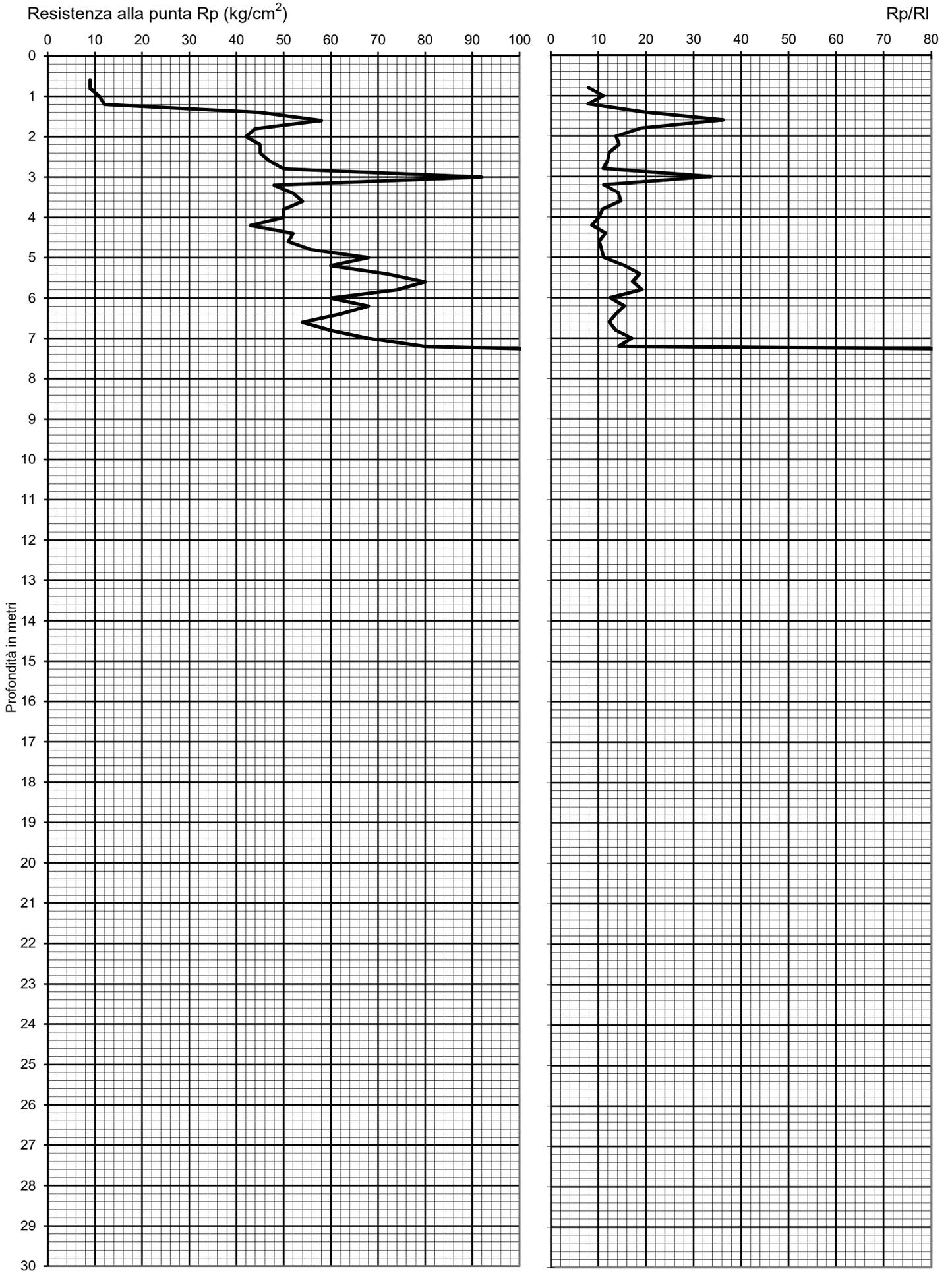
Data: 09/04/2019

Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Certificato: **63**

Data emissione: 10/04/19



DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **63** Data emissione: 10/04/19

Committente : Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Località : Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Prova numero : 3

Data : 09/04/2019

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 3 Quota: P.C. Data: 09/04/2019
Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)
Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni
Certificato: **63** Data emissione: 10/04/19

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	9	22	9	0,87	10,38
0,80	9	26	9	1,13	7,94
1,00	11	26	11	1,00	11,00
1,20	12	35	12	1,53	7,83
1,40	45	80	45	2,33	19,29
1,60	58	82	58	1,60	36,25
1,80	44	79	44	2,33	18,86
2,00	42	88	42	3,07	13,70
2,20	45	92	45	3,13	14,36
2,40	45	100	45	3,67	12,27
2,60	47	106	47	3,93	11,95
2,80	50	118	50	4,53	11,03
3,00	92	133	92	2,73	33,66
3,20	48	113	48	4,33	11,08
3,40	52	107	52	3,67	14,18
3,60	54	109	54	3,67	14,73
3,80	50	119	50	4,60	10,87
4,00	50	124	50	4,93	10,14
4,20	43	118	43	5,00	8,60
4,40	52	120	52	4,53	11,47
4,60	51	126	51	5,00	10,20
4,80	56	135	56	5,27	10,63
5,00	68	160	68	6,13	11,09
5,20	60	118	60	3,87	15,52
5,40	72	130	72	3,87	18,62
5,60	80	150	80	4,67	17,14
5,80	74	132	74	3,87	19,14
6,00	60	132	60	4,80	12,50
6,20	68	134	68	4,40	15,45
6,40	62	130	62	4,53	13,68
6,60	54	120	54	4,40	12,27
6,80	60	126	60	4,40	13,64
7,00	68	128	68	4,00	17,00
7,20	80	164	80	5,60	14,29
7,40	150	160	150	0,67	225,00
7,60	160	170	160	0,67	240,00
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					
10,20					
10,40					
10,60					
10,80					
11,00					
11,20					
11,40					
11,60					
11,80					
12,00					
12,20					
12,40					
12,60					
12,80					
13,00					
13,20					
13,40					
13,60					
13,80					
14,00					
14,20					
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 4

Quota: P.C.

Data: 09/04/2019

Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

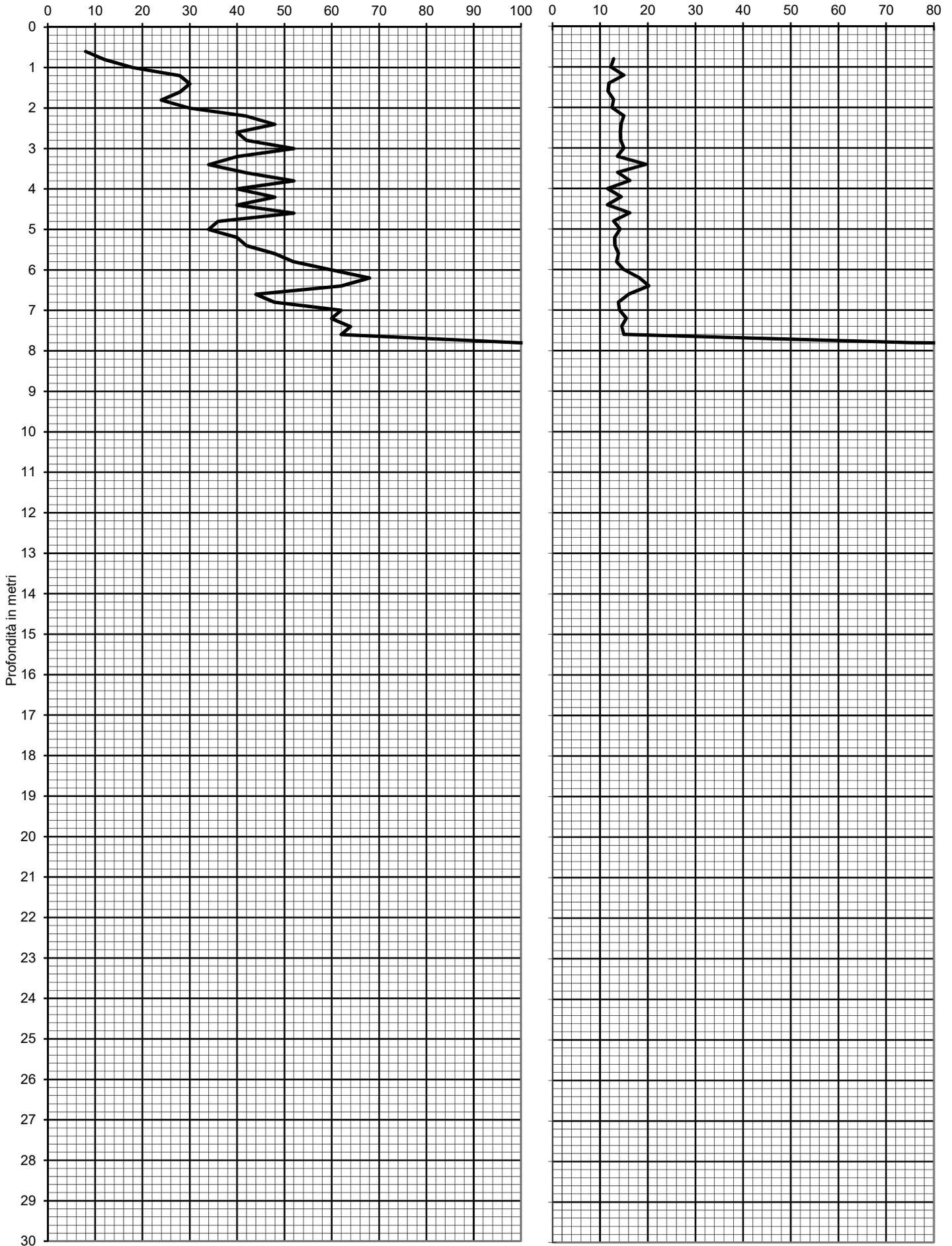
Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Certificato: **64**

Data emissione: 10/04/19

Resistenza alla punta R_p (kg/cm^2)

R_p/R_l



DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **64** Data emissione: 10/04/19

Committente : Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni

Località : Via Carducci - Fiorano M. (Mo)

Prova numero : 4

Data : 09/04/2019

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 4 Quota: P.C. Data: 09/04/2019
Località: Via Carducci - Fiorano M. (Mo)
Committ.: Sig.ri Iaccaruso - Pecoraro - Palladini - Scaglioni
Certificato: **64** Data emissione: 10/04/19

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	8	19	8	0,73	10,91
0,80	12	26	12	0,93	12,86
1,00	18	40	18	1,47	12,27
1,20	28	56	28	1,87	15,00
1,40	30	68	30	2,53	11,84
1,60	28	64	28	2,40	11,67
1,80	24	52	24	1,87	12,86
2,00	30	66	30	2,40	12,50
2,20	42	84	42	2,80	15,00
2,40	48	98	48	3,33	14,40
2,60	40	82	40	2,80	14,29
2,80	42	86	42	2,93	14,32
3,00	52	104	52	3,47	15,00
3,20	40	84	40	2,93	13,64
3,40	34	60	34	1,73	19,62
3,60	42	88	42	3,07	13,70
3,80	52	100	52	3,20	16,25
4,00	40	92	40	3,47	11,54
4,20	48	98	48	3,33	14,40
4,40	40	92	40	3,47	11,54
4,60	52	100	52	3,20	16,25
4,80	36	78	36	2,80	12,86
5,00	34	70	34	2,40	14,17
5,20	40	86	40	3,07	13,04
5,40	42	90	42	3,20	13,13
5,60	48	100	48	3,47	13,85
5,80	52	110	52	3,87	13,45
6,00	60	120	60	4,00	15,00
6,20	68	124	68	3,73	18,21
6,40	62	108	62	3,07	20,22
6,60	44	85	44	2,73	16,10
6,80	48	100	48	3,47	13,85
7,00	62	128	62	4,40	14,09
7,20	60	118	60	3,87	15,52
7,40	64	130	64	4,40	14,55
7,60	62	124	62	4,13	15,00
7,80	100	120	100	1,33	75,00
8,00	160	170	160	0,67	240,00
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					
10,20					
10,40					
10,60					
10,80					
11,00					
11,20					
11,40					
11,60					
11,80					
12,00					
12,20					
12,40					
12,60					
12,80					
13,00					
13,20					
13,40					
13,60					
13,80					
14,00					
14,20					
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					