

© ArchiGEO - Tutti i diritti riservati



Giancarlo Betti
STUDIO DI
ARCHITETTURA
E GEOLOGIA
ARCHITETTO
GIANCARLO
BETTI

Architetto Giancarlo Betti
Geologo Lucilla Tentoni

47833 Morciano di Romagna (RN) via Abbazia 49
tel. 327 1524148 Email: info@studioarchigeo.it

NUOVO COMPLESSO
PALAZZO IMOLA
comparto C1 (m21)

Comune di Morciano di Romagna
piazza Risorgimento - via Roma - via XXV Luglio

Marcello Imola
Sig. Imola Marcello, Morciano di Romagna (RN)

PROGETTO
Relazione Geologica

B.01.11

S.G. Associati

Dott. Geol. Luca Tentoni

Via Antonio Benucci, 45

61122 Pesaro

Tel. 0721 20 26 25

Fax 0721 17 10 024

e-mail : sg@netco.it

pec : sgpesaro@legalmail.it

C.F e P.IVA: 02540340417



ARCHIGEO

STUDIO DI ARCHITETTURA E
GEOLOGIA

Dott. Geol. Lucilla Tentoni

via Abbazia 49 47833 Morciano di Romagna (RN)

tel. 327 1524148

email info@studioarchigeo.it

COMUNE DI MORCIANO DI ROMAGNA

PROVINCIA DI RIMINI

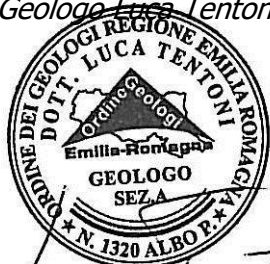


RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Sig. Imola Marcello

Studio geologico relativo al progetto di realizzazione del Comparto C1 (m 21) Morciano di Romagna (RN)

Geologo Luca Tentoni



Luca Tentoni

Geologo Lucilla Tentoni



Lucilla Tentoni

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3. VALUTAZIONI RELATIVE AL PIANO REGOLATORE COMUNALE.....	8
4. ANALISI VINCOLI ESISTENTI: ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
6. FORME DEL TERRENO E LINEAMENTI MORFOLOGICI.....	16
7. ANALISI IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA	16
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE	17
8.1 PROGRAMMA INDAGINI	17
9. PROPRIETA' FISICHE E DINAMICHE DEI TERRENI	21
9.1 PROVE DI LABORATORIO	21
9.2 PROVE IN SITO.....	21
10. INDAGINE GEOFISICA.....	26
10.1 INDAGINE LINEARE MASW	26
10.2 INDAGINE PUNTUALE HVSR.....	27
11. LIQUEFAZIONE	27
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	29

Allegati fuori testo:

- Indagine in sito:
 - sondaggio di carotaggio continuo B/H e relativa documentazione fotografica
 - diagrammi prove penetrometriche DPSH e relativa documentazione fotografica
- Planimetria con ubicazione indagini in sito
- Sezione Litostratigrafica
- Prove di laboratorio
- Prova geofisica MASW
- Prova tomografica Tromino (H/V)

**Comune di Morciano di Romagna
Provincia di Rimini**

***Studio geologico relativo al progetto di realizzazione del Comparto
C1 (m 21)
Morciano di Romagna (RN)***

Committente: Sig. Imola Marcello

Relazione Geologica

1. INTRODUZIONE

Su incarico della Committenza Sig. Imola Marcello è stato eseguito lo studio geologico sull'area sita in via Piazza Risorgimento - via Roma – via XXV Luglio, Comune di Morciano di Romagna, in provincia di Rimini (vedi Corografia Fig.1 e 1a), per verificare l'idoneità del sito, dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'intervento in oggetto. Le considerazioni che seguono sono state fatte dopo un rilievo geologico e geomorfologico puntuale dell'area di studio e dopo aver analizzato l'area a grande scala attraverso l'analisi fotogeologica del sito attraverso foto di diverse annate.

Scopo del presente lavoro è quello di:

1. valutare le caratteristiche geologiche-geomorfologiche dell'area in esame: individuare eventuali rischi geologici;
2. analizzare la situazione idrogeologica dell'area in studio;
3. verificare la presenza di eventuali vincoli (vincolo idrogeologico, P.A.I., P.T.C.P.)
4. ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sito tramite i dati derivanti da un'adeguata campagna geognostica, con particolare attenzione all'individuazione di elementi stratigrafici di potenziale amplificazione del rischio sismico.

S.G. Associati

Dott. Geol. Luca Tentoni

Via Antonio Benucci, 45

61122 Pesaro

Tel. 0721 20 26 25

Fax 0721 17 10 024

e-mail : sg@netco.it

pec : sgpesaro@legalmail.it

C.F e P.IVA: 02540340417

ARCHIGEO

ARCHIGEO

**STUDIO DI ARCHITETTURA E
GEOLOGIA**

Dott. Geol. Lucilla Tentoni

via Abbazia 49 47833 Morciano di Romagna (RN)

tel. 327 1524148

email info@studioarchigeo.it

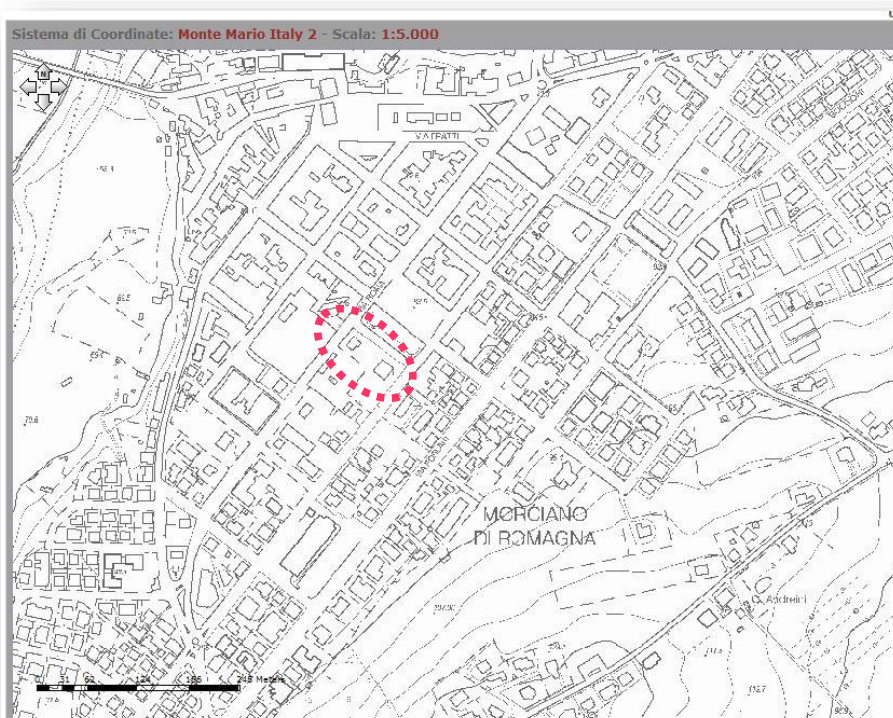
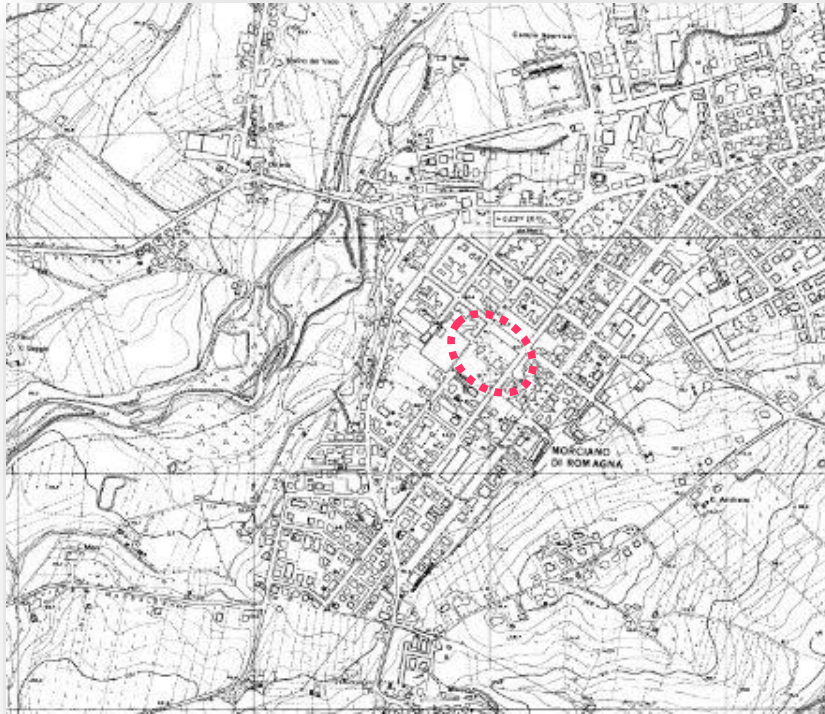


Fig.1 e 1a: corografie area di studio

Per valutare l'andamento stratigrafico e litotecnico del sottosuolo e per determinare i valori di parametri caratteristici dei terreni presenti in sito è stata realizzata una campagna geognostica comprendente:

- Sondaggio a rotazione e carotaggio continuo (fino a circa 15 ml), con prelievo di due campioni indisturbati;
- Prove penetrometriche dinamiche DPSH (n.2), fino ad una profondità media di 10 ml;
- Prove di laboratorio (n.2) con determinazione delle caratteristiche dei terreni, quali Analisi Granulometrica, Limiti di Atterberg Liquido-Plastico e prove di Taglio
- Indagine sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) e 2 prove H/V per la determinazione delle V_{S30} .

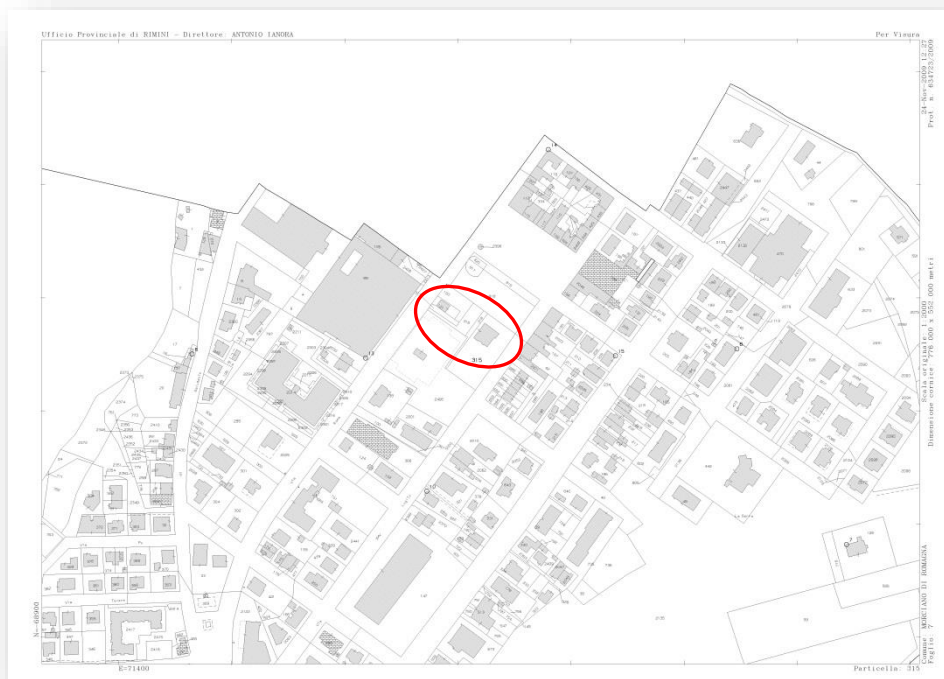


Figura 2: Estratto di Mappa Catastale



Figura 3: Immagine da satellite dell'area di studio

L'area in esame è ubicata nella Sezione CTR scala 1:10000 n. 267082, essa è contraddistinta al catasto del Comune di Morciano di Romagna (RN) al Foglio 7 particelle catastali 315, 316, 120, 121, e 314.

La zona di studio, ben individuabile nella foto da satellite Fig.3, è posta ad una quota ipsometrica di circa 85 metri sul livello medio del mare, ed è contraddistinta dalle seguenti coordinate geografiche, espresse in "gradi decimali":

LATITUDINE: 43°,911450

LONGITUDINE: 12°,646138

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La redazione della presente relazione è stata compiuta in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

1. Testo Unitario “Norme tecniche per le Costruzioni” Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, D.M. 14 gennaio 2008;
2. Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008, circolare 2 febbraio 2009 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
3. Deliberazione dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 2 maggio 2007, n.112: “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art.16, comma 1 della L.R. 20/00 “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio”, in merito a “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”.
4. “Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale” Allegato al voto n.36 del 27 luglio 2007;
5. Eurocodice 8 (1998) “Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici” (stesura finale 2003);
6. Eurocodice 7.1 (1997) “Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI”;
7. Eurocodice 7.2 (2002) “Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio– UNI ;
8. Eurocodice 7.3 (2002) “Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito – UNI ;
9. Ordinanza del Dipartimento della Protezione Civile e del Servizio Sismico Nazionale del 20 Marzo 2003:”Nuove disposizioni per le costruzioni in zona sismica” pubblicata nella G.U. del 8 Maggio 2003 e successive modifiche e integrazioni; Deliberazione dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 2 maggio 2007, n.112: “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art.16, comma 1 della L.R. 20/00 “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio”, in merito a “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;
10. AGI: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, Giugno 1977;
11. AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, Maggio 1990.

3. VALUTAZIONI RELATIVE AL PIANO REGOLATORE COMUNALE

Di seguito si inseriscono i riferimenti cartografici e normativi del PRG comunale vigente (Variante 2008), per evidenziare eventuali prescrizioni di natura geologica in relazione alla fattibilità e pericolosità dell'area.

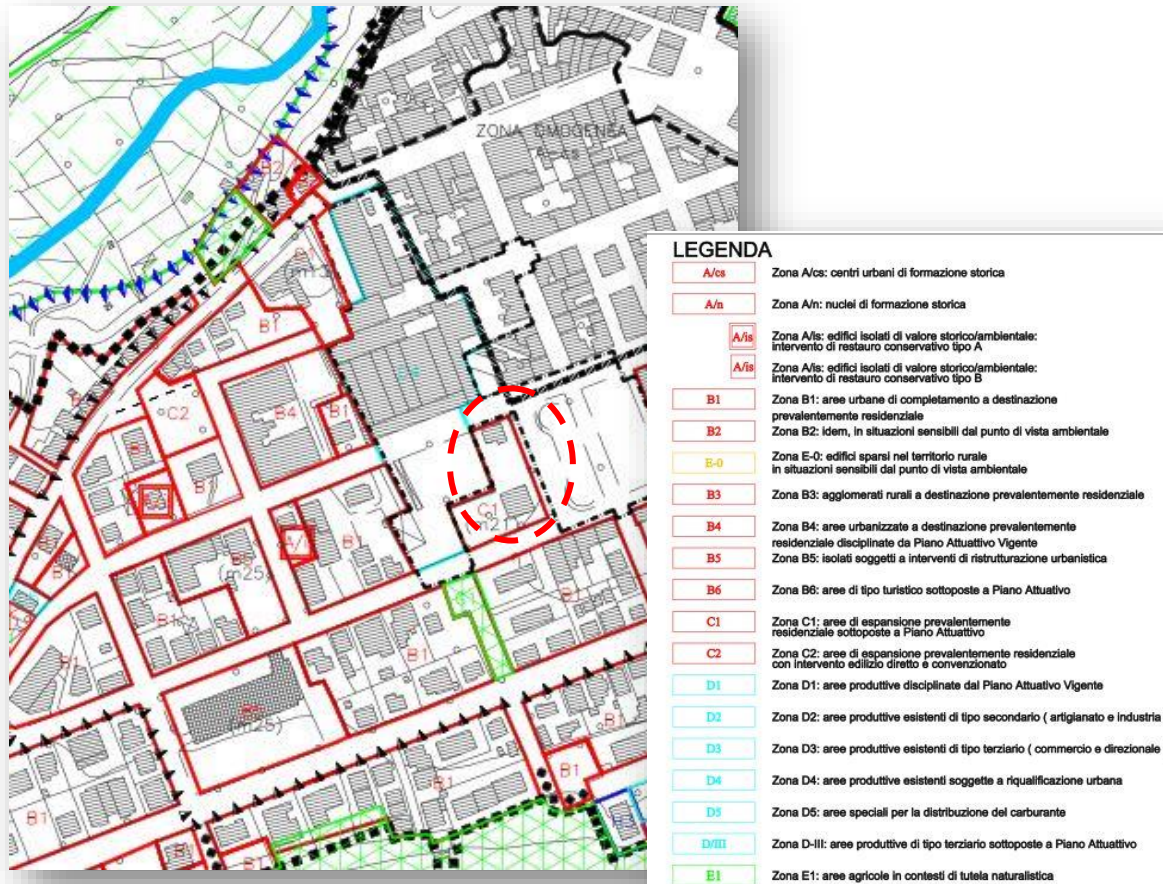


Figura 4: Estratto di PRG

L'area in esame ricade in Zona C1 (m21) – area di espansione prevalentemente residenziale sottoposta a piano attuativo e non è sottoposta a particolari vincoli ambientali.

4. ANALISI VINCOLI ESISTENTI: ELABORATI DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano tre stralci delle cartografie di riferimento della Provincia di Rimini e dell'Autorità di Bacino Marecchia Conca, per verificare eventuali vincoli e prescrizioni, in riferimento a criticità geologiche, per l'area in studio:

- stralcio Tavola D-2 (Rischi Ambientali) del PTCP 2013;
- Tavola SA11_2 (Sistema Ambientale, Rischio Sismico-Carta delle zone suscettibili degli effetti locali) del PTCP 2007;
- stralcio Tavola 4-3 aggiornamento PAI 2016.

Come si può osservare nello stralcio della tavola Tavola D-2 del PTCP 2013 l'area oggetto di intervento ricade

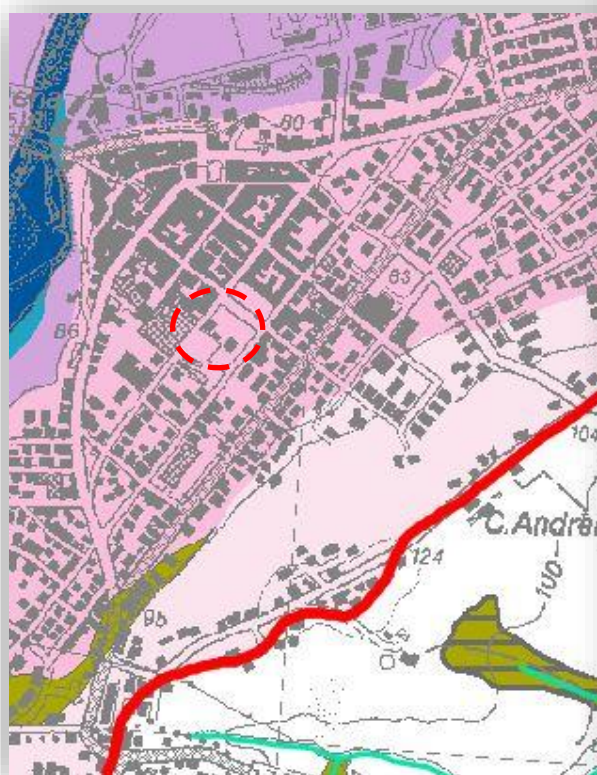


Figura 5: STRALCIO TAVOLA D-2 RISCHI AMBIENTALI - PTCP 2013

nella fascia di appartenenza al Bacino Imbrifero del F. Conca, normata dall'art. 3.5 Nda PTCP che riguarda le aree di ricarica indiretta della falda e i bacini imbriferi stessi non presenta ambiti di pericolosità idraulica o geomorfologica.

LEGENDA

AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico principale (art. 2.2)
- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico minore (art. 2.2)
- Aree esondabili (art. 2.3)

AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

- Aree di ricarica idraulicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.3)
- Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
- Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
- Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)
- Bacino imbrifero del fiume Conca (art. 3.6)

AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- Zone instabili per fenomeni attivi (art. 4.1 comma 3)
- Calanchi (art. 4.1 commi 3 e 4)
- Zone instabili per fenomeni quiescenti da verificare (art. 4.1 comma 5)
- Zone instabili per fenomeni quiescenti verificati (art. 4.1 comma 6)
- Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
- Depositi di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
- Depositi di versante conclamati (art. 4.1 comma 11)
- Depositi eluvio-colluviali e antropici (art. 4.1 comma 12)
- Scarpate (art. 4.1 comma 13)
- Abitati da consolidare (art. 4.2)
- Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 8.6)

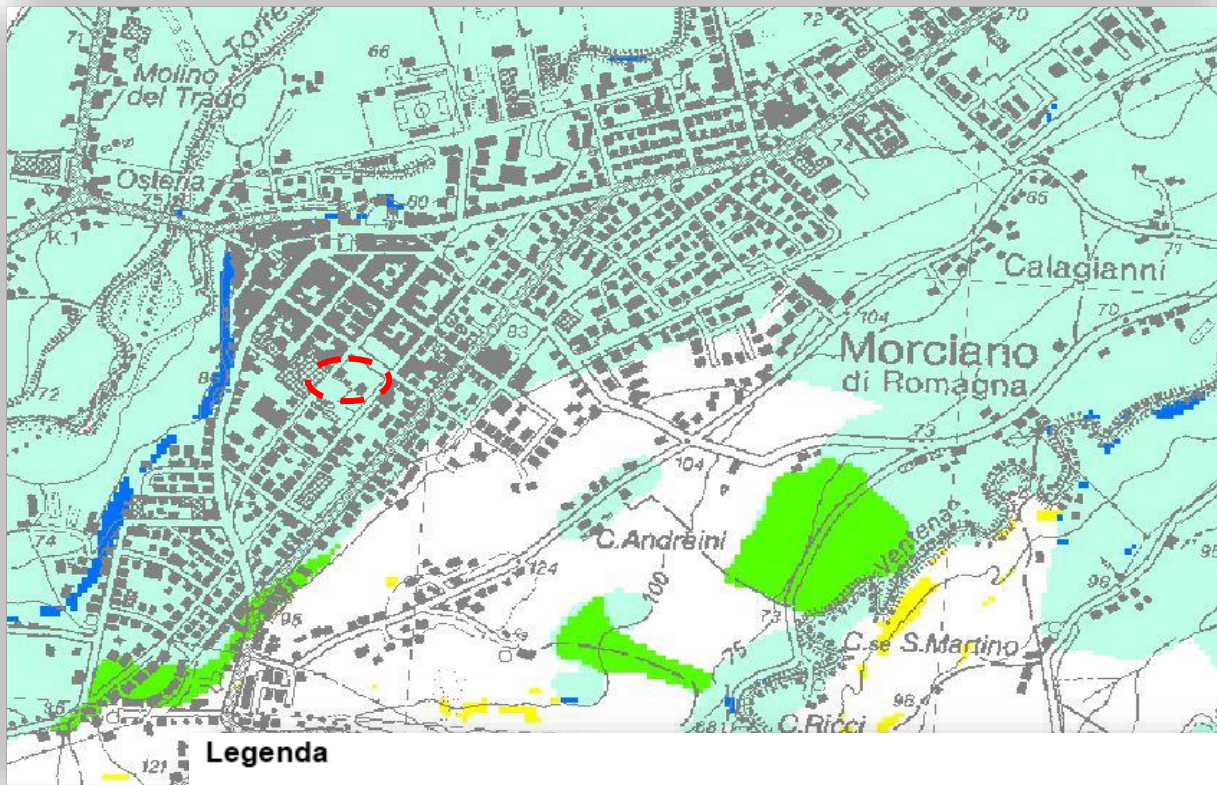


Figura 6- STRALCIO TAVOLA SA11-2 SISTEMA AMBIENTALE – RISCHIO SISMICO - PTCP 2007

Come si può osservare nello stralcio della Tavola SA11_2 del Quadro Conoscitivo del PTCP 2007, la zona oggetto di studio ricade all'interno di aree suscettibili di amplificazione per caratteristiche stratigrafiche.

Per quanto l'elaborato PAI (Aggiornamento 2016) nell'area in esame non sono perimetrati fenomeni di dissesto idrogeologico: l'area risulta al di fuori delle fasce relative ad eventi di piena con diversi tempi di ritorno (50-200-500 anni).

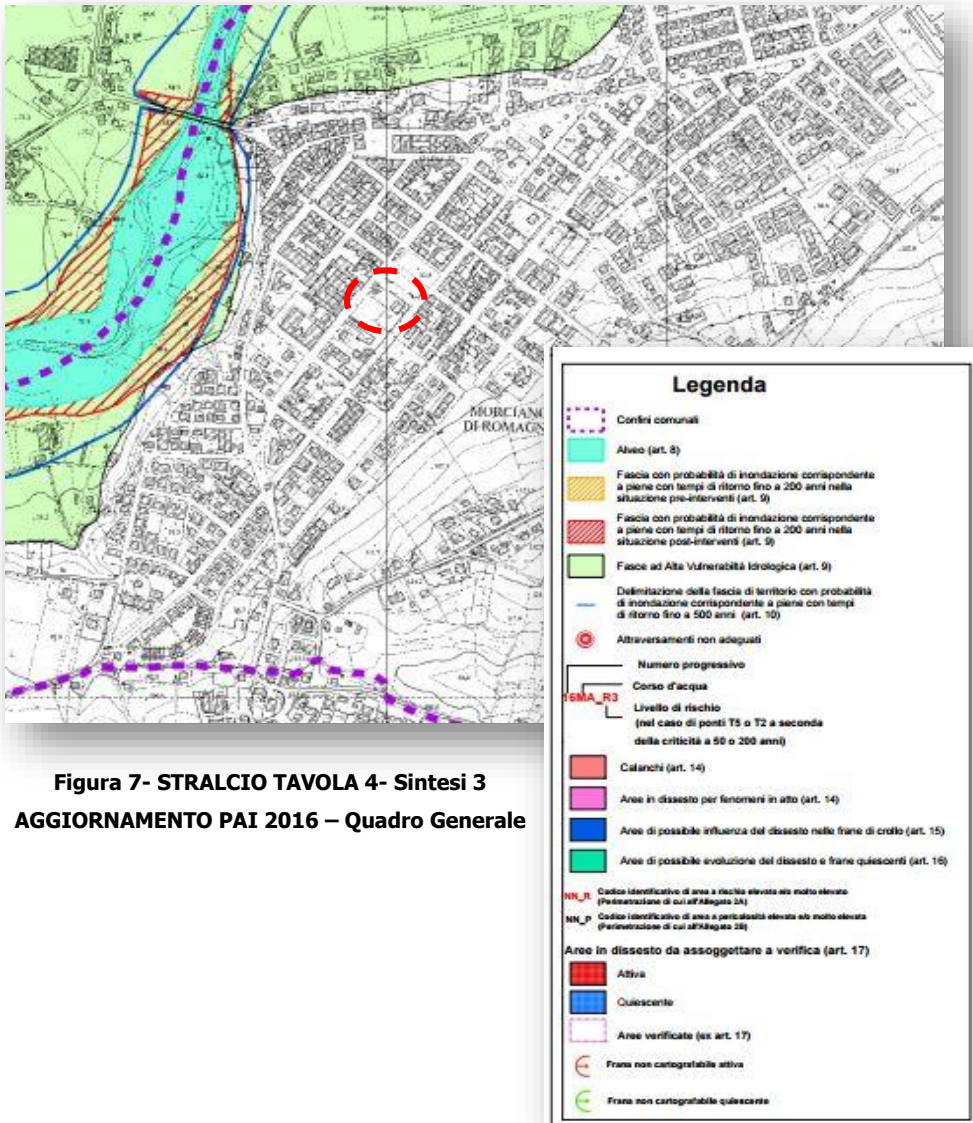


Figura 7- STRALCIO TAVOLA 4- Sintesi 3
AGGIORNAMENTO PAI 2016 – Quadro Generale

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio ricade nel Comune di Morciano di Romagna (RN), in via Roma via . Geologicamente, a scala regionale, l'area in esame è ubicata nella fascia di raccordo tra i depositi propri della prima fascia collinare (catena pedeappenninica) e i depositi di pianura, in particolari i depositi legati all'attività evolutiva del Fiume Conca (depositi terrazzati).

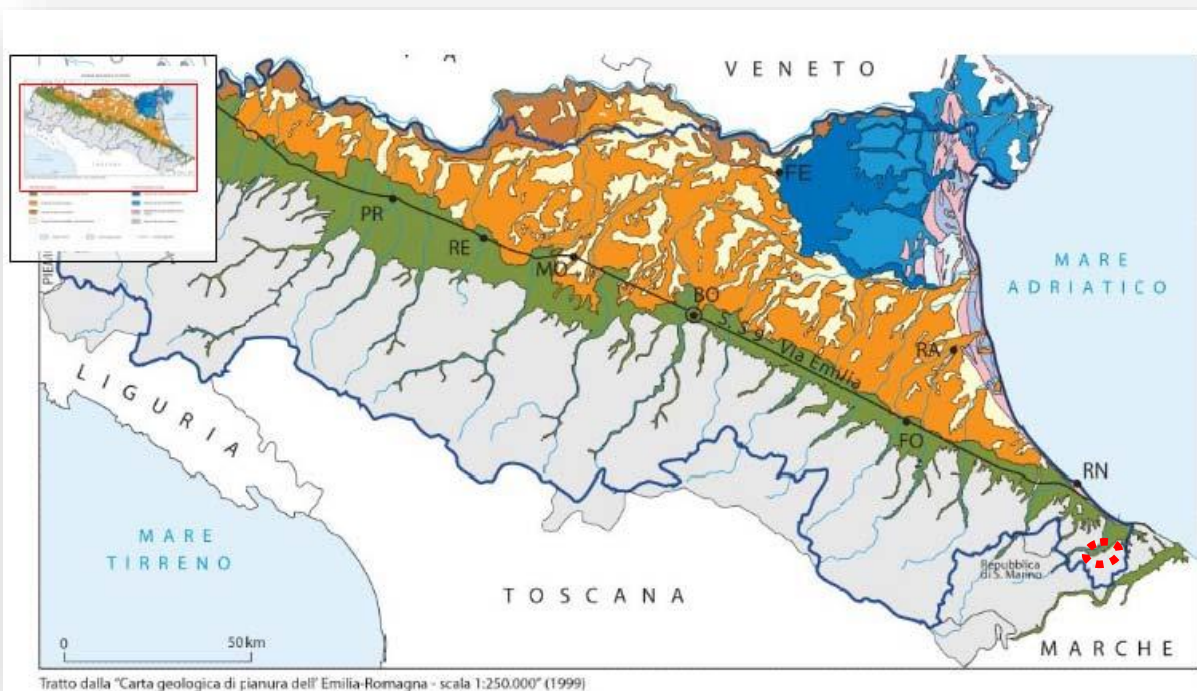
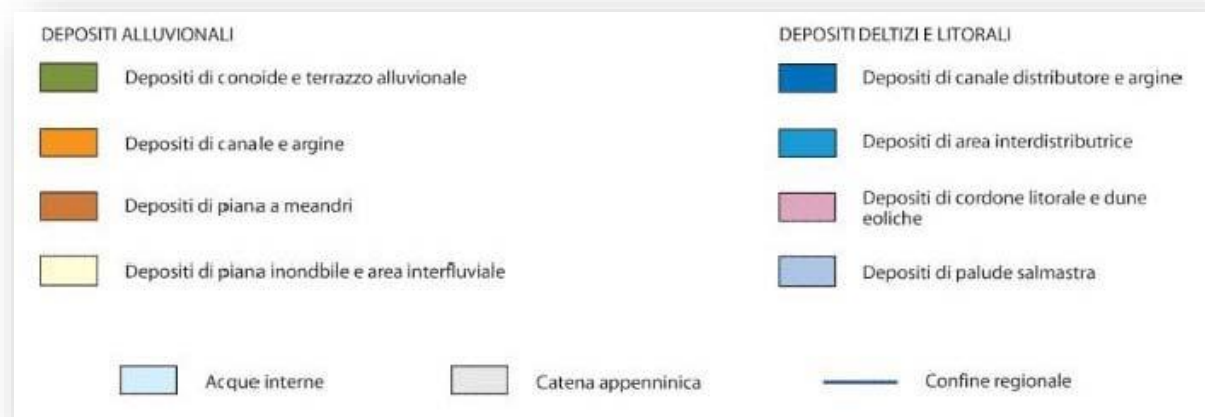


Figura 8: Schema Geologico Regionale



Il rilievo geologico di campagna e l'analisi di dettaglio della cartografia geologica a scala 1:10000 della R.E.R. hanno evidenziato come l'area in esame si imponi sui depositi terrazzati cartografabili come Terrazzo AS8 Subsistema di Ravenna e dalla F.ne delle Argille Azzurre (FAA), queste sono di argille di colore grigio-azzurro con intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata.

La Formazione appartiene alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico-padano.

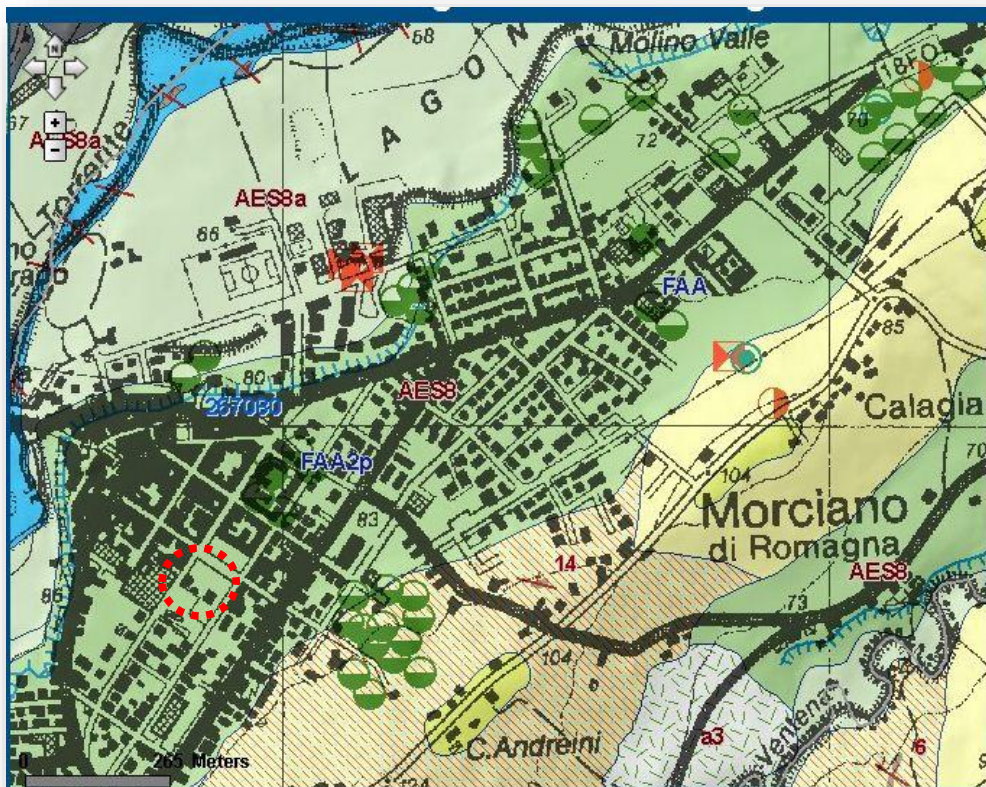


Figura 9: Stralcio Carta Geologica Regione Emilia Romagna scala 1/10000

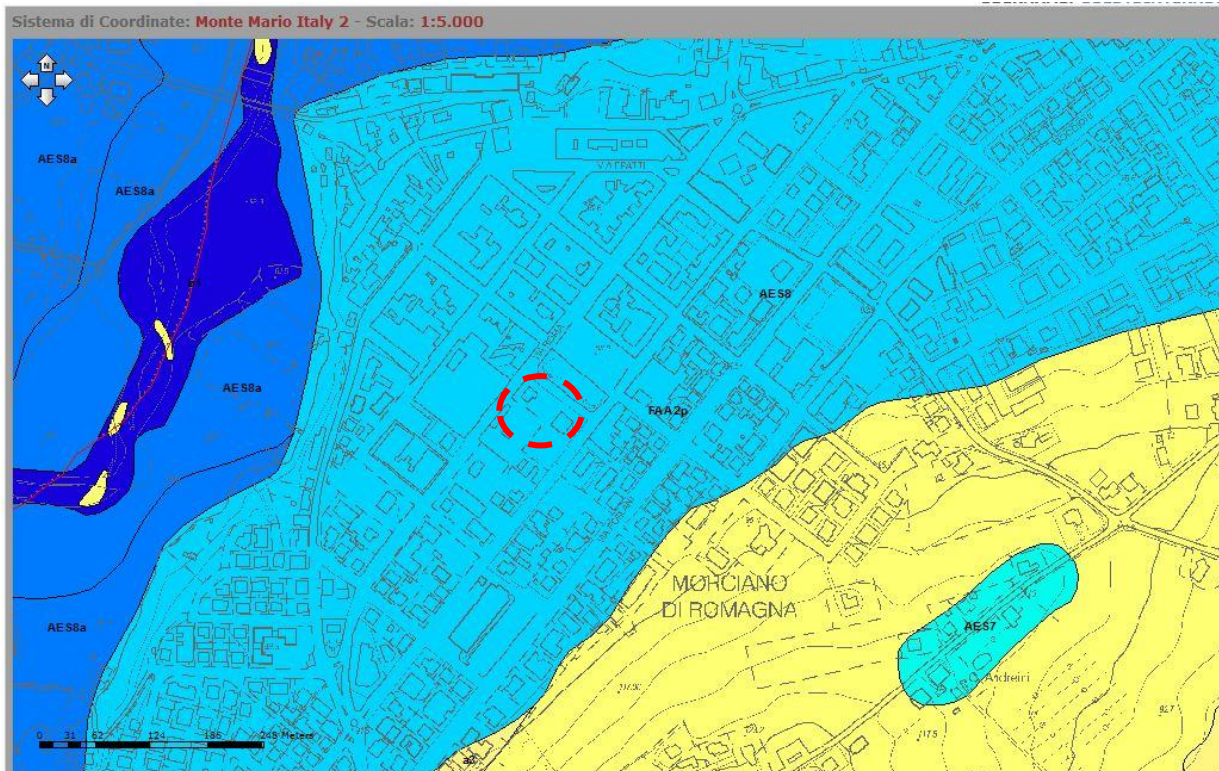
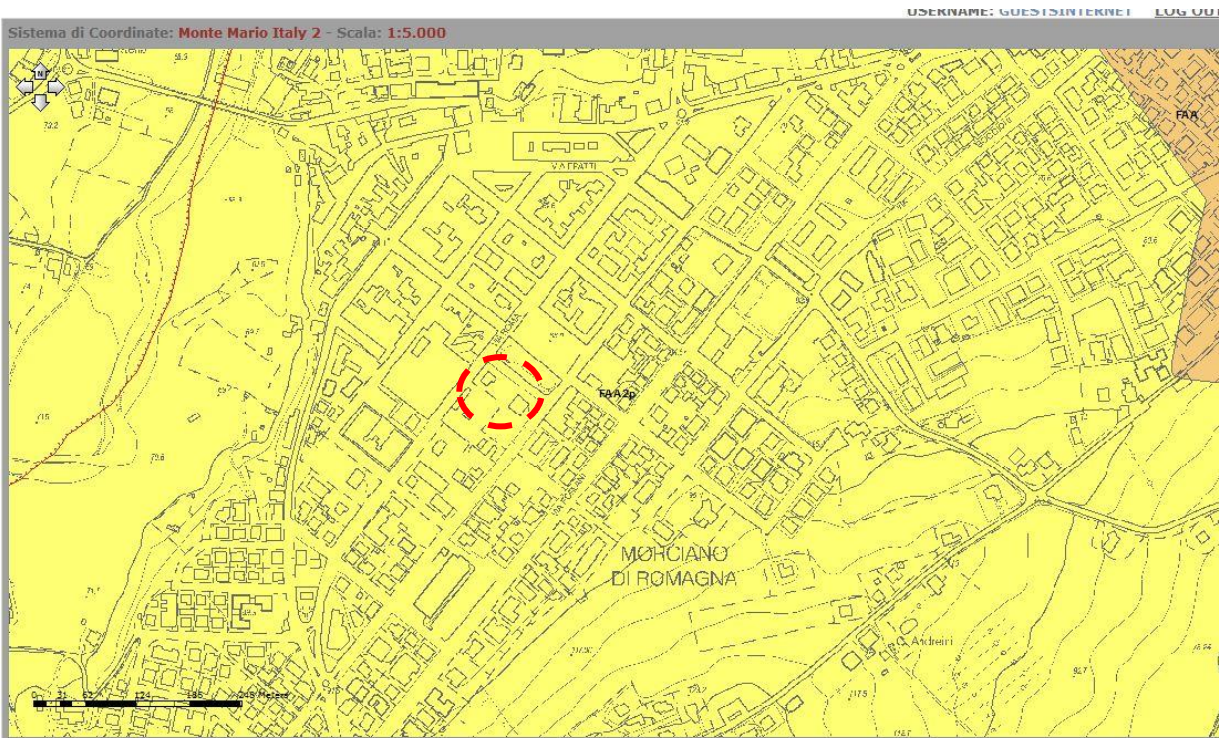


Figura 10 e 10a -Stralcio Carta Geologica Regione Emilia Romagna scala 1:5000: fig. 10 carta delle formazioni geologiche neogeniche-quaternarie – fig.10a carta delle formazioni geologiche neogeniche-quaternarie con depositi continentali

Legenda dei Depositi Quaternari e delle Formazioni presenti negli stralci delle Carte Geologiche sopra riportate:

SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENINICO-PADANO

SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)

Sabbie e ghiaie con subordinati limi argillosi costituenti terrazzi intravallivi e conoidi, talora con indizi di pedogenesi, e i depositi attualmente in evoluzione nei fondovalle. Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. Contatto inferiore erosivo e discordante sui vari terreni pre-quaternari. *Pleistocene superiore-Olocene*

AES8 - SUBSINTEMA DI RAVENNA

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzontedecarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7. *Pleistocene superiore-Olocene*

AES8a - Unità di Modena

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive. *Olocene*

FAA - ARGILLE AZZURRE

Argille di colore grigio-azzurro con intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Sono talora diffusi slumps con olistoliti di gesso derivati da unità evaporitiche. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2; paraconcordante su FCO. Depositi di scarpata e base scarpata. Potenza complessiva affiorante di circa 700 m. *Pliocene: Piacenziano-Gelasiano* (biozone MNN16a-MNN18)<

FAA2p - ARGILLE AZZURRE –membro delle Arenarie di Borello – litofacies pelitico-arenacea

Prevalenti argille ed argille marnose grigio-azzurre, siltose, fossilifere instrati molto sottili e sottili, con livelli di sabbie fini e siltiti, caratterizzate da intensa bioturbazione; rari intervalli pelitico-arenacei, con arenarie giallastre molto sottili, e A/P < ½. *Pliocene inf*

La stabilità generale dell'area in studio è garantita da una condizione di morfologia pianeggiante; l'area si inserisce in un contesto di ambiente di fondovalle, sul versante destro del corso del Fiume Conca; tale corso si sviluppa in direzione NE e presenta una piana alluvionale molto articolata, che nella zona in esame è occupata dai depositi terrazzati del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8 Subsintema di Ravenna). Come si può osservare dallo stralcio di carta geologica riportata con in evidenza le coperture quaternarie (Fig. 10a), nell'area in esame non sono presenti forme morfologiche riconducibili a fenomeni di dissesto attualmente in atto o pregressi (movimenti franosi s.l.).

6. FORME DEL TERRENO E LINEAMENTI MORFOLOGICI

Lo studio fotogeomorfologico è stato effettuato esaminando le strisciate relative al volo del '96 dell'Istituto Geografico Militare a scala 1/45.000 in bianco/nero.

Dall'esame aereofotogrammetrico, del volo del '96, si mappa un'area con un profilo superficiale pianeggiante costituita da facies alluvionali, depositate e rimaneggiate, del vicino torrente Conca. Tali depositi sovrastano il substrato litoide compatto pliocenico, Formazione delle Argille Azzurre (cfr. Fig.10a Carta Geologica RER scala 1/5000); nell'area non si evidenziano indizi di movimento né superficiali né profondi.

7. ANALISI IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA

La rete idrografica dell'area è legata al Torrente Conca, che scorre in meandri all'interno dei suoi depositi antichi e recenti; la porzione in studio si presenta a quote maggiori rispetto all'attuale letto del torrente (15-20m) e non ha problemi di esondazioni (Fig. 4 Elaborato PAI – Sintesi 3 - Variante 2016).

In base alle misurazioni effettuate nel piezometro posizionato all'interno del foro di sondaggio a carotaggio continuo (BH1) l'acqua è stata rinvenuta ad una quota di -2.75 dal p.c..

La falda è posizionata all'interno del litotipo ghiaioso, ghiaioso-sabbioso caratterizzato da discreti coefficienti di permeabilità.

I coefficienti di permeabilità dei terreni in esame sono stati stabiliti in base alla litologia dei campioni di terreno estratti durante i sondaggi e sottoposti a prove di laboratorio ed in base a dati bibliografici in nostro possesso. Ai terreni appartenenti alle alluvioni costituiti da ghiaia-sabbiosa con matrice argilloso-limosa riscontrati da -1.60 a -2.00 fino alla profondità di 3.00 – 3.80 m si possono attribuire nel complesso delle discrete permeabilità con coefficienti variabili ($K = 1 \times 10^{-3} \div 1 \times 10^{-4}$ m/sec).

La sottostante formazione è invece rappresentata da arenarie debolmente cementate con intercalazioni argilloso-marnose risulta poco permeabile, con valori dell'ordine di $K = 1 \times 10^{-8} \div 1 \times 10^{-10}$ cm/sec.

La permeabilità di questi litotipi è condizionata dalla presenza o meno dei livelli e/o strati sabbiosi che sovente si riscontrano all'interno dei depositi presenti nell'area in studio.

Come riportato nella tabella 1 proposta da Castany alle velocità sopra indicate corrisponde un grado di permeabilità basso ed un terreno da semi permeabile a impermeabile.

$K (m/s)$	10 ¹ 1 10 ⁻¹ 10 ⁻² 10 ⁻³ 10 ⁻⁴ 10 ⁻⁵ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁹ 10 ⁻¹⁰ 10 ⁻¹¹										
	GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla
	varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla —Limi						
GRADI DI PERMEABILITÀ	ELEVATA				BASSA				NULLA		
TIPI DI FORMAZIONI	PERMEABILI				SEMI-PERMEABILI				IMPER.		

↙ ↘
limiti convenzionali

Tabella 1 (da Castany)

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per determinare la stratigrafia locale, nel mese di Luglio 2012 è stata eseguita una campagna geognostica basata sull'esecuzione di:

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo eseguito con sonda a testa idraulica mediante l'utilizzo di un carotiere semplice ϕ 101 mm;
- n.1 prova in foro SPT (Standard Penetration Test);
- prelievo di 2 campioni di terreno;
- analisi di laboratorio sui campioni prelevati;
- n.2 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH¹ eseguite con penetrometro Pagani tipo ISSMFE;
- n.1 prova geofisica di superficie tipo MASW;
- n.1 prova geofisica mediante micrometro a stazione singola HVRS.

8.1 PROGRAMMA INDAGINI

Il sondaggio a carotaggio continuo, ubicato come da planimetria allegata, è stato eseguito con carotiere semplice ϕ 101 mm il cui foro è stato progressivamente rivestito per tutta la lunghezza del sondaggio con rivestimento ϕ 127 mm.

¹ Massa battente = 63.5 kg; Altezza caduta = 0.75 m; Numero di colpi N=N(20) per un avanzamento pari a 20 cm; Area punta 20 cmq; Diametro punta 50.50 mm; angolo di apertura punta 90°.

Il sondaggio è stato spinto ad una profondità 10.00 m dal piano campagna, ed eseguita, in corrispondenza dei terreni alluvionali ghiaioso-sabbiosi con matrice argilloso-limosa, n.1 prova SPT² a punta chiusa.

Sono stati prelevati n.2 campioni di terreno di cui; uno in corrispondenza dell'orizzonte ghiaioso-sabbioso ed uno in corrispondenza della formazione pliocenica argilloso-marnosa.

Sui campione sono state effettuate le analisi di laboratorio come riportato in allegato a fine relazione.

Nel foro del sondaggio è stato posizionato un piezometro a tubo aperto fessurato dalla quota di -1.50 m dal p.c.

L'intercapedine terreno-tubazione è stata riempita con ghiaia lavata di piccola pezzatura al fine di avere un effetto drenante per le acque.

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH sono state realizzate mediante l'utilizzo di una strumentazione Pagani TG 63 (200 kN).

Sono state eseguite un totale di n.2 prove spinte ad una profondità massima di -8.20 m dal p.c. i cui dati sono sati successivamente correlati, per il livello ghiaioso-sabbioso, alla prova SPT.

La prova DPSH 1 è stata ubicata in corrispondenza del giardino posto su via Roma, mentre la prova DPSH 2 è stata ubicata in adiacenza a via XXV luglio sempre all'interno della proprietà.

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH sono state realizzate mediante l'utilizzo di una strumentazione Pagani TG 63 (200 kN).

Sono state eseguite un totale di n.2 prove spinte ad una profondità massima di -8.20 m dal p.c. i cui dati sono sati successivamente correlati, per il livello ghiaioso-sabbioso, alla prova SPT.

La prova DPSH 1 è stata ubicata in corrispondenza del giardino posto su via Roma, mentre la prova DPSH 2 è stata ubicata in adiacenza a via XXV luglio sempre all'interno della proprietà.

Sondaggio	BH1	DPSH1	DPSH2
Profondità (m)	10.0	8.20	7.20
n. Campioni	2		
N _{SPT}	1		
Quota piezometro (m)	-10.0		

Tabella 2

² Peso Massa battente 63.5 Kg – altezza caduta libera 76 cm – angolo punta conica 60° (Raccomandazioni AGI 1977).

Il rilievo della falda effettuato a partire dal mese di Luglio 2012 viene riportato nella tabella che segue.

Sondaggio	BH1
Quota falda dal p.c.	m
30.07.2012	-2.75

Tabella 3

Preliminarmente al progetto esecutivo si dovrà provvedere all'esecuzione di nuove misure.

Il sondaggio a carotaggio continuo ha permesso di schematizzare la seguente stratigrafia:

Sondaggio S1

PROFONDITÀ DA PIANO CAMPAGNA	DESCRIZIONE DELLA UNITÀ LITOTECNICHE
Da 0.00m a -0.60m da p.c.	Terreno antropico
Da -0.60m a - 1.60m	argilla limoso, limo argilloso di colore nocciola duro per essicamento;
Da -1.60m a - 3.60m	ghiaia eterometrica a spigoli vivi e talora sub-arrotondata mediamente addensata con matrice argilloso-limosa e limoso-sabbiosa;
Da -3.60m a - 5.00m	argilla, argilla marnosa di colore nocciola-grigio a buona consistenza (Formazione alterata);
Da -5.00m a - 10.00m	argilla marnosa di colore grigio-azzurro consistente e compatta (Formazione).

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH hanno permesso di schematizzare le seguenti stratigrafie:

PROVA DPSH1

PROFONDITÀ DA PIANO CAMPAGNA	DESCRIZIONE DELLA UNITÀ LITOTECNICHE
Da 0.00m a -0.60m da p.c.	Terreno antropico

Da -0.60m a - 2.00m	argilla limoso, limo argilloso di colore nocciola duro per essiccamento ($2 \leq N_{(20)} \leq 5$);
Da -1.60m a - 3.80m	ghiaia eterometrica a spigoli vivi e talora sub-arrotondata mediamente addensata con matrice argilloso-limosa e limoso-sabbiosa ($7 \leq N_{(20)} \leq 22$);
Da -3.80m a - 5.00m	argilla, argilla marnosa (Formazione alterata) ($8 \leq N_{(20)} \leq 13$);
Da -5.00m a - 8.20m	argilla marnosa (Formazione) ($15 \leq N_{(20)} \leq 41$).

PROVA DPSH2

PROFONDITÀ DA PIANO CAMPAGNA	DESCRIZIONE DELLA UNITÀ LITOTECNICHE
Da 0.00m a -0.60m da p.c.	Terreno antropico
Da -0.60m a - 1.80m	argilla limoso, limo argilloso di colore nocciola duro per essiccamento ($4 \leq N_{(20)} \leq 6$);
Da -1.80m a - 3.00m	ghiaia eterometrica a spigoli vivi e talora sub-arrotondata poco addensata con matrice argilloso-limosa e limoso-sabbiosa ($7 \leq N_{(20)} \leq 11$);
Da -3.00m a - 5.20m	argilla, argilla marnosa di colore nocciola-grigio a buona consistenza (Formazione alterata) ($4 \leq N_{(20)} \leq 11$);
Da -5.20m a - 7.20m	argilla marnosa (Formazione) ($15 \leq N_{(20)} \leq 57$).

In base al sondaggio a carotaggio continuo ed alle prove penetrometriche, riportate negli allegati, è stato possibile determinare la successione stratigrafica locale dell'area in esame.

La stratigrafia è caratterizzata da un primo stato di terreno antropico che si riscontra fino alla profondità di -0.60 m; a questo segue, fino alla quota di -1.60 -2.00 m, uno strato di terreno limoso-argilloso, argilloso limoso duro per essiccamento. Da tale quota è stata rilevata la presenza del materasso ghiaioso costituito da ghiaia-sabbiosa con matrice argilloso-limosa riscontrata fino alla quota di -3.00 -3.80 m.

Il pacco alluvionale ricopre quindi la formazione argilloso-marnosa, talora con livelli sabbiosi, rinvenibile in forma alterata fino a quota di -5.00 -5.20 m e successivamente consistente e compatta.

9. PROPRIETA' FISICHE E DINAMICHE DEI TERRENI

9.1 Prove di laboratorio

Durante la campagna geognostica in corrispondenza del sondaggio BH1 sono stati prelevati e n.2 campioni di terreno (C1 e C2), (Classe di qualità AGI 1977 Q2 e Q5), successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio.

In laboratorio sui campioni prelevati sono state effettuate le seguenti prove:

- Caratteristiche generali;
- Granulometrie;
- Limiti di consistenza;
- Classificazione (U.N.I. 10006 – U.S.C.S.);
- Prova di taglio diretto Casagrande (C.D.).

Sondaggio BH1	Unità misura	C1	C2
Profondità	m	3.0-3.45	4.30-4.80
CARATTERISTICHE FISICHE			
Peso di volume	kN/mc		19.7
DIST:GRANULOMETRICA			
Frazione ghiaiosa	%	56	
Frazione sabbiosa	%	24	2
Frazione limosa	%	12	52
Frazione argillosa		8	46
LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite di liquidità	%		46.8
Indice di plasticità	%		30.6
Indice di consistenza			0.93
TAGLIO DIRETTO (CD)			
Coesione intercetta	kPa		30
Angolo di resistenza al taglio	°		23

Tabella 4

9.2 Prove in situ

La caratterizzazione del livello ghiaioso viene desunta mediante l'interpretazione della prova SPT in foro (Standard Penetration Test) eseguita nel corso del sondaggio a carotaggio continuo e dalle n.2 prove dinamiche pesanti DPSH opportunamente correlate alle prove SPT.

Durante l'esecuzione del sondaggio BH1 è stata eseguita una prova SPT a punta chiusa che ha fornito nel dettaglio alla profondità compresa tra -3.15 m e -3.45 m il valore di N^3 pari a 35 colpi.

Il valore "normalizzato" in funzione della modalità di esecuzione della prova, pressione del terreno sovrastante, dispositivo di battitura e caratteristiche geomeccaniche del terreno (presenza d'acqua, granulometria ecc..) e pari a 28.

La correlazione⁴ tra le prove SPT e le prove DPHS tipo "ISSMFE" $N_{(20)}$ ⁵ viene effettuata utilizzando la relazione sperimentalmente riportata di seguito:

$$0.3 > \frac{N_{20-R}}{N_{SPT}} > 0.6$$

Tale correlazione risulta, in considerazione della composizione litologica del deposito ghiaioso e delle profondità investigate, applicabile anche nel nostro caso utilizzando un coefficiente correttivo pari a 0.3.

Nel grafico sottostante (Fig.11) sono riportati i valori di $N_{(20)}$ delle 2 prove DPHS rilevati direttamente in campagna durante l'esecuzione dell'indagine.

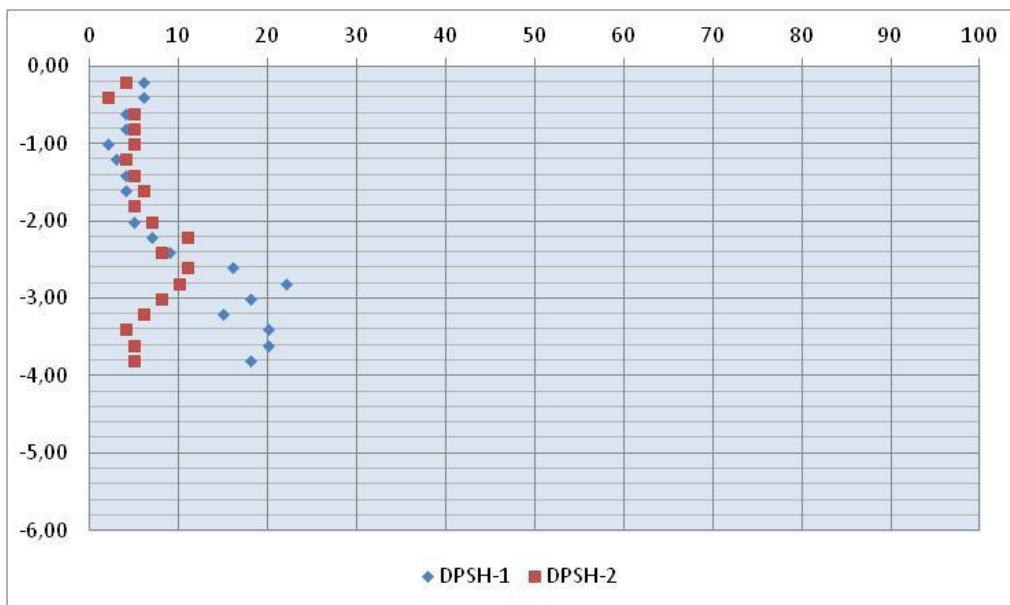


Figura 11 – Valori di $N_{(20)}$ rilevati durante la prova B/H

Il grafico successivo (Fig.12) evidenzia la distribuzione delle $N_{(20)}$ delle 2 prove DPHS opportunamente corretto e rapportato al valore N_{SPT} applicando la relazione riportata precedentemente.

³ N = numero colpi d'infissione per l'avanzamento di 30 cm della punta SPT

⁴ (Prove Geotecniche in sito – Ferruccio Cestari)

⁵ (N_{20} = numero colpi d'infissione per l'avanzamento di 20 cm della punta del penetrometro dinamico pesante ISSMFE)

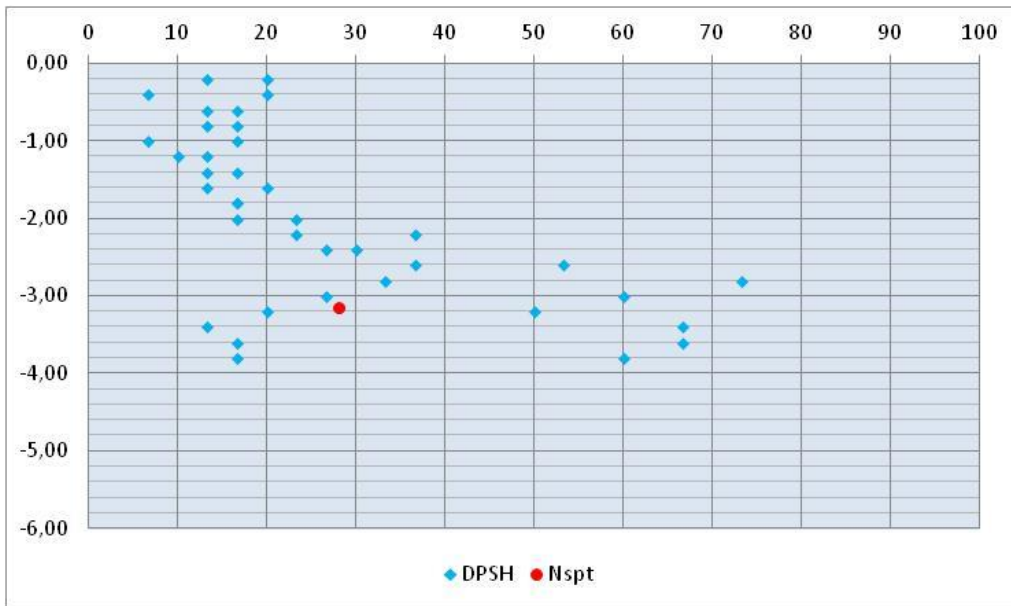


Figura 12 – Valori di $N_{(20)}$ rilevati durante la prova DPSH1 e DPSH2

Mentre in quest'ultimo (Fig. 13) sono raffrontate la distribuzione dei valori di N_{SPT} ed $N_{(20)}$.

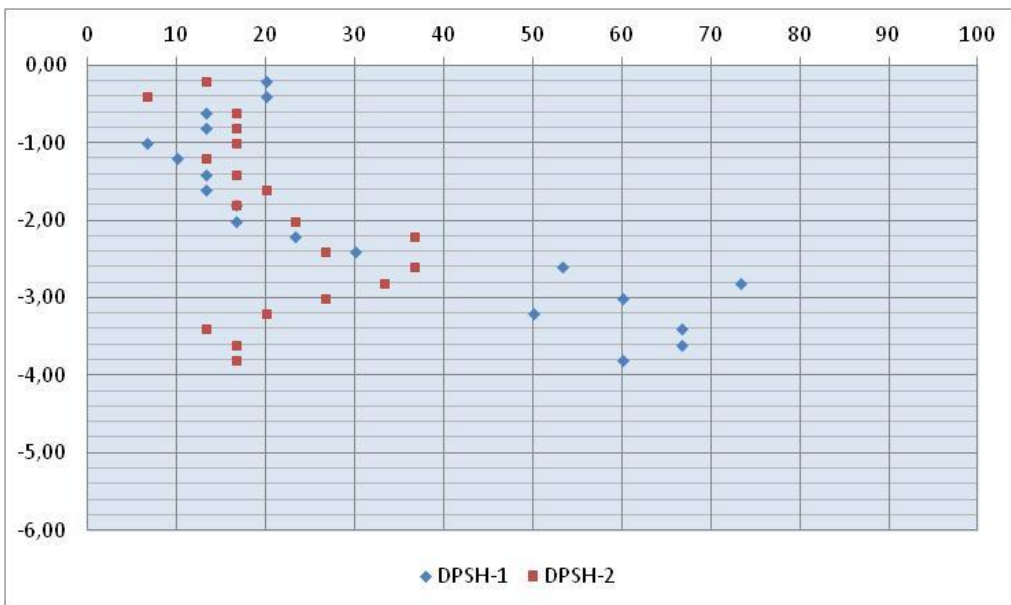


Figura 13 – Confronto tra la distribuzione dei valori di N_{SPT} ed $N_{(20)}$

Riepilogando sono stati ottenuti i seguenti valori:

Tipo di prova	Valore medio	Deviazione Standard
SPT + DPSH	26.7	18.2

Tabella 5

I valori così ottenuti permettono di definire lo stato di addensamento del materiale, per mezzo del parametro Densità Relativa, utilizzando la tabella 6 sotto riportata.

N_{SPT}	Densità relativa	
	Terzaghi – Peck (1948)	Gibbs – Holtz (1957)
0 ÷ 4	Sciolto	0 ÷ 15 %
4 ÷ 10	Poco addensato	15 ÷ 35 %
10 ÷ 30	Moderatamente addensato	35 ÷ 65 %
30 ÷ 50	Addensato	65 ÷ 85 %
> 50	Molto addensato	85 ÷ 100 %

Tabella 6 Classifica orientativa dello stato di compattezza dei terreni incoerenti (Raccomandazioni A.G.I. 1977)

Dall’analisi del campo di variabilità delle resistenze dinamiche dei terreni investigati risulta che le ghiaie con sabbia sono “moderatamente addensate” e con densità relativa compresa in un range 35 ÷ 65 %.

I parametri Densità Relativa D_r e Angolo d’attrito ϕ' possono essere ricavati anche dai grafici di Figura 14 e 15 che correlano tali parametri con N_{SPT} in funzione della tensione verticale efficace.

Mentre il grafico di Figura 16 permette di ottenere il Modulo di Compressione dalle prove SPT.

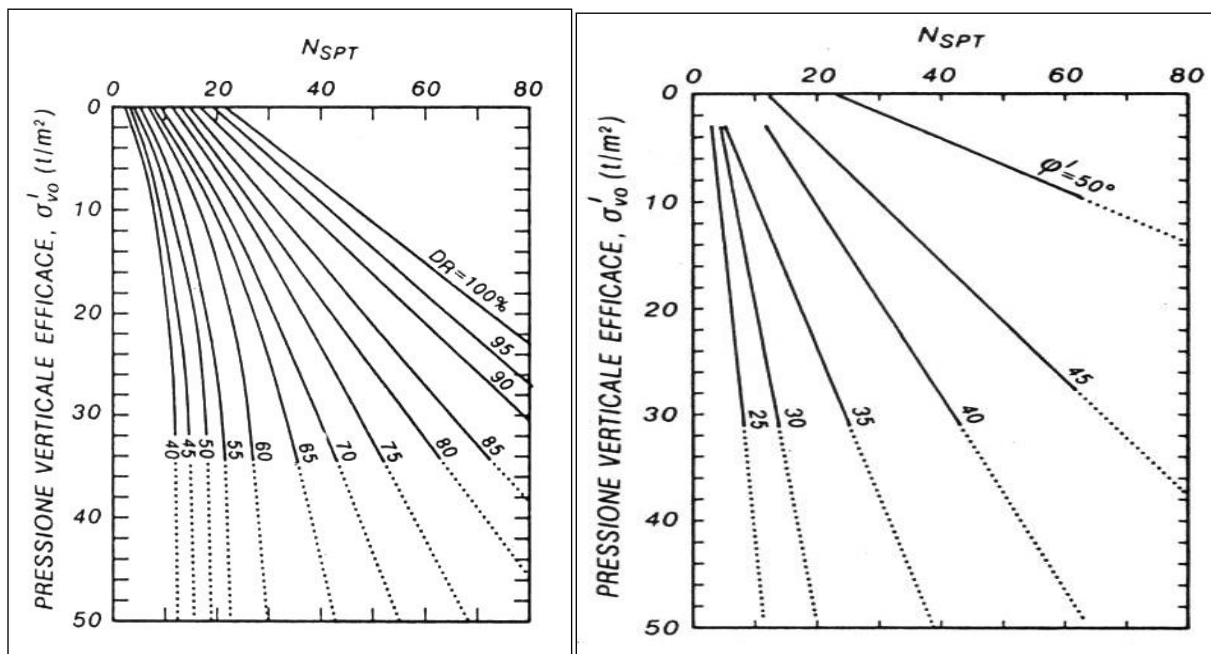


Figura 14 – relazione tra N_{SPT} e densità relative (D_r) delle sabbie (Gibbs e Holtz, 1957) Figura 15 – relazione tra angolo di attrito (ϕ') delle sabbie e valori di N_{SPT} , tenendo conto dell’influenza del peso del terreno sovrastante (De Mello 1971)

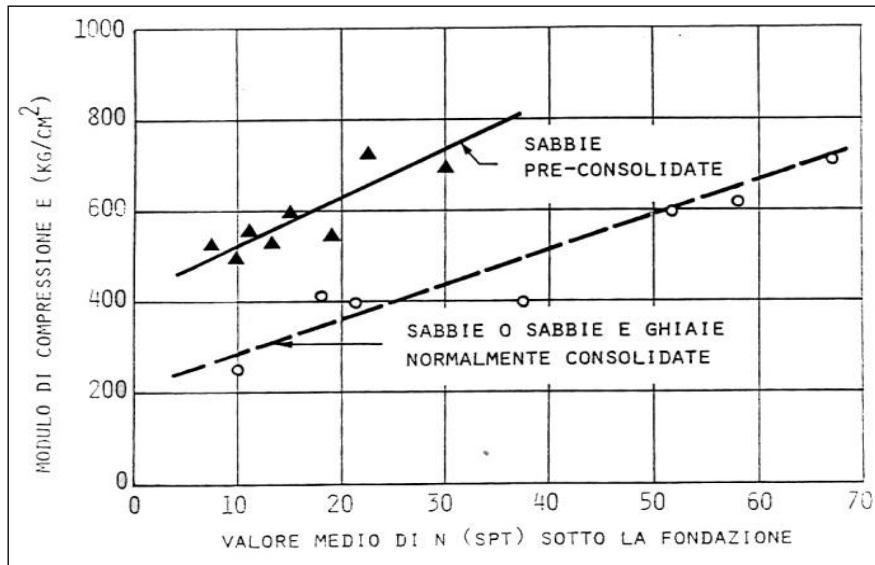


Figura 16 – relazione tra N_{SPT} e Modulo di compressibilità edometrica

10. INDAGINE GEOFISICA

10.1 Indagine lineare MASW

Per individuare la categoria di sottosuolo è stato realizzato un profilo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali in corrispondenza dei geofoni posti lungo uno stendimento.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 14.01.2008 e della circ. 02.02.2009 n.617 C.S. LL.PP (Norme Tecniche per le Costruzioni), la velocità media ponderata di propagazione delle onde di taglio nei primi 30.00 m di profondità è calcolata con la seguente espressione:

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

nella quale il valore V_{s30} è riferito al piano al piano campagna attuale:

$$V_{s30} = 395 (\pm 20\%) \text{ m/sec}$$

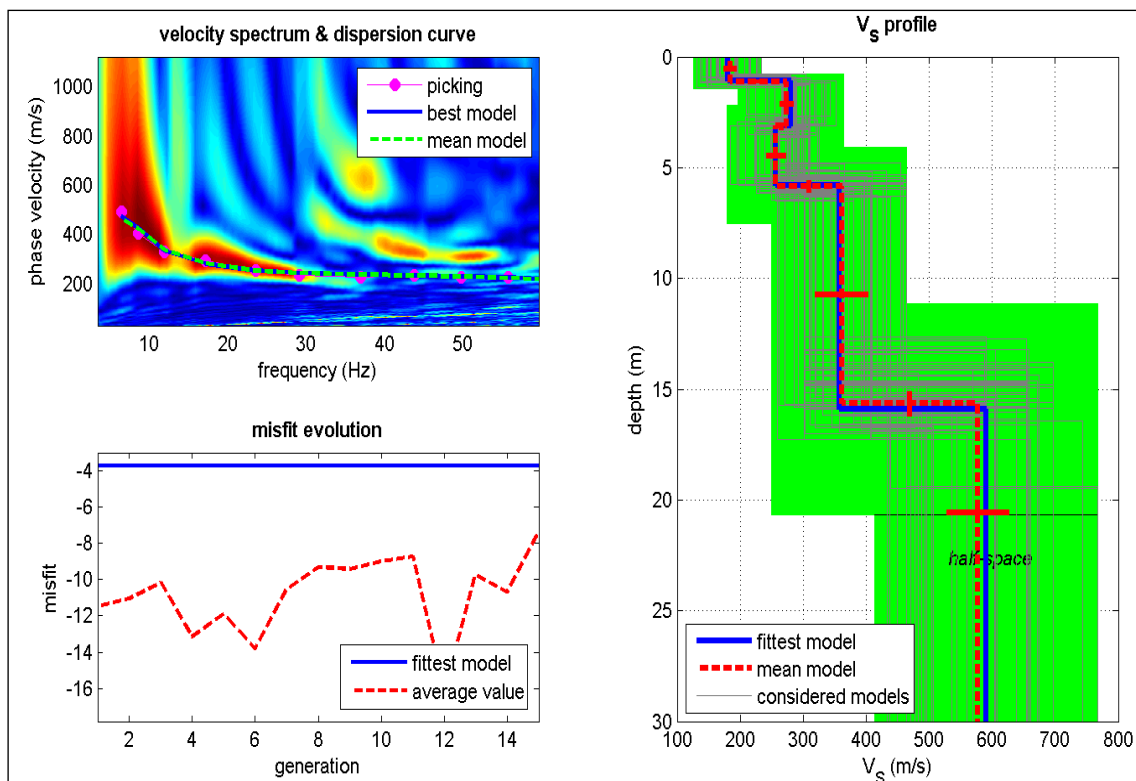


Figura 17 – Elaborazioni delle V_{s30} misurate

10.2 Indagine puntuale HVSR

Per misurare le frequenze fondamentali di risonanza (f_r) del sito in esame è stata effettuata un'indagine geofisica a stazione singola tipo HVSR che si basa sull'analisi dei microtremori.

La prova è stata eseguita mediante l'utilizzo del tomografo digitale Tromino.

Nella figura sottostante si riporta lo spettro dei valori assoluti orizzontali (H) e verticali (V) che variano con il livello assoluto del rumore ambientale.

Il rapporto H/V misura direttamente le frequenze di risonanza dei terreni.

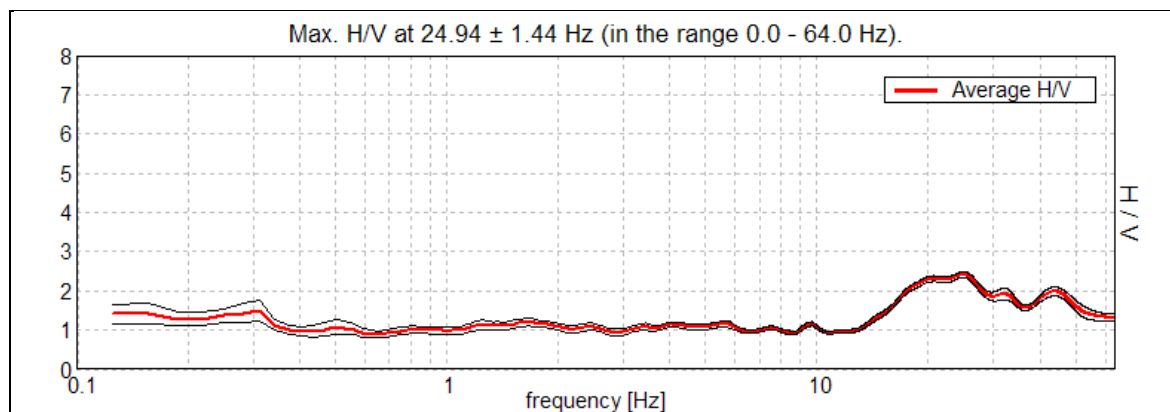


Figura 18 – HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Nel caso in esame la frequenza di risonanza del terreno in esame è pari a 24 Hz.

Il grafico non evidenzia fenomeni di risonanza compresi tra le frequenze fondamentali 1 e 10 Hz dove i valori di H/V risultano prossimi o poco superiori ad 1.

11. LIQUEFAZIONE

L'analisi sul rischio di liquefazione viene condotta sulla base di quanto riportato nel paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008.

La norma specifica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

- d) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- e) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 19 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

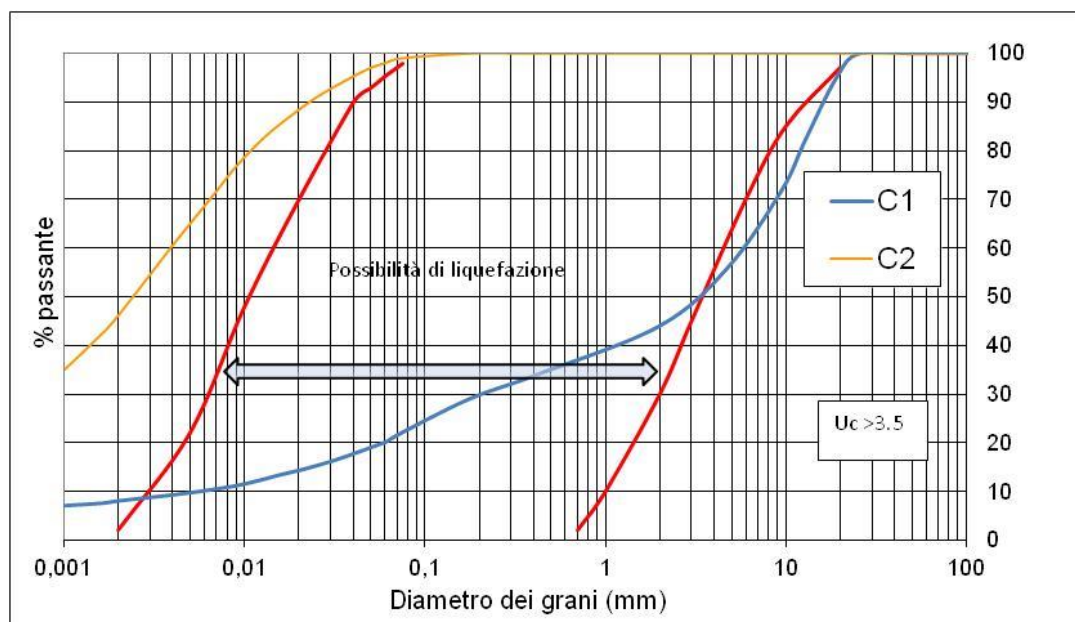


Figura 19 – Diagramma di distribuzione granulometrica

Nel nostro caso si riportano i dati ricavati dalle analisi granulometriche ricavati dai campioni prelevati nel sondaggio a c.c. BH1 realizzato all'interno dell'area d'intervento.

Le curve di distribuzione granulometrica evidenziano come sia soddisfatta la condizione del punto 5 e pertanto come già detto precedentemente la verifica può essere omessa non rientrando tali terreni tra quelli con possibilità di liquefazione.

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi della campagna geognostica condotta in situ, le prove di laboratorio sui campioni prelevati così come gli elaborati geologici disponibili (Carta Geologica Regionale, Tavole del PTCP della provincia di Rimini, Tavole dell'Autorità di Bacino Marecchia e Conca) non evidenziano alcun tipo di criticità e/o pericolosità geologica, idrogeologica e sismica.

La stratigrafia dei terreni è caratterizzata da un materasso ghiaioso costituito da ghiaia-sabbiosa con matrice argilloso-limosa che si rinviene fino alla quota di -3.00 -3.80 m. dal p.c.. Questo ricopre la Formazione argilloso-marnosa, Pliocenica (Substrato) consistente e compatta.

Lo studio geofisico dell'area ha evidenziato come essa non presenti fenomeni di risonanza nelle frequenze fondamentali 1 e 10 Hz.

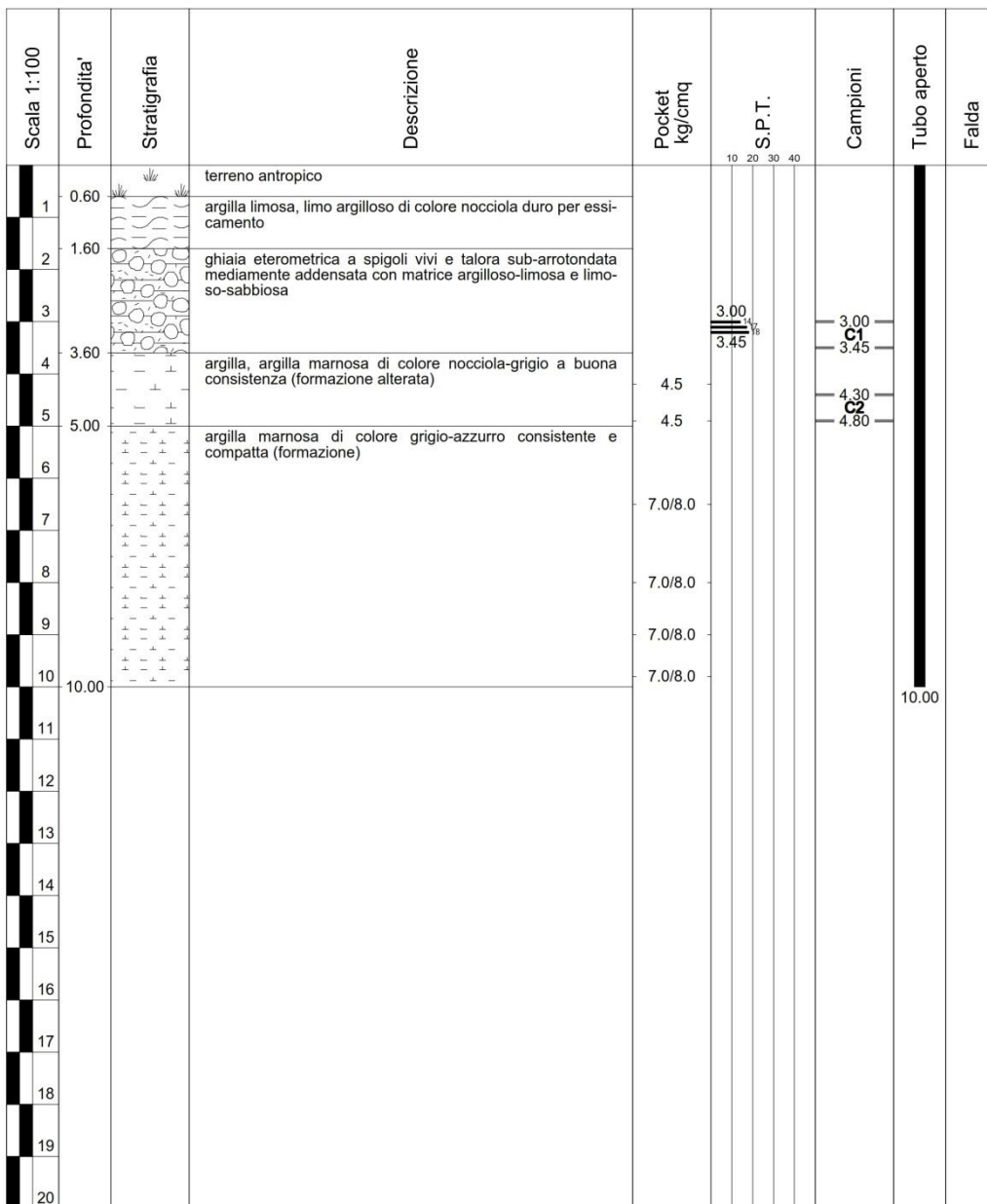
Le analisi di laboratorio condotte individuano curve di distribuzione granulometrica che evidenziano come il terreno non rientri tra quelli possibili di liquefazione.

Dallo studio geologico nell'area oggetto di analisi non emergono controindicazioni alla realizzazione di opere.



Diagramma ed immagini Sondaggio BH1

Località: Morciano di Romagna - Via Roma	S.G. S.r.l.
Committente: Imola Marcello	Società di geologia e geotecnica
Sondaggio: BH1	Via A.Benucci, 45 Pesaro
Tipo di sondaggio: Carotaggio continuo diametro 101 mm	tel. 0721.202625 fax 0721.1710024
Quota: p.c.	p.iva:01482240411
Data ultimazione: 20-07-2012	e-mail sg@netco.it



S.G. Associati

Dott. Geol. Luca Tentoni

Via Antonio Benucci, 45

61122 Pesaro

Tel. 0721 20 26 25

Fax 0721 17 10 024

e-mail : sg@netco.it

pec : sgpesaro@legalmail.it

C.F e P.IVA: 02540340417



ARCHIGEO

**STUDIO DI ARCHITETTURA E
GEOLOGIA**

Dott. Geol. Lucilla Tentoni

via Abbazia 49 47833 Morciano di Romagna (RN)

tel. 327 1524148

email info@studioarchigeo.it



Foto sondaggio BH1



Cassa 1 da 0.00 a -5.00



Cassa 2 da -5.00 m a -10.00 m

Diagrammi e immagini prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH1 e DPSH2

DPSH1

Soil Investigation S.n.c. di Marco Rossi & C.

Via Sarzano, 1
61015 Norcia (Pa)

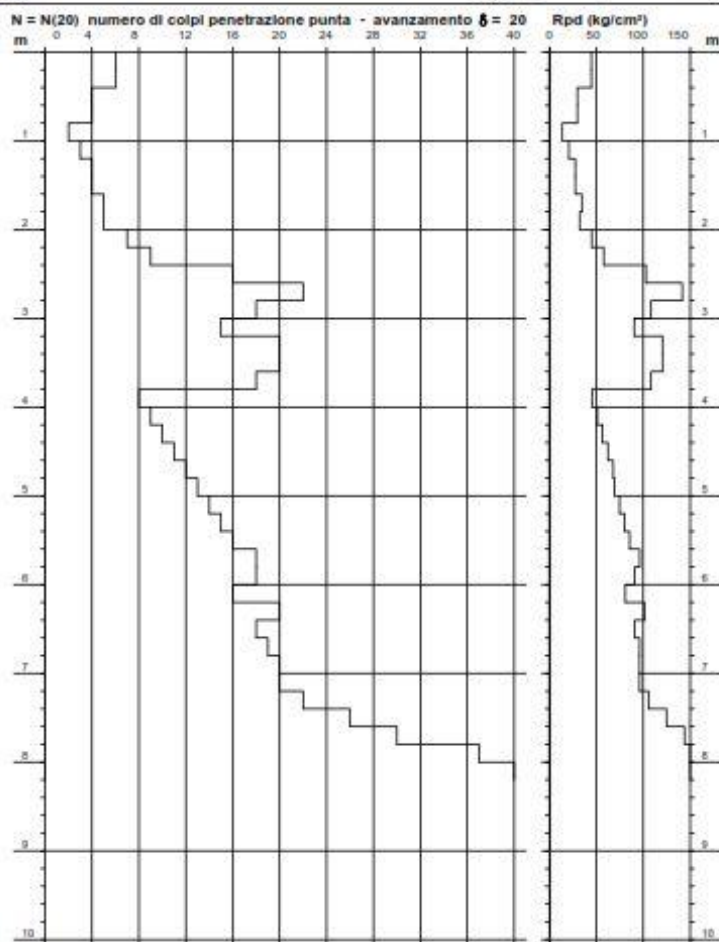
Riferimento: 23-07-2012

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 50

- committente :	Sig. Imola Marcello	- data :	23/07/2012
- lavoro :		- quota inizio :	
- località :	via Roma-via 25 Luglio, Morciano di Romagna, (RN)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



Software by: S.G. ASSOCIATI - 20/03/2012

File: 23a (2) 1390 704 14



DPSH2

Soil Investigation S.n.c. di Marco Rossi & C.
Via Sartano, 1
61015 Navacchia (Ps)

Riferimento: 23-07-2012

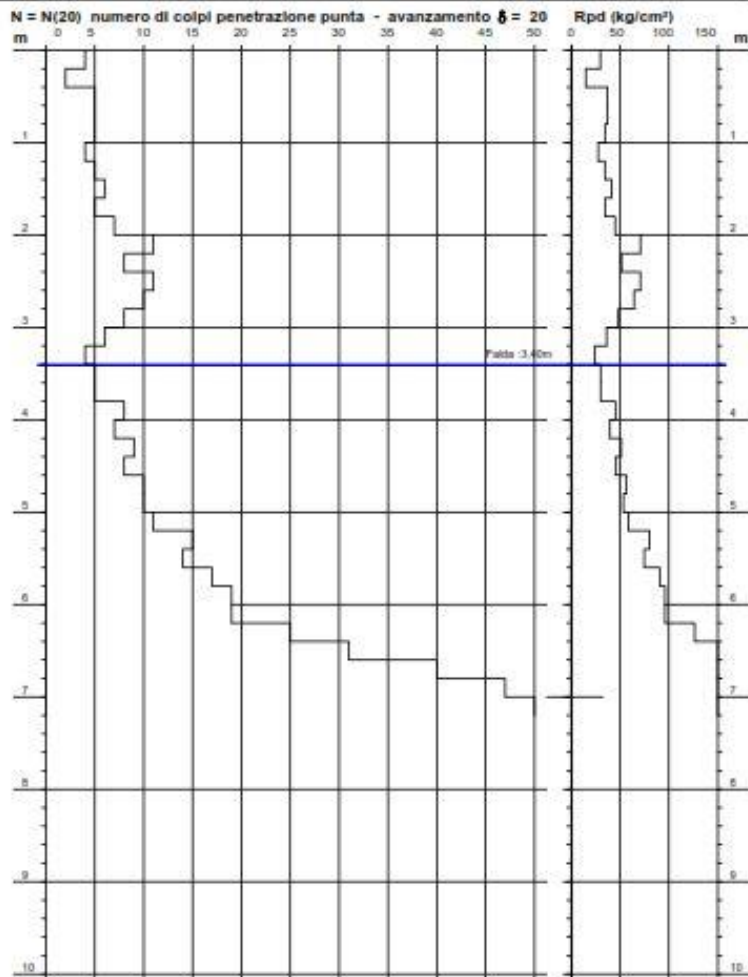
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIN 2

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Sig. Imola Marcelo	- data :	23/07/2012
- lavoro :		- quota inizio :	
- località :	via Roma-via 25 Luglio, Morciano di Romagna., (RN)	- prof. falda :	3,40 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

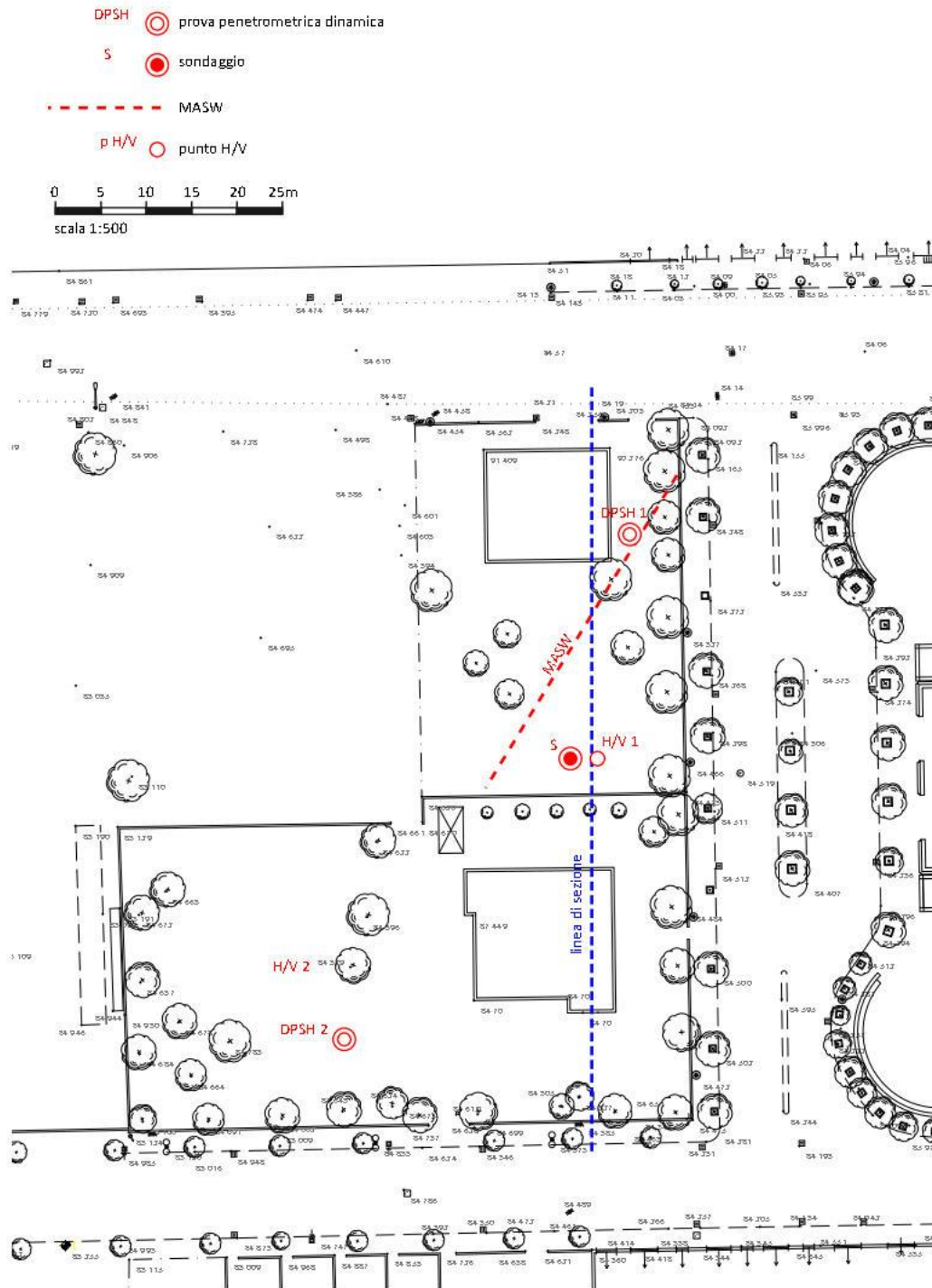


Software: In: 70-2-MDS-01_000101000

F:\pro\1396704\14



Ubicazione Sondaggi



Sezione Litostratigrafica

