

COMUNE DI PONTENURE
PROVINCIA DI PIACENZA

Piano Urbanistico Attuativo TIZZONI

all L

Relazione Geologica

Committenza:

TIZZONI S.R.L.

Via Natta n. 22

29010 - Pontenure - PC

PROVINCIA DI PARMA
REGIONE EMILIA ROMAGNA
COMUNE DI PONTENURE

RELAZIONE GEOLOGICA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA
AREA DI TRASFORMAZIONE PRODUTTIVA
“TIZZONI”



Dicembre, 2021

Committente:

A cura di:

Società
TIZZONI S.R.L.

Dott. Geol. N. CAVANNA

Via Degani, 9a (PC)

☎ 0523/305674 - ☎ 0335/5734746

FAX 0523/317301

SOMMARIO

1.0 - INTRODUZIONE	3
2.0. – ANALISI TERRITORIALE	4
2.1. – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
2.2. – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO	7
2.3. - ASPETTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI	10
3.0. - INQUADRAMENTO LEGISLATIVO DI SUPPORTO	12
3.1. - PIANIFICAZIONE A LIVELLO STATALE	12
3.2. - PIANIFICAZIONE A LIVELLO REGIONALE	12
3.3. - PIANIFICAZIONE A LIVELLO PROVINCIALE	13
3.4. - PIANIFICAZIONE A LIVELLO COMUNALE	15
4.0 - INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI	16
5.0 – PROSPEZIONI SISMICHE	17
5.1.1 - Metodologia d'indagine.....	17
5.1.2 - Categoria di suolo.....	17
5.1.3 - Elaborati dati d'indagine.....	18
5.1.4 - Analisi delle risultanze.....	19
6.0. – PROVE PENETROMETRICHE	20
7.0. – STRATIGRAFIE POZZI	21
8.0 – DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DEL TERRENO	22
9.0 – CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE INDIVIDUATE	23
10.0. - CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO	24

10.1. - INTRODUZIONE	24
10.2. - STRUMENTI DI PREVENZIONE SISMICA	25
10.3. - NORMATIVA SISMICA NAZIONALE	26
10.4. - DIRETTIVE REGIONALI: L'EMILIA ROMAGNA	29
11.0. - CONSIDERAZIONI LOCALI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO	31
11.1 - CENNI SULLA SISMICITÀ STORICA DEL TERRITORIO.....	31
11.2. - ZONE SISMICHE	33
11.3. - ANALISI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	35
11.4. – COMPATIBILITÀ SISMICA DELL'AREA OGGETTO DI PUA	37
11.4.1 - Categoria di sottosuolo	40
11.4.2 – Liquefazione dei terreni.....	42
11.4.3. - Primo livello di approfondimento.....	46
11.4.4. - Secondo livello di approfondimento.....	49
11.4.5 – Frequenza naturale dei terreni (prospezione HVSR).....	51
12.0 - CONCLUSIONI.....	52
ALLEGATO 1	Planimetria ubicazione indagini geognostiche
ALLEGATO 2	Prospezione sismica HVSR - risultanze
ALLEGATO 3	Certificati prove penetrometriche dinamiche DPM (LSCPT)
ALLEGATO 4	Certificati stratigrafici pozzi

Principale bibliografia consultata

- *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e cartografia allegata (adottato in data 16.02.2009 con atto di D.C.P. n° 17 ed approvato in data 02.07.2010 con atto di D.C.P. n° 69).*
- *Componente geologica del Piano Strutturale Comunale di Pontenure, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 46 del 24.11.2017.*
- *La sismicità del territorio provinciale, U.O. Difesa del Suolo e Protezione Civile RER.*

1.0 - INTRODUZIONE

Su incarico della società TIZZONI S.r.l., è stato realizzato uno studio specifico per la valutazione di compatibilità geologico-sismica a corredo del PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA relativo al comparto produttivo, sito in Comune di Pontenure (PC). Le indagini e gli elaborati realizzati sono stati prodotti in conformità alle vigenti disposizioni legislative, tra cui le principali:

- Circolare Regionale n° 3891 21/03/1974;
- Legge Regionale n° 47 del 07/12/1978;
- Legge Regionale n° 23 del 29/03/1980;
- Decreto Ministeriale n° 6 del 21/01/1981;
- Circolare Ministeriale n° 25310 del 09/12/1982;
- Circolare Regionale n° 1288 del 12/02/1983;
- Decreto Presidente della Repubblica n° 236 del 24/05/1988;
- Decreto Ministeriale L.L.P.P. del 11/03/1988;
- Circolare attuativa n° 30483 del 24/09/1988;
- Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005;
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008;
- Delibera Assemblea Legislativa RER progr. n° 112 del 02/05/2007;
- D.G.R. n. 2193 del 21/12/2015;
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018;
- DGR 476/2021 e DGR integrativa 564/2021.

Nell'ambito dell'incarico l'analisi è stata condotta adottando la seguente metodologia:

- **ricerche bibliografiche** preliminari: esame di fotografie aeree, reperimento dati disponibili relativi alle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche presso l'Amministrazione Provinciale ed il Servizio Provinciale Difesa Suolo. Sono stati inoltre utilizzati dati provenienti dalle indagini condotte in occasione di precedenti pianificazioni territoriali;
- **rilievi di campagna concernenti**: indagini sul territorio per il riconoscimento delle principali unità litologiche; individuazione delle zone caratterizzate da fenomeni di dissesto e d'instabilità; esame della natura dei terreni e delle caratteristiche geomeccaniche della coltre detritico-terrosa di copertura; esame delle successioni litostratigrafiche dei terreni; l'analisi dell'idrografia principale, valutando le aree potenzialmente esondabili.

Per il PUA, espressamente indicato dalla Committenza, è stata quindi valutata la compatibilità con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana (art. 10, comma 1, della L.R. 19 giugno 1984, n. 35).

Attraverso ricerche di carattere bibliografico e rilevamenti di campagna, si è quindi giunti alla compilazione del presente elaborato, nel quale l'ipotesi di pianificazione attuativa viene individuata e descritta nei seguenti paragrafi.

2.0. – ANALISI TERRITORIALE

L'analisi conoscitiva prodotta costituisce una caratterizzazione geologica-ambientale della porzione di territorio oggetto del PUA di iniziativa privata (rif. estratto tavola *in fig. 2.0.1 – Comparto produttivo denominato "TIZZONI"*), sviluppata adottando la seguente metodologia:

- **ricerche bibliografiche** preliminari quali: esame di fotografie aeree, reperimento dati disponibili relativi alle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche e idrologiche del territorio comunale presso gli uffici competenti in materia; sono stati, inoltre, utilizzati dati provenienti dalle relazioni prodotte a corredo delle pianificazioni territoriali (P.S.C., P.R.G. o sue varianti);
- **rilievi di campagna** concernenti: analisi sul territorio per il riconoscimento delle principali unità litologiche; individuazione delle zone caratterizzate da fenomeni di "dissesto e d'instabilità"; indagini geognostiche di tipo dirette (sondaggi penetrometrici) ed indirette (prospezioni simiche).

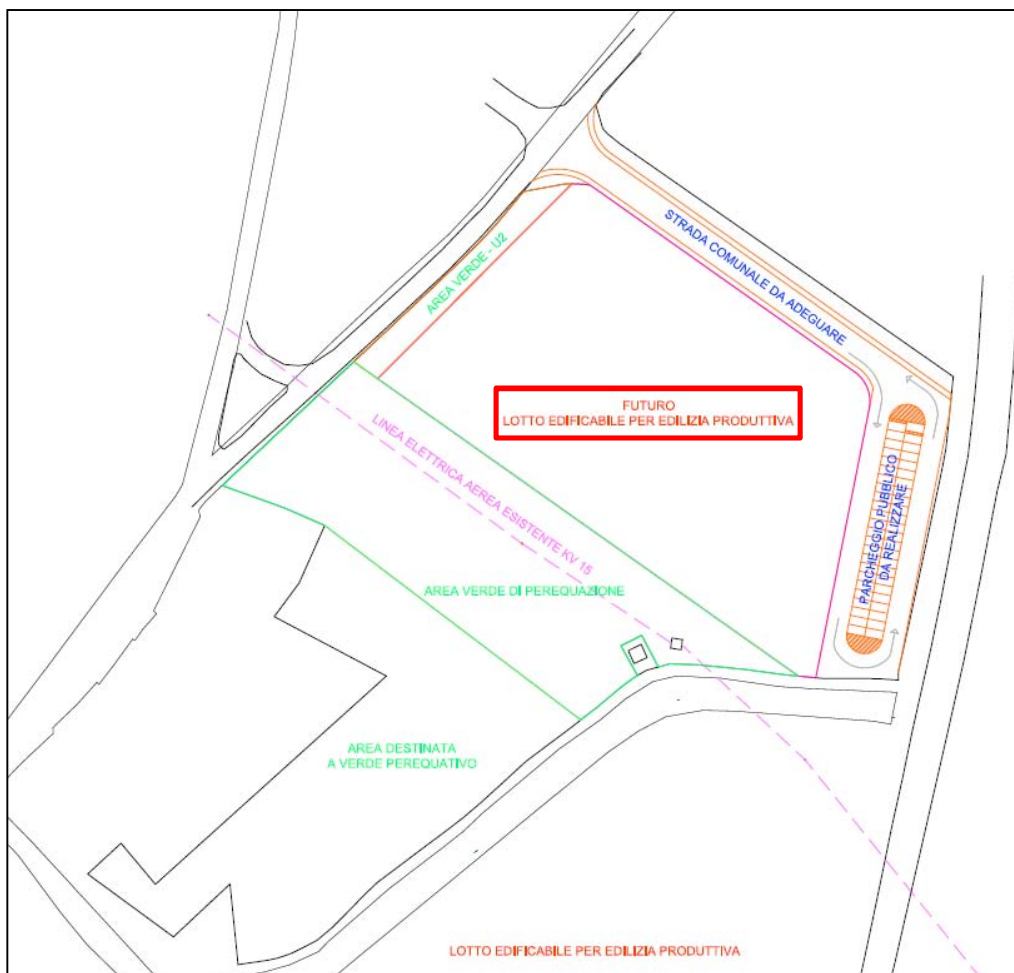


fig. 2.0.1 – Planimetria di PUA .

2.1. – Inquadramento geografico

Il Comune di Pontenure si trova sul versante idrografico destro della valle del Fiume Po, a breve distanza dalle prime propaggini dell'apparato montuoso degli Appennini. Il lotto oggetto di PUA si colloca alla periferia settentrionale del capoluogo comunale di Pontenure e più precisamente nella zona produttiva in adiacenza alla Strada per Muradello (vedasi "Inquadramento Corografico" scala 1: 5.000 in fig. 3.0.I). La porzione di territorio in esame si inserisce in un contesto parzialmente modificato dalle attività antropiche; essa manifesta una morfologia regolare con pendenze inferiori all'1%, rotta esclusivamente dai rilevati stradali. L'attuale piano campagna giace ad una quota indicativa di 62.50 metri sul livello del mare. La zona si presenta del tutto stabile in assenza di fenomeni erosivi di qualsiasi genere e non presenta emergenze idriche o zone a deflusso difficoltoso delle acque superficiali. Inoltre, da un esame degli elaborati cartografici a corredo dello strumento urbanistico comunale e del PTCP vigente si evince che l'ambito di specifico interesse è privo di cogenti vincoli e/o limitazioni di carattere geologico-ambientali.

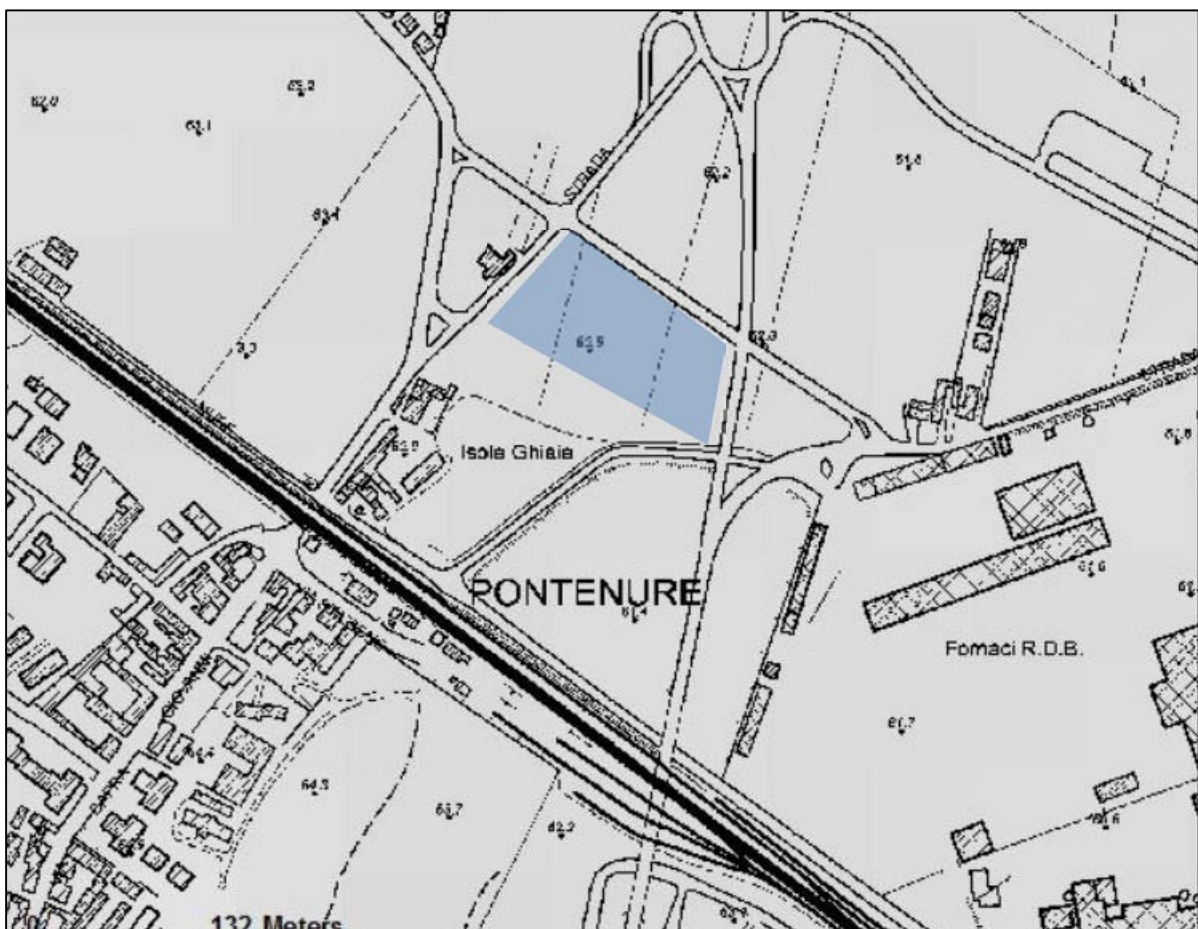


fig. 2.1.I – inquadramento corografico su base CTR

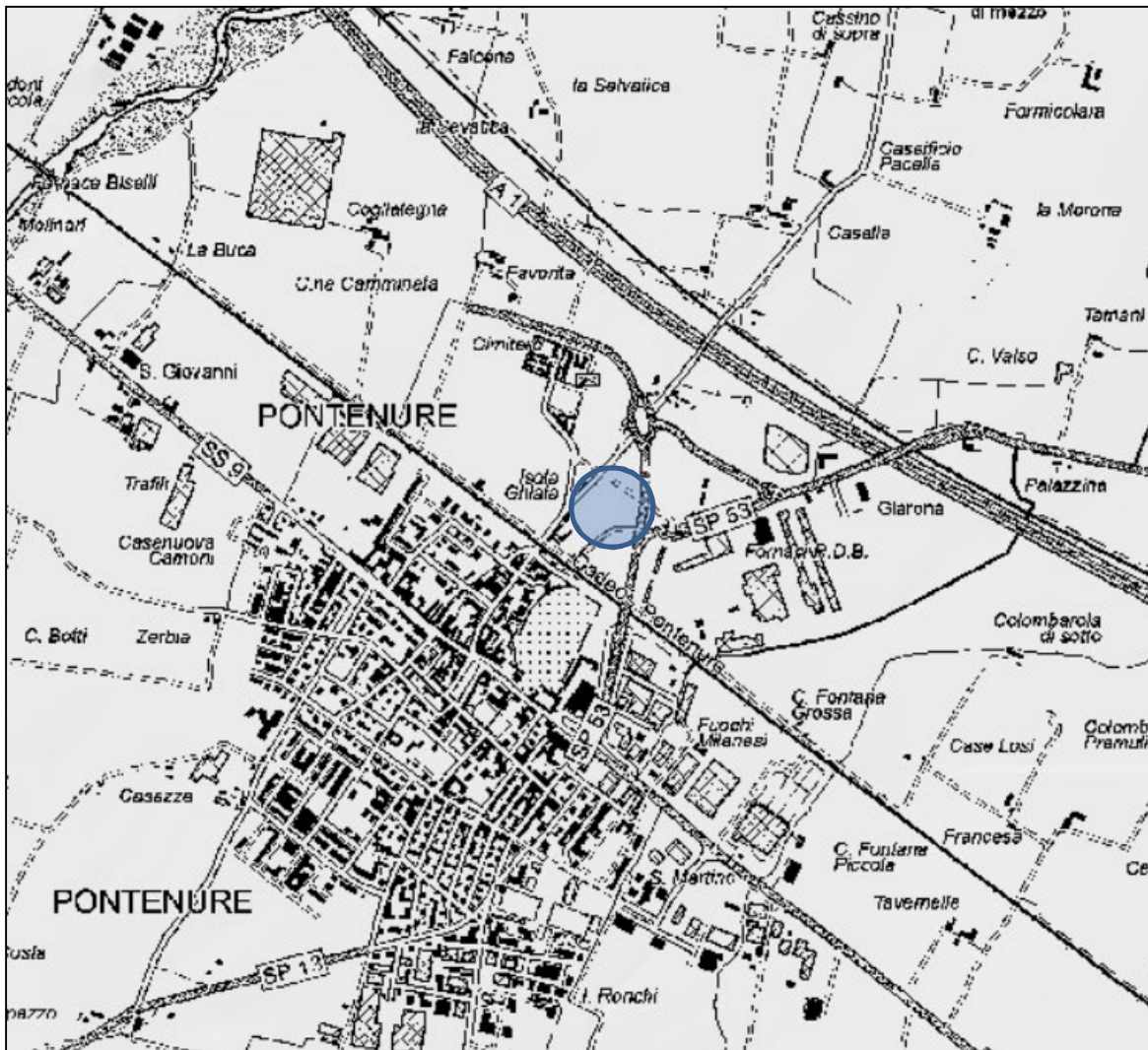


fig. 2.1.II – inquadramento geografico su base CTR in scala 1: 20.000

2.2. – Inquadramento geomorfologico e geolitologico

La porzione di territorio in esame è ubicata in prossimità del "margine" del sistema terrazzato pleistocenico-olocenico, ad un'altitudine media di 62.50 metri s.l.m., in una zona morfologicamente identificata come "bassa pianura Piacentina".

Nel territorio di bassa pianura si riconoscono due ambiti morfologici principali: la fascia meandreggiante del Po, presente nel settore settentrionale e Nord-orientale e la piana pedeappenninica formata dalla giustapposizione dei conoidi del Fiume Trebbia e Torrente Nure, che delineano un ripiano degradante verso NE.

Morfologicamente la zona oggetto d'indagine geognostica mostra una parziale compattezza d'insieme determinata anche dall'azione antropica, rotta esclusivamente dai rilevati stradali, presentandosi sub-pianeggiante con pendenze impercettibili verso Nord, Nord-Est (*vedasi documentazione fotografica a corredo*).

Come in precedenza specificato la genesi è geologicamente legata alle fasi quaternarie di alluvionamento del fiume Po e dei suoi affluenti appenninici, nello specifico il Torrente Nure ed il Torrente Riglio, che hanno portato alla formazione di questa porzione di Padania.

Infatti la conformazione attuale del territorio è stata determinata dai processi fluvio-torrentizi che hanno agito in un quadro morfoevolutivo caratterizzato dal continuo e mutevole divagare di tali corsi d'acqua e condizionata sia da fattori climatici che tettonici.

Solo in tempi storici gli interventi di arginatura e canalizzazione ne hanno fissato l'assetto.

Da un punto di vista geologico l'intero Comune di Pontenure appartiene al bacino sedimentario, detto anche sinclinorio padano. Si tratta di una struttura concava che si è andata formando e accentuando a partire dal Pliocene favorendo, durante il periodo Quaternario, l'accumulo di depositi di ingente spessore di materiale clastico di origine continentale.

Tale bacino ha forma allungata in direzione O-E lungo l'asse di maggior sviluppo della Valpadana ed è di tipo asimmetrico perché il fianco meridionale, che si sviluppa a ridosso degli Appennini, è meno ampio di quello settentrionale che si estende fino alle Alpi.

Il lotto si inserisce in un contesto "significativamente" modificato dalle attività antropiche e dall'urbanizzazione; esso manifesta una morfologia regolare con pendenze inferiori all'1%.

Il piano campagna giace ad una quota s.l.m. compresa indicativamente tra 62.0 e 63.0 metri.

La zona si presenta del tutto stabile in assenza di fenomeni erosivi di qualsiasi genere, né presenta emergenze idriche o zone a deflusso difficoltoso delle acque superficiali.

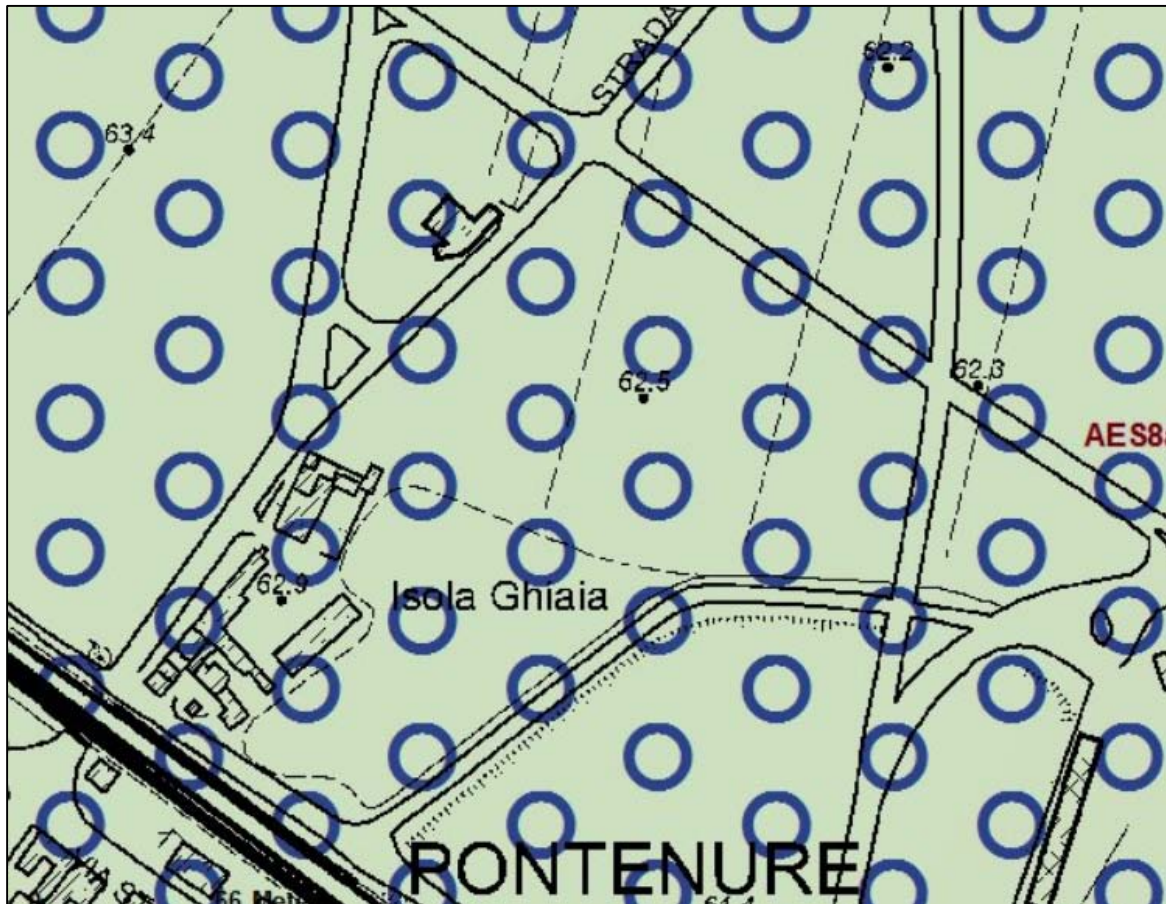
La formazione affiorante nell'area indagata è nota nella Bibliografia Geologica, con il nome di "Unità di Modena" (vedi fig. 2.2.1 - estratto "*Carta geologica*" in scala 1: 2.500, redatta dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli RER*), composta da depositi di fiume del periodo postglaciale (Olocene), di sabbie, ghiaie e limi argillosi.

La deposizione di tali litotipi è piuttosto casuale e si possono talora rinvenire delle "lenti" di deposito di fiume, piuttosto lunghe e ristrette e di spessore contenuto, allungate principalmente in direzione da Sud a Nord.

La disomogeneità deposizionale dovuta a tali lenti, la si rinviene anche alle diverse profondità, con orizzonti che sfumano da Ghiaie a Sabbie e quindi in Limi, man mano che ci si allontana dagli antichi alvei dei fiumi.



I materiali a granulometria più fine, rappresentano i depositi rilasciati durante le piene dei fiumi, quando le correnti di torbida, al termine delle inondazioni, avevano modo di depositarsi su terreni pressoché pianeggianti delle aree circostanti: le lenti Ghiaiose, invece, si rinvencono laddove le acque scorrevano abbastanza vorticosamente da non lasciare possibilità di deposito agli elementi terrigeni più fini, che venivano trascinati via dalle acque.

Le parti sommitali dei depositi che si rinvencono in loco, sono prevalentemente di tipo Sabbioso-Limoso, sia per il variare dei principali corsi d'acqua presenti in zona, che tendevano a mutare continuamente il loro corso (in conseguenza degli accumuli deposizionali lasciati prevalentemente allo interno dell'alveo), sia a causa delle alterazioni superficiali che hanno comportato una disgregazione degli elementi litici più grossolani, grazie all'azione meteorica e degli acidi umici dei suoli in via di formazione.



Legenda principali elementi cartografati

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

-  Ghiaia - Piana alluvionale
-  Sabbia Limoso Argillosa - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)



-  AES8 - Subsistema di Ravenna
-  AES8a - Unità di Modena

fig. 2.2.I – estratto carta geologica-geomorfologica RER

2.3. - Aspetti idrografici ed idrogeologici

L'attuale configurazione del reticolo idrografico territoriale costituisce il risultato non solo della naturale evoluzione dell'originale maglia drenante delle acque superficiali, ma anche e soprattutto degli interventi dell'uomo che, in tempi successivi, ne ha rettificato o comunque modificato l'assetto.

L'idrografia superficiale è rappresentata da canalizzazioni, che talora ripercorrono vecchi alvei di corsi naturali, benché abbiano subito poi, nel tempo, diversi interventi di arginatura, correzioni del tracciato, e riconfigurazioni degli alvei, ad opera dell'uomo.

Il territorio comunale si sviluppa in buona parte nella fascia di pianura solcata dai torrenti Nure e Riglio.

La porzione di pianura considerata presenta un assetto morfologico fondamentalmente caratterizzato dalla assenza di importanti rilievi o depressioni; essa si sviluppa sul ripiano alluvionale delle alluvioni antiche e presenta una blanda ed univoca pendenza in direzione N verso l'asse padano. L'acclività della superficie si manifesta con valori variabili dallo 0,5% allo 1% procedendo verso N. Il territorio è solcato dal torrente Nure che nell'"Analisi idrologica ed idraulica dei corsi d'acqua del territorio provinciale" allegata al PTCP è censito come corso d'acqua di 1° livello.

Nel territorio comunale, prevalentemente nella porzione di territorio ad est del T.te Arda, il reticolo idrografico minore è invece rappresentato da una serie di canali artificiali e scoli ad andamento prevalentemente N-S e SSO-NNE e riferibili al Rio Nuovo, il Rio della Fontana, il Rio Gandiola, il Rio Scovalassino, il Rio Braccifotre, il Rio Vallera e il Canale Molino

Il principale elemento della zona è rappresentato dal rio Scovalassino che scorre a Sud-Est del sito in esame.

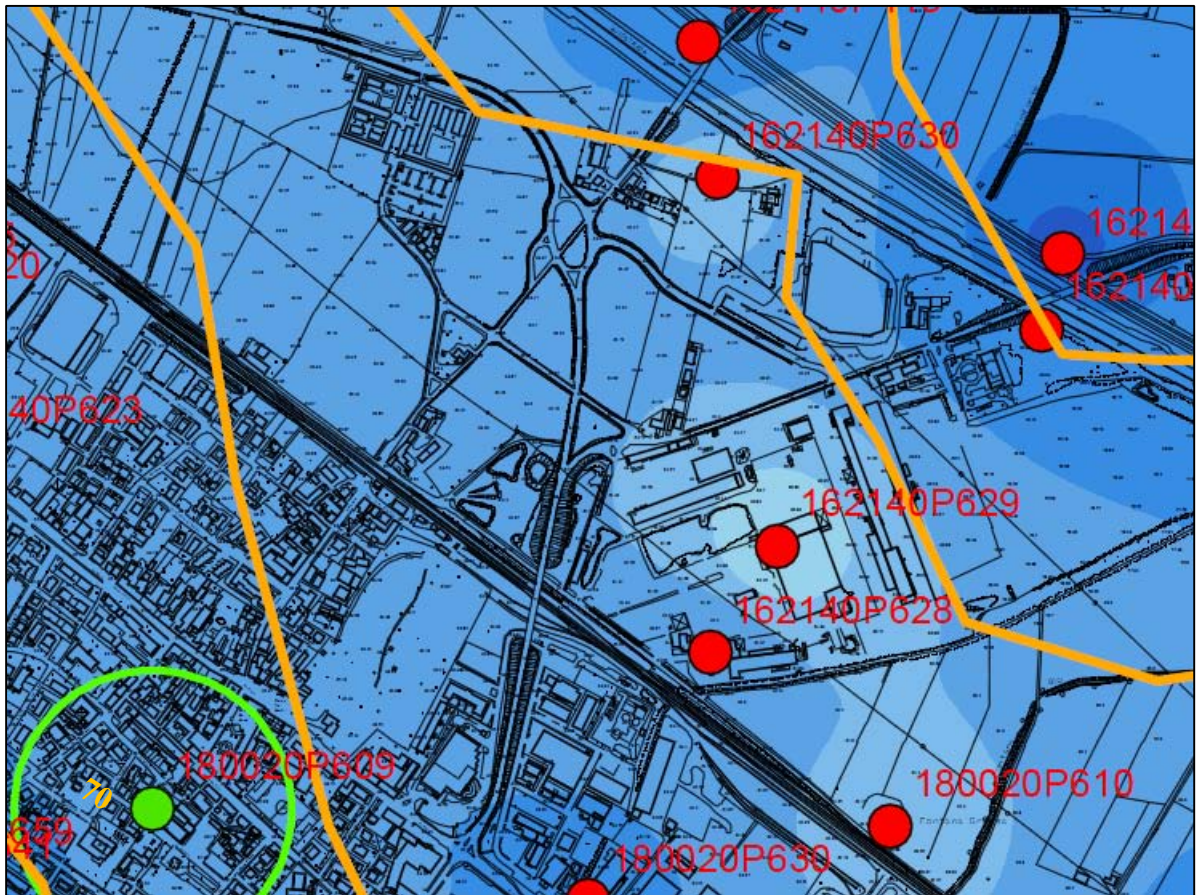
Interessante anche la circolazione acquifera sotterranea, a causa della elevata permeabilità media della formazione geologica, con successioni monotone di falde acquifere, che si ritrovano solitamente instaurate entro le lenti Sabbiose ed, in maggior misura in quelle Ghiaiose.

Nella zona oggetto di studio, situata nel complesso idrogeologico delle "Conoidi appenniniche maggiori" (U.I. del Trebbia-Nure), ad una distanza di circa 1.800 m dalla sponda idrografica destra del torrente Nure, il livello piezometrico della falda evidenzia una quota di circa m 56 s.l.m. (vedi estratto tavola QC04 – "Carta idrogeologica" scala 1: 10.000 a corredo del PSC vigente in fig. 2.3.1).

La soggiacenza della falda risulta, quindi, inclusa orientativamente tra 6.0 e 7.0 metri circa dal piano campagna naturale, possono però avvenire in alcuni periodi dell'anno, fortemente piovosi, significativi innalzamenti.

Nel foro del sondaggio penetrometrico è stata rilevata la presenza di acqua, mediante freatimetro, ad una profondità di circa 8.50 m (data 02/09/2021).

La direzione prevalente del flusso idrico superficiale è Nord-Est.



Legenda

- Ubicazione pozzi ad uso privato
- Pozzi a servizio dell'acquedotto di Pontenure
- Fascia di rispetto dei pozzi pubblici
- Linee isopiezometriche (in m s.l.m.)

Soggiacenza della falda (in m dal P.C.)

<ul style="list-style-type: none"> 1 - 2 2 - 4 4 - 6 6 - 8 8 - 10 	<ul style="list-style-type: none"> 10 - 12 12 - 14 14 - 16 16 - 18 18 - 20
---	--

fig. 2.3.I – estratto “carta idrogeologica” da PSC

3.0. - INQUADRAMENTO LEGISLATIVO DI SUPPORTO

Nel presente capitolo si forniranno i riferimenti al quadro legislativo e normativo che, a vari livelli, da statale a locale, regola la realizzazione di indagini geologiche e geotecniche a supporto della pianificazione urbanistica.

3.1. - Pianificazione a livello statale

La presente relazione, redatta in fase pianificatoria, è basata sulle risultanze ottenute attraverso analisi condotte in osservanza al D.M. 17.01.2018 e successive modifiche e/o integrazioni che disciplina la normativa tecnica d'indagine sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Tale Decreto Ministeriale riconosce altresì a livello nazionale il ruolo delle indagini geologiche non solo nel progetto edilizio e nell'esecuzione di indagini sui terreni, ma anche nella pianificazione urbanistica e territoriale.

L'area in studio non risulta soggetta ai vincoli imposti dal D. Lgs n° 490 del 29/10/1999 "*Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali*".

3.2. - Pianificazione a livello regionale

A livello regionale la pianificazione territoriale e urbanistica è regolamentata a partire dalla L.R. 7.12.1978, n°47, "*Tutela e uso del territorio*", passando per la L.R. 30.01.1995, n° 6 "*Norme in materia di programmazione e pianificazione territoriale*", e la L.R. 19.08.1996, n° 30 "*Norme in materia di programmi speciali d'area*", fino alla più recente L.R. 24.03.2000, n° 20 "*Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio*".

Nell'attuale quadro può ancora essere utilizzata come riferimento la Circolare Regionale prot. 3891 del 21.03.1974, che definisce il tipo di indagine che deve essere effettuato a supporto di interventi urbanistici, quali il PUA oggetto della presente relazione.

Infine per quanto concerne specificatamente gli aspetti geologici, le indicazioni metodologiche di indagine sono fornite dalla Circolare Regionale prot. 1288 del 11.02.1983. In particolare, considerando il contesto geologico ed ambientale in oggetto, gli aspetti da sviluppare sono definiti al punto D2 "Aree di pianura e fascia costiera".

3.3. - Pianificazione a livello provinciale

A livello provinciale il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale attualmente esecutivo (*PTCP 2007, adottato in data 16.02.2009 con atto di D.C.P. n° 17 ed approvato in data 02.07.2010 con atto di D.C.P. n° 69*) rappresenta il principale strumento di pianificazione previsto dalla vigente legislazione. I contenuti del PTCP sono definiti dall'art. 26 della legge regionale 24 marzo 2000, n° 20 "*Disciplina generale sulla tutela ed uso del territorio*". Tale normativa attribuisce al Piano territoriale di coordinamento provinciale tre compiti principali: 1) definire l'assetto del territorio con riferimento agli interessi sovracomunali e all'articolazione delle linee di azione della programmazione regionale; 2) raccordare e verificare le politiche settoriali della Provincia; 3) indirizzare e coordinare la pianificazione comunale. Più specificatamente il PTCP costituisce sede e momento di raccordo e verifica delle politiche settoriali della Provincia e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale, in quanto:

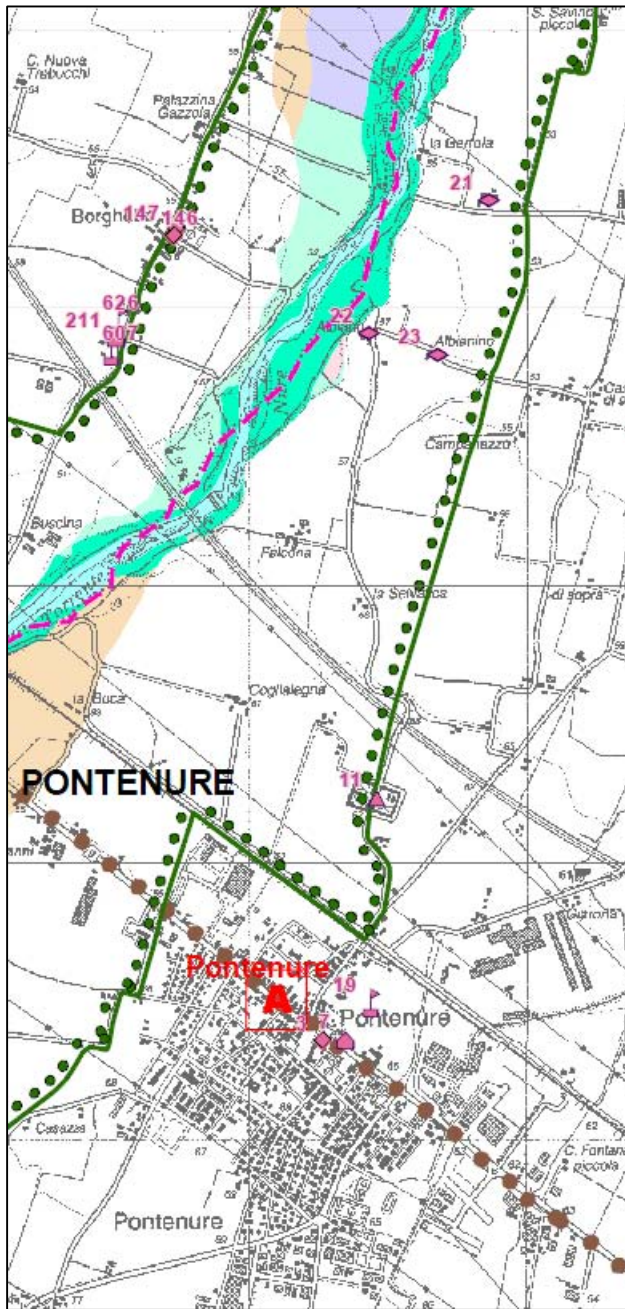
- recepisce gli interventi a livello superiore (nazionale e regionale) per le reti infrastrutturali e per le opere rilevanti per qualità ed estensione;
- raccordandosi con gli obiettivi regionali, individua le ipotesi di sviluppo dell'area provinciale in termini di assetto ed uso del territorio;
- definisce criteri di localizzazione e dimensionamento di strutture e servizi di interesse provinciale e sovracomunale;
- definisce i caratteri di vulnerabilità, criticità e potenzialità e i sistemi delle tutele paesaggistiche ed ambientali delle diverse parti del territorio (naturale ed antropizzato);
- definisce i bilanci delle risorse (territoriali e ambientali), i criteri e le soglie per il loro impiego, individuando le condizioni e i limiti della sostenibilità delle previsioni urbanistiche comunali.

A partire da quanto stabilito sia dalla Legge Regionale 20/2000 sia dall'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico (delibera C.R. n. 173/2001), il Documento Preliminare del PTCP 2007 è stato articolato in alcuni elaborati costitutivi: Quadro Conoscitivo (QC); Documento Preliminare (DP); Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (ValSAT); Quadro sinottico degli elaborati.

Le Basi cartografiche, organizzate per tavola, costituiscono un supporto all'analisi territoriale che vengono fornite dalla Provincia in attuazione della L.R. 20/00 e s.m.i. nonché della D.C.R. 484/03 che prevedono la condivisione della basi conoscitive tra Enti nell'ambito sia della Conferenza di Pianificazione che nella fase di monitoraggio dell'attuazione degli strumenti urbanistici comunali.

Nella pagina seguente viene riportato uno stralcio della tavola A1/2 del PTCP 2007 concernente la cartografia di progetto del "Sistema di Tutela ambientale".

Come risulta dall'estratto cartografico in fig. 3.3.I il terreno oggetto della presente analisi si colloca in una zona priva di cogenti vincoli geologici o che comunque ne precludano la trasformazione del suolo attraverso la pianificazione urbanistica proposta.



Legenda

MORFOLOGIA DEL TERRITORIO	
	Sistema dei crinali e della collina

CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI	
	Fascia fluviale A - Fascia di deflusso, maia ed alveo di laghi, bacini e corsi d'acqua
	Fascia fluviale B - Fascia di sbonazione. Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua
	Fascia fluviale C - Fascia di inondazione per piena catastrofica. Zona di rispetto dell'ambito fluviale

AMBITI PAESAGGISTICI E GEOAMBIENTALI RILEVANTI	
	Crinali spartiacque principali e crinali minori

AMBITI DI PARTICOLARE INTERESSE STORICO ED ARCHEOLOGICO	
	Zone ad elementi di interesse storico, archeologico e paleontologico
	Zone di tutela della struttura centinata

INSEDIAMENTI STORICI	
	Zone urbane storiche e strutture insediative storiche non urbane

AMBITI DI INTERESSE STORICO TESTIMONIALE	
	Zone ad elementi di interesse storico-architettonico e testimoniale
	Viabilità storica

AMBITI DI VALORIZZAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO	
	Area naturali protette
	Rete Natura 2000

ZONE UMIDE DI PREGIO	
	Biotopi e risorgive

fig. 3.3.I – Estratto TAV. A1-2 di P.T.C.P. "Tutela ambientale, paesistica e storico culturale"

3.4. - Pianificazione a livello comunale

Il Piano Strutturale Comunale vigente (*approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 46 del 24.11.2017, ai sensi degli articoli 28 e 32 della L.R. n. 20/2000; entrato in vigore dal 21.02.2018, data di pubblicazione del presente avviso sul Bollettino ufficiale telematico della Regione*), inserisce l'area oggetto di PUA in una zona priva di cogenti vincoli di carattere prettamente geologici/idraulici o che comunque ne precludano la trasformazione d'uso del suolo (*vedasi estratto tavola dei vincoli da PSC in fig. 3.4.I*).

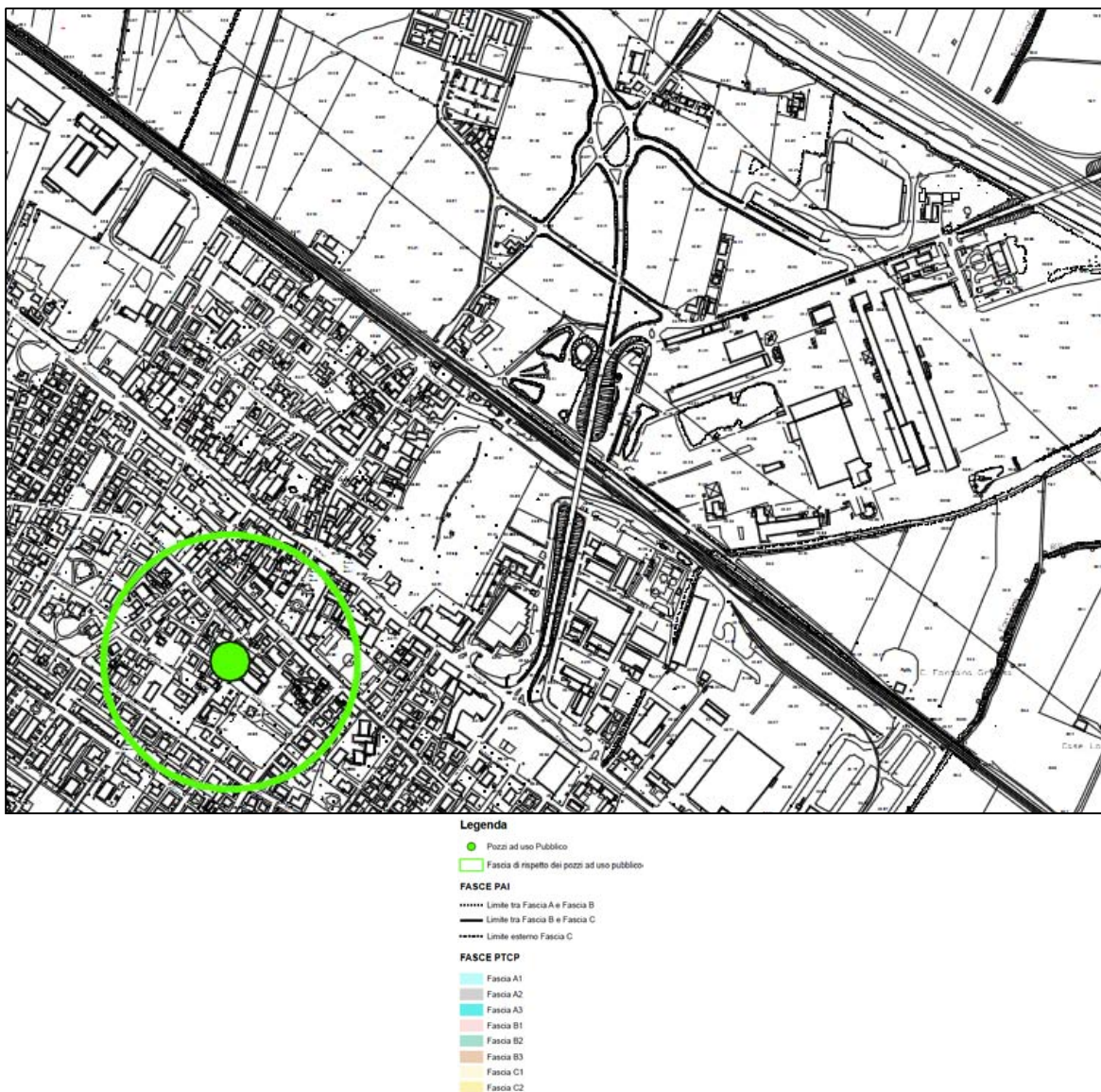


fig. 3.4.I – Estratto TAV. QC-11 del P.S.C.

4.0 - INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI

La presente relazione geologica ha per oggetto la definizione della successione litostratigrafia ed una caratterizzazione geo-meccanica preliminare dei terreni siti in corrispondenza della nuova previsione urbanistica.

Nell'ambito del progetto di fattibilità, ai fini della rappresentazione stratigrafica, sono state condotte delle verifiche geognostiche approntate dallo scrivente durante la presente campagna di rilevamento geognostico datata "settembre 2021", integrate con alcune prove penetrometriche pregresse (ambito di POC P2) e stratigrafie di pozzi provenienti dalla "*Banca dati Geognostici del Servizio Geologico e Sismico RER*".

In definitiva sono state analizzate, nel presente elaborato, le seguenti indagini:

- n° 1 registrazione dei microtremori con tomografo digitale (HVSR) per la determinazione della frequenza di risonanza caratteristica dell'area e per la determinazione della categoria del terreno di fondazione ai sensi del testo unitario "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17 Gennaio 2018);
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPM-LSCPT),
- n. 1 stratigrafia profonda di pozzo.

Le indagini geofisiche ed i sondaggi penetrometrici sono posizionati come da planimetria in allegato 1, mentre il pozzo è ubicato come da fig. 7.0.I.



5.0 – PROSPEZIONI SISMICHE

Il paragrafo illustra e commenta l'indagine geofisica eseguita ai fini della determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo ed il valore di Vs30 (preliminare). Si precisa che sono state effettuate più registrazioni delle quali si riporta nel presente paragrafo la maggiormente significativa ai fini dell'indagine.

5.1.1 - Metodologia d'indagine

La misura a stazione singola del tremore sismico, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali consente la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo; inoltre, mediante il processo di inversione le misure del microtremore consentono di stimare in maniera rapida ed a verifica della prospezione sismica MASW, il valore di Vs30. La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). La prova è stata condotta utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le direzioni X coincidente con l'Est topografico e Y coincidente con il Nord e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 15 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

5.1.2 - Categoria di suolo

Per determinare il valore delle onde di taglio VS è stato eseguito un rilievo tromografico che ha permesso di determinare:

- La frequenza di risonanza caratteristica del sito;
- Velocità media delle onde di taglio Vs.

Per la determinazione delle onde di taglio Vs è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ottenuto attraverso il rilievo tromografico.

La relazione seguente correla la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) con la profondità della base dello strato (H).

$$f(\text{Hz}) = \frac{V_s}{4H}$$

5.1.3 - Elaborati dati d'indagine

Nome	PONTENURE\tromografo\PUA.SAF
Passo temporale	5ms
Numero di campioni	93000
Istante finale	600s
Numero di sotto-intervalli	9

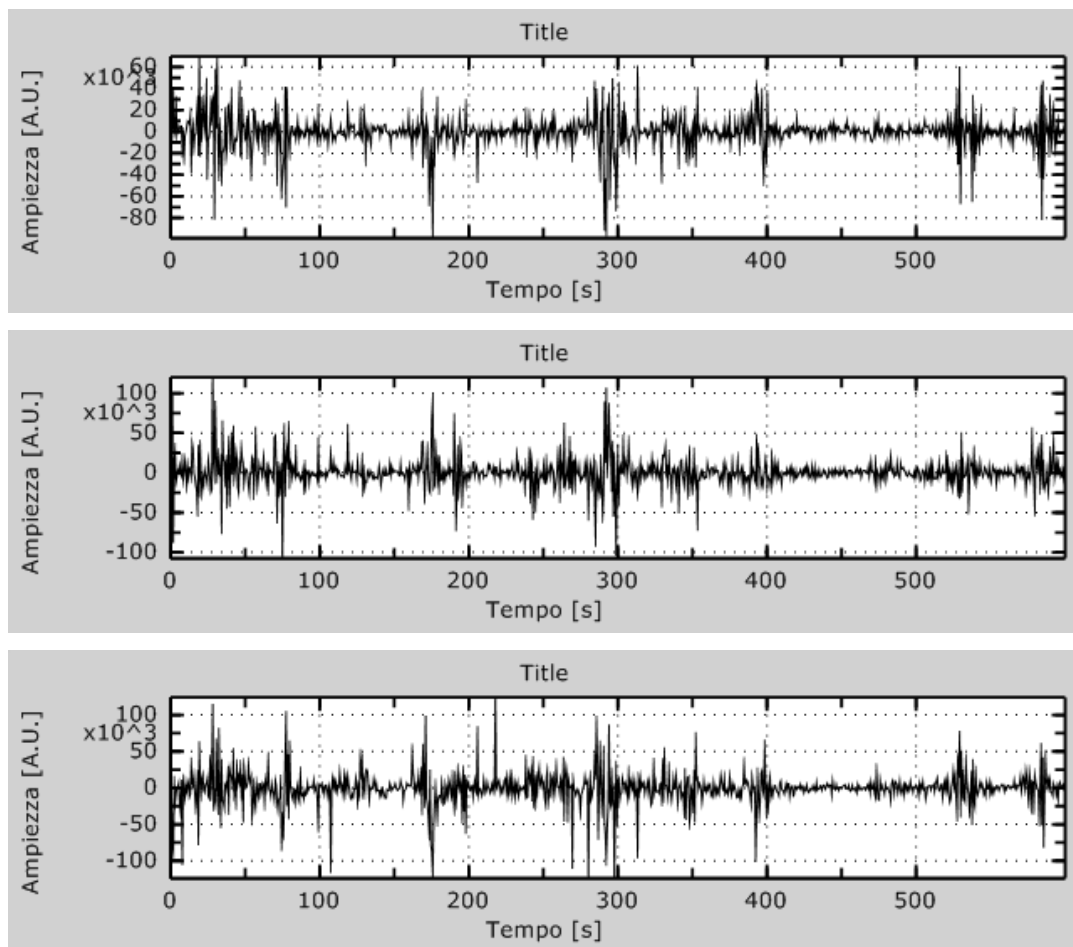


Figura. 5.1.3.I - Dati sperimentali in direzione Z (alto), N-S (centro) e E-W (basso).

Nota indicativamente la profondità di ogni livello stratigrafico, ottenuta attraverso l'elaborazione dei dati ricavati dai sondaggi e dai rilevamenti geologici in sito, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva numerica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata (vedasi fig. 5.1.3.II), per poi ricavare la Vs media per ogni singolo strato.

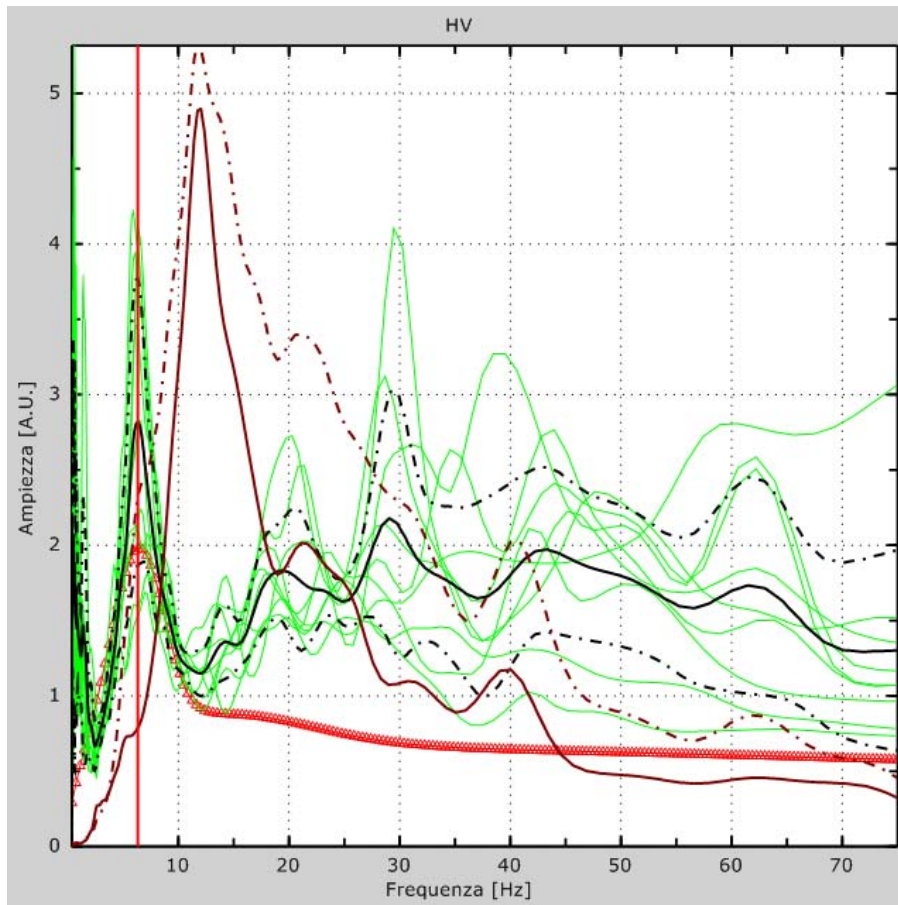


Figura 5.1.3.II - Curva HVSR; Curva H/V numerica (rosso); Curva H/V sperimentale (nero).

Finestra temporale	600 sec
Frequenza massima	75 Hz
Numero di campioni	200
Passo in frequenza	0.375 Hz

5.1.4 - Analisi delle risultanze

I terreni in oggetto, nel punto di prova, saranno soggetti ad amplificazioni dovuti ad una particolare frequenza di risonanza del terreno in caso di sisma.

La frequenza in oggetto che potrebbe provocare particolari problemi "accoppiamenti di risonanza" fra strutture e terreno è stata individuata a **6,34 Hz ± 0,1 Hz**. La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri risulta pari a circa **350 m/s** (vedasi "grafico della velocità delle onde di taglio" in allegato 2). Quindi in base all'attuale normativa il sito d'interesse presenta un suolo di fondazione di tipo "C".

6.0. – PROVE PENETROMETRICHE

Al fine di ottenere informazione utili alla nuova previsione urbanistica ed in ottemperanza alla normativa tecnica vigente, si è proceduto alla verifica delle reali caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame attraverso l'approntamento e/o l'analisi di n° 2 prove penetrometriche dinamiche "medie" ubicate come da planimetria in allegato 1.

L'attrezzatura usata consiste in un penetrometro D.P.M., le cui caratteristiche standard sono:

• peso massa battente	M (Kg)	30
• altezza di caduta	H (m)	0.20
• punta conica da 10 cmq diametro	Dp (mm)	35.7
• angolo apertura punta	β (°)	60
• passo infissione	δ (m)	0.10
• diametro aste da 1m di lunghezza	Da (mm)	20

Il numero di colpi (Nc) rilevato ogni 10 cm di infissione delle aste è perfettamente equiparabile al numero di colpi rilevabile ogni 30 cm di avanzamento nel corso di una prova con equipaggiamento standard SCPT o SPT.

I sondaggi penetrometrici dinamici consistono nell'infissione nel terreno di un'asta dotata di una apposita punta conica e nella registrazione dei colpi necessari ad ottenere una penetrazione di 10 cm.

Le prove (DPM 01 e LSCPT 7) hanno evidenziato una parziale disomogeneità litostratigrafica sull'intero lotto. La penetrometria maggiormente significativa ha rilevato una sequenza litostratigrafica costituita da un suolo vegetato e/o d una coltre terrosa, localmente rimaneggiata, dello spessore di circa un metro che ricopre depositi limo argillo sabbiosi localmente inglobanti ghiaie e ciottoli con alla base depositi sabbio ghiaio limosi, fino alla massima profondità indagata di circa 10.00 metri (rif. prova DPM 01).

Si è rilevata la presenza d'acqua nel foro del sondaggio penetrometrico approntato dallo scrivente ad una profondità di circa 8.50 metri. (*data rilievo 02 settembre 2021*)

I dati generali delle prove penetrometriche (certificati) sono riportati in allegato n° 3 al presente elaborato.

7.0. – STRATIGRAFIE POZZI

Le stratigrafie profonde dei pozzi presi a riferimento per la porzione di territorio in esame (vedasi certificati stratigrafici in allegato 4) provengono dalla "Banca dati Geognostici del Servizio Geologico e Sismico RER".

La Banca Dati Geognostica è stata realizzata con l'obiettivo prioritario di disporre di informazioni geologiche di sottosuolo ai fini della preparazione delle nuove Carte Geologiche di pianura in scala 1: 50.000, che la Regione Emilia-Romagna sta realizzando su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG).

I dati provengono per la maggior parte da archivi di proprietà pubblica e privata, raccolti a supporto di indagini conoscitive di varia natura.

In figura 7.0.1 si riporta l'ubicazione del pozzo preso a riferimento su base Carta Tecnica Regionale.

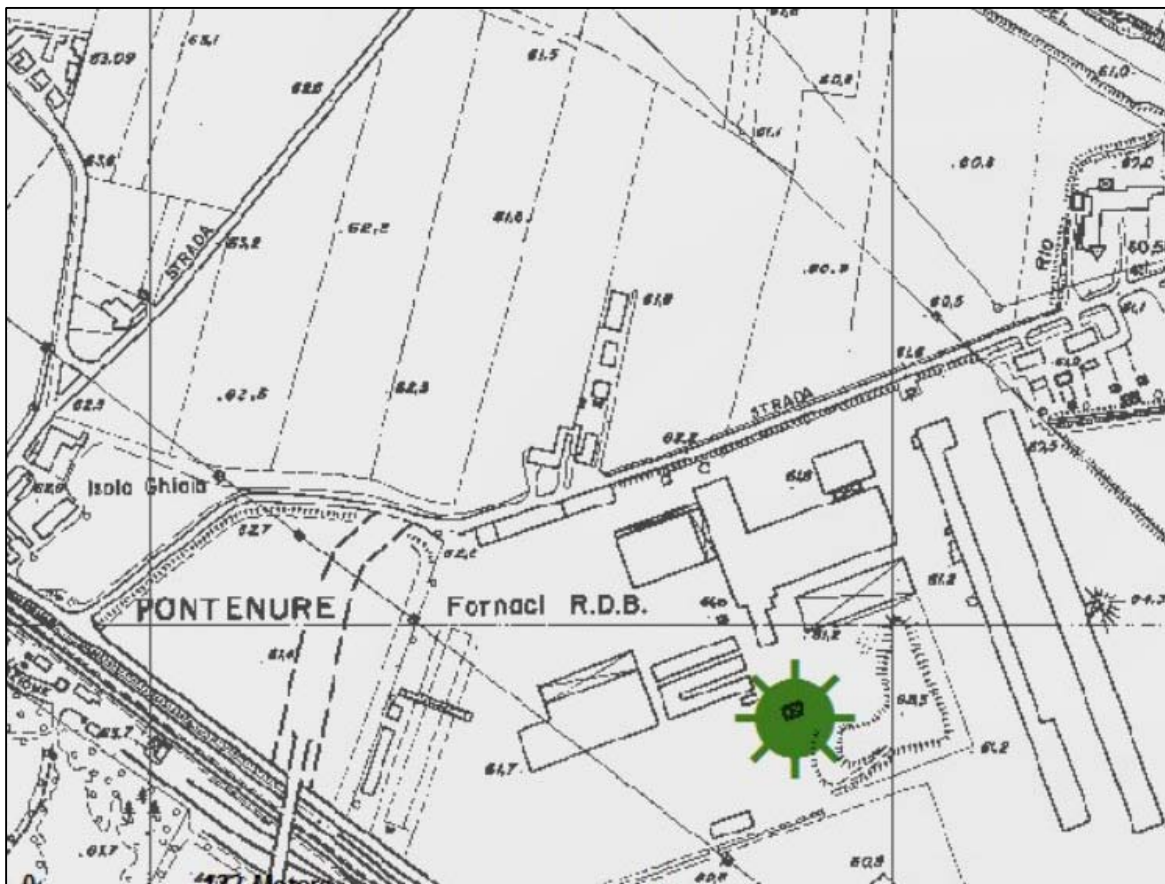


Fig. 7.0.1 - Ubicazione pozzi

8.0 – DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DEL TERRENO

L'insieme delle informazioni acquisite attraverso le indagini geognostiche precedentemente descritte ha permesso di definire un modello stratigrafico del terreno di fondazione, caratterizzato dalla presenza di tre livelli principali (in ordine crescente di profondità dal piano campagna: A0, A1 e B1), suddivisi in funzione della granulometria e del diverso grado di addensamento.

Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche litologiche e dello stato di addensamento dei livelli individuati (ovviamente tali dati andranno aggiornati in funzione di quanto emergerà dalle successive fasi d'indagine geognostica come prescritto dal Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018):

- LIVELLO A0** Suoli alluvionali prevalentemente limosi, immaturi e fortemente antropizzati (spessore complessivo circa 0.60 m).
Classificazione AGI: poco consistente.
- LIVELLO A1** Il livello, della potenza presunta maggiore o uguale a circa 8.50 m, è costituito da depositi limo argillo sabbiosi prevalenti, localmente inglobanti ghiaia e ciottoli.
Comportamento geotecnico: coerente/intermedio;
Classificazione AGI: moderatamente consistente.
- LIVELLO B1** Il livello è caratterizzato dalla presenza di una abbondante matrice sabbio limosa, di colore beige-grigiastra, inglobante ghiaia eterometrica crescente con la profondità;
Il numero di colpi alla punta, derivanti dalle prove penetrometriche dinamiche, si attestano in un range compreso tra 12÷ 18 Nc.
Comportamento geotecnico: incoerente;
Classificazione AGI: moderatamente addensato.

Stratigrafie di pozzi, realizzati in zone adiacenti al comparto oggetto di edificazione, hanno evidenziato che lo strato prettamente ghiaioso si estende sino ad una profondità di circa 21 metri.

9.0 – CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE INDIVIDUATE

Sulla scorta delle informazioni acquisite tramite le indagini in situ si è proceduto ad una prima caratterizzazione geomeccanica dei terreni siti in corrispondenza dell'area oggetto di analisi geognostica. Ai fini dell'attendibilità dei valori, per il calcolo dei singoli parametri associati a ciascuno dei livelli stratigrafici individuati, i risultati sono stati correlati con quelli derivanti dalle analisi di laboratorio.

UNITA' GEOTECNICHE	A \oplus	A \ominus	B \ominus
	Litologie prevalenti	Suolo vegetato	Limi argillo sabbiosi
Spessore max (m) rilevato	~0.60	~8.40	≥10.00
Profondità max (m) rilevata	~0.60	~9.00	--
Peso di vol. (t/mc) naturale	(si trascura)	$\gamma_{a1} \cong 1.80 \div 1.85$	$\gamma_{b1} \cong 1.80 \div 1.85$
Peso di vol. (t/mc) saturo		$\gamma'_{a1} \cong 2.05 \div 2.10$	$\gamma'_{b1} \cong 1.95 \div 2.00$
Classificazione AGI		da poco a moderatamente consistente	moderatamente addensato
Modulo Edometrico (Kg/cmq)		$M_o \cong 50 \div 65$	--
Coesione non drenata (Kg/cmq)		$C_u \cong 0.40 \div 0.60$	--
Coesione drenata (Kg/cmq)		--	--
Densità relativa (%)		--	$D_r \cong 30 \div 45$
Angolo di attrito interno (°)		$\varphi' \cong 22^\circ \div 24^\circ$	$\varphi \cong 29^\circ \div 34^\circ$
Modulo di Young (Kg/cmq)		$E_y \cong 45 \div 60$	$E \cong 70 \div 110$
Coefficiente di Poisson		0.36-0.38	0,32÷0.33

9.0.I – tabella parametri geotecnici medi

Si precisa che, non avendo avuto disposizioni dai tecnici progettisti di eseguire prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno), le suddette correlazioni hanno ovviamente validità orientativa.

Le modalità di realizzazione di qualsiasi intervento edilizio (con particolare riferimento alle scelte delle strutture di fondazione) dovranno necessariamente emergere dall'esecuzione di dettagliate indagini geotecniche e sismiche così come prescritto dal D.M. 17/01/18'.

10.0. - CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO

10.1. - Introduzione

La possibilità che si verifichi un terremoto di forte intensità in molte aree del nostro paese è una realtà con cui deve convivere la maggior parte della popolazione italiana che risiede nei comuni classificati sismici. La storia sismica del nostro paese ci dimostra, infatti, che la ricorrenza di forti eventi è estremamente elevata e dove quelli catastrofici (con migliaia di morti) si ripresentano numerose volte all'interno di un periodo inferiore al secolo. Solo da pochi anni, in seguito ai gravi eventi sismici succedutisi ed all'impatto dei mass-media che hanno portato in tutte le case i disastrosi effetti, è aumentato il grado di sensibilizzazione del mondo politico e dell'opinione pubblica sulla necessità di attuare una seria politica di prevenzione.

*La via indicata dalla comunità scientifica per difendersi dai terremoti è la **prevenzione**, quindi in sinergia con i quadri politico-culturali si sono individuati quattro strumenti di prevenzione sismica.*

- Per prima cosa bisogna individuare le zone che possono essere interessate da un terremoto e suddividerle o meglio, **classificarle (Zonazione sismica)**, in base alla loro "*pericolosità sismica*", basandosi sulla sismicità storica, sulla geologia strutturale e sulla sismotettonica e su studi sismologici.
- All'interno di ogni zona classificata, studiando le diverse situazioni geologiche, morfologiche e geotecniche del terreno (analisi delle condizioni locali), bisogna poi determinare il modo in cui esso reagisce alle sollecitazioni indotte dalle onde sismiche che lo attraversano (terreni sismicamente stabili e sismicamente instabili) valutando così i possibili fenomeni di instabilità e liquefazione nel primo caso, e i possibili fenomeni di filtraggio e focalizzazione, che influenzano lo scuotimento in superficie. Tali effetti vengono indicati nella terminologia sismica come effetti di sito e costituiscono quella che secondo un'accezione consolidata viene definita "Risposta Sismica Locale" (RSL). La valutazione degli effetti di sito e degli effetti locali è alla base degli studi di **Microzonazione Sismica (MS)**.
- I risultati analitici raggiunti con la MS devono poi essere recepiti ed utilizzati dalla società, determinando così gli ultimi due strumenti preventivi: la **Pianificazione urbanistica** e la **Progettazione antisismica**. Le Amministrazioni locali devono servirsene per valutare quali zone del loro territorio necessitano di particolari limiti, divieti e condizioni di edificazione, mentre il progettista deve utilizzarli per dimensionare costruzioni che resistano senza collassare ai terremoti.

10.2. - Strumenti di prevenzione sismica

Per attuare una politica di prevenzione in un territorio sismico occorre:

- stabilire il livello della scossa sismica da scegliere come riferimento per il sito (scelta del *terremoto di progetto*);
- prevedere gli *scenari sismici* associati (effetti di sito, instabilità per liquefazione, movimenti franosi, rotture del terreno, cedimenti, ecc.);
- stabilire in relazione al rischio accettabile la *destinazione urbanistica* dell'area e/o i provvedimenti da assumere (nel caso di siti costruiti o di utilizzazione di aree molto esposte);
- specificare il livello di danno accettabile per le costruzioni normali e speciali e le *azioni sismiche* da considerare per la progettazione antisismica.

In *relazione alla scala*, le operazioni di prevenzione sismica non solo si differenziano tra loro ma assumono anche diversa denominazione.

In generale, si definiscono **quattro livelli e strumenti di prevenzione**, e cioè:

- a) **Zonazione sismica** (scala nazionale);
- b) **Microzonazione sismica** (scala regionale, provinciale, comunale, locale);
- c) **Pianificazione urbanistica** (scala provinciale e comunale);
- d) **Progettazione antisismica** (scala di singolo manufatto).

La **zonazione sismica** è l'operazione che ha per obiettivo la definizione del livello di esposizione alle azioni sismiche delle varie parti del paese e l'assegnazione ad ogni zona di alcuni parametri ingegneristici utili per la progettazione strutturale (accelerazione nominale e spettri di progetto).

La **microzonazione sismica** ha per obiettivo la definizione del livello di esposizione di un'area di dimensioni molto variabili che possono essere quelle di una regione o di una provincia.

La **pianificazione urbanistica** è l'operazione che traduce in termini di criteri d'uso del territorio, a scala provinciale (con riferimento soprattutto alle infrastrutture) e scala comunale (con riferimento soprattutto alla localizzazione delle aree di espansione e agli interventi sull'esistente) gli esiti degli studi di zonazione e o microzonazione.

La **progettazione antisismica** delle nuove opere ingegneristiche e l'adeguamento sismico del patrimonio esistente sono l'obiettivo cardine della prevenzione sismica.

La progettazione antisismica di una singola opera (anche di tipo speciale) può essere condotta, seppure con l'ausilio delle normative e nel rispetto dei vincoli urbanistici, nonché sotto il controllo degli enti pubblici, anche da un singolo professionista.

10.3. - Normativa sismica nazionale

Le norme sismiche possono essere suddivise in *due* topologie:

- la prima, relativa all'edilizia antisismica, raggruppa sia le “**norme tecniche di costruzione in zona sismica**”, che stabiliscono i criteri con cui gli edifici devono essere costruiti, sia le “**norme dette di classificazione, che delimitano cioè le zone sismiche**”, con i relativi gradi di rischio (prima categoria, seconda ecc.). Ad ogni zona sismica corrispondono determinate e cogenti regole tecniche statali: ogni comune (minima porzione sismica) è classificato sismico in base alla classificazione nazionale, alla zona a cui appartiene. Il progettista che deve dimensionare un edificio che si vuole costruire nel comune deve attenersi rigidamente ai cogenti criteri normativi tecnici propri della zona sismica;
- la seconda tipologia invece, riguarda le “**norme emanate a seguito di un evento sismico**”, e si limita a comprendere solo quelle che dichiarano lo stato di calamità, quelle che definiscono lo stato di danneggiamento dei Comuni, e quelle che autorizzano interventi urgenti a favore delle zone colpite da eventi sismici (ne sono un tipico esempio quelle emanate in seguito allo sciame sismico che ha interessato le regioni Marche ed Umbria a partire dal 26 settembre 1997).

Il **quadro normativo vigente** che riguarda, direttamente o indirettamente, le zone sismiche afferisce a due filoni principali, uno relativo alla protezione civile, e l'altro relativo alla normativa sismica, integrata da ulteriori leggi relative agli strumenti urbanistici. In questo contesto, i punti di convergenza fra protezione civile e pianificazione territoriale sono stati per lo più portati avanti da leggi e regolamenti regionali che si sono dimostrati più vicini alle realtà ed ai problemi specifici del loro territorio.

Il corpus legislativo che regola la **protezione civile** risale, di fatto, all'ultimo decennio. Fra le leggi nazionali di fondamentale importanza citiamo per sintesi *l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20/03/2003*.

L'assetto normativo sismico *attualmente in vigore* è costituito da un **doppio binomio** normativa tecnica + classificazione:

- quello *nuovo*, rappresentato dall'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 pubblicata sulla GU l'8 maggio;
- quello “*vecchio*”, previgente a questa data, rappresentato dalla Legge n. 64/1974 e dal corpo di leggi e decreti, sia dello Stato che Regionali, che ne sono derivati: in particolare rappresentato, per quanto concerne il settore “tecnico”, dal Decreto Ministeriale del 3 marzo 1975 (e successive modifiche ed integrazioni) e, per quanto riguarda il settore “classificazione”, dalla serie di Decreti del ministro dei lavori pubblici emanati tra il 1979 e il 1984.

Le **norme classificative individuano le zone sismiche** decretando la "zonazione" del territorio nazionale, cioè la suddivisione in aree a differenti gradi di sismicità S e, dunque, differenti livelli di pericolosità e rischio sismico. Le principali norme classificative in ordine cronologico sono:

- *RD n. 193 del 18/04/1909*
- *RD n. 431 del 13/03/1927*
- *RDL n. 2125 del 22/11/1937*
- *Legge n. 1684 del 25/11/1962*
- *Serie di Decreti del Ministero dei Lavori Pubblici 1981/84 (l'ultimo è datato 14/07/84)*
- *Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/03*

La valutazione del rischio è fortemente dipendente dalla valutazione della pericolosità e perciò dal livello di completezza con cui questa viene descritta.

L'individuazione di zone sismiche dovrebbe quindi utilizzare più valori di parametri descrittivi dello scuotimento, ma è prassi diffusa riferirsi ad un unico livello di scuotimento «di riferimento» (**probabilità di superamento del 10% in 50 anni**), salvo adottare poi correttivi che consentano, nell'ambito delle norme tecniche, di variare i livelli delle azioni per specifiche costruzioni in modo da controllare i tipi di rischio di interesse specifico per le stesse.

Rispetto alla pericolosità di 'riferimento', la normativa tecnica si pone l'obiettivo minimo di garantire:

- *un rischio di crollo sufficientemente basso (quindi la salvaguardia della vita umana) per le costruzioni correnti;*
- *la limitazione del danno e il mantenimento della funzionalità delle strutture essenziali agli interventi protezione civile a fronte di azioni sismiche più frequenti.*

Le norme tecniche di costruzione in zona sismica sono fatte non perché non ci siano danni e morti, ma per limitarli il più possibile. Esse devono:

- definire **l'azione sismica**, cioè quantificare la severità di un terremoto ai fini della valutazione di sicurezza delle costruzioni;
- fornire **le regole del "buon costruire"**, stabilendo *i criteri* con cui devono avvenire la progettazione e l'edificazione delle strutture soggette ad azioni sismiche nelle aree classificate sismiche.
- definire l'idoneità e sicurezza degli edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni, **programmando gli interventi di adeguamento.**

L'emanazione della normativa sismica tecnica è sempre stata, ed è tuttora, di competenza Statale. Le principali norme tecniche di costruzione in zona sismica, in ordine cronologico, sono:

- *RD n. 193 del 18/04/1909.*
- *DLL n. 1526 del 05/11/1916.*
- *RDL n. 2089 del 23/10/1924.*
- *RD n. 431 del 13/03/1927.*
- *RDL n. 640 del 23/03/1935.*
- *Legge n. 1684 del 25/11/1962.*
- *Legge n. 64 del 02/02/1974.*
- *Decreto Ministeriale LL. PP. del 3 marzo 1975: con i successivi aggiornamenti.*
- *Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/03.*
- *Ordinanza PCM n. 3519 del 28/04/06.*

Infine vanno ricordati anche:

- *DPR n. 380 del 06/06/2001 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia -:* "decretone" ancora in fase di emanazione (data l'ampiezza dell'argomento disciplinato) che raccoglie tutti i provvedimenti in materia edilizia e dunque in materia sismica tecnica.
- *CONSIGLIO SUPERIORE DEI LL.PP.- Servizio Tecnico Centrale - Linee guida per progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma – dicembre 1998-:* non si tratta di una legge ma di linee guida, per cui di argomentazioni non cogenti. Nonostante siano molto valide (*trattano, tra l'altro, anche se in maniera semplificata, il problema dell'amplificazione locale del moto sismico*), non vengono seguite da nessuno (in Emilia Romagna non sono state mai applicate) primo, perché non sono obbligatorie, e secondo, perché richiedono analisi molto particolareggiate e precise (infatti la loro applicazione è vincolata alla supervisione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).
- *DM 14 settembre 2005* che detta la normativa tecnica per le costruzioni con effetti sull'attività edilizia e pianificatoria, rendendo inoltre operativa la classificazione sismica dell'intero territorio nazionale stabilita dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.
- *D.M. 14. 01. 2008* pubblicato sul supplemento ordinario n. 30 alla G.U. n. 51, del 29 febbraio 2008.
- *D.M. 17 gennaio 2018 (pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018).*

10.4. - Direttive Regionali: l'Emilia Romagna

Un punto della legislazione attuale che ci interessa sottolineare prioritariamente riguarda la *ripartizione delle competenze fra Stato e Regioni in materia di prevenzione del rischio sismico e di protezione sismica*.

In Italia, negli ultimi venticinque anni, importanti cambiamenti sono avvenuti infatti sul piano del rapporto fra Stato, Regioni ed enti locali: sotto tale profilo la situazione attuale è la seguente:

- il compito di fissare i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la redazione delle norme tecniche di progettazione per le costruzioni nelle medesime zone è attribuito *allo Stato* (art. 81, Decreto Legge n. 616 del 24 agosto 1977; art. 93, comma 1, lettera g, Decreto Legge n. 112 del 31 marzo 1998) e, per essere più precisi, dal 9 novembre 2001, al *Dipartimento della Protezione Civile* (Legge n. 401);
- il giudizio di compatibilità dei piani urbanistici con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche del territorio nelle zone sismiche ("*materia urbanistica*" e, quindi, "*materia di Microzonazione*") è, invece, assieme al controllo a campione sulle costruzioni (art. 20, Decreto Legge n. 741 del 10 dicembre 1981), di *competenza regionale* (art. 20, DL n. 741); così come è *prerogativa regionale e degli enti locali*, seppure condizionati al trasferimento delle risorse economiche, il compito di individuare le zone sismiche nell'ambito del proprio territorio e di provvedere alla formazione e l'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone (art. 94, comma 2, lettera u, Decreto Legge n. 112 del 31 marzo 1998).

La scelta dei livelli di protezione sismica è dunque assegnata alle Amministrazioni Regionali e locali.

Sono loro che riassumendo *le preferenze politiche della collettività decidono di "adottare"* le carte di MS trasformandole nelle carte delle microzone.

Il problema della protezione sismica, dunque, non è solo un problema scientifico e tecnico ma anche un problema politico, sociale e culturale.

Vengono riportate infine le più significative norme regionali dell'Emilia Romagna *in materia sismica*.

Tralasciando gli innumerevoli provvedimenti emanati in seguito a terremoti che hanno interessato il territorio regionale, con lo scopo di dichiarare lo stato di calamità, definire lo stato di danneggiamento dei Comuni, autorizzare interventi urgenti a favore delle zone colpite da terremoti, l'elenco riporta essenzialmente leggi che sono conseguenza del federalismo sancito dai Decreti legislativi n. 741/1981 e n. 112/1998.

LR 19 giugno 1984 n. 35 *Norme per lo snellimento di procedure per le costruzioni in zone sismiche e per la riduzione del rischio sismico. Attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981 n. 741. B.U.R. (Bollettino ufficiale regionale) 21 giugno 1984, n. 81*

DCR 1036/1986: introduzione dello "Studio di Fattibilità" quale atto preliminare ai *Piani di recupero urbanistico-edilizio* previsti dalla legge n. 457/1978

LR n. 6/1989: predisposizione di "Piani di recupero urbanistico-edilizio" di immobili, complessi edilizi, isolati o parti di tessuto urbano" nel territorio regionale, in base alla legge n. 457/1978 e al contributo regionale n. 1036/1986.

LR 14 aprile 1995 n. 40: *Modifiche ed integrazioni alla LR n. 35. recante norme per lo snellimento delle procedure per le costruzioni in zone sismiche.* B.U.R. 19 aprile 1984, n. 76.

LR 19 aprile 1995 n. 44. Riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell' *Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente (ARPA)* della Regione Emilia-Romagna.

LR 19 aprile 1995 n. 45. Disciplina delle attività e degli interventi della Regione Emilia-Romagna in materia di protezione civile.

Circolare 16 aprile 1996, prot. 11084. Adeguamento degli strumenti urbanistici e dei vigenti regolamenti edilizi dei comuni classificati sismici alle norme tecniche (aggiornamento del 16 gennaio 1996), in base all'art. 17 della LR 35/84, modificata nel 1995 dalla n. 40.

LR 21 aprile 1999 n. 3: "*Riforma del sistema regionale e locale*", attuazione del DL n. 112/1998: in particolare, all'art. 145 (Individuazione delle zone sismiche).

LR 16 febbraio 2000 n. 20. "*Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio*": legge urbanistica molto attenta allo sviluppo dei piani regolatori.

LR n. 16/2002: sostituiva della LR n. 6/1989 ed integrativa del DCR n. 1036/1986: riprende l'indicazione delle priorità per l'aumento della sicurezza rispetto alle azioni sismiche nei finanziamenti sia per Piani di recupero urbanistico-edilizio "di immobili, complessi edilizi, isolati o parti di tessuto urbano" sia per i "programmi unitari di manutenzione del patrimonio edilizio e dei relativi spazi pubblici, per parti del tessuto urbano".

LR 25 novembre 2002 n. 31. "*Disciplina generale sull'edilizia*", norma che recepisce il DPR n. 380 del 06/06/2001 - *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia.*

LR n.10/2003. "*Modifiche alle leggi regionali 24 marzo 2000, n. 20, 8 agosto 2001, n. 24, 25 novembre 2002, n. 31 e 19 dicembre 2002, n. 37 in materia di governo del territorio e politiche abitative*".

Delibera Assemblée Legislativa Progr. 112, Proposta della Giunta Regionale in data 10 gennaio 2007 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio" e s.m.i..

D.G.R. n. 2193 del 21/12/2015.

D.G.R. 476/2021 e DGR integrativa 564/2021.

11.0. - CONSIDERAZIONI LOCALI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

11.1 - Cenni sulla sismicità storica del territorio

La zonazione sismogenetica ZS4 è stata tracciata dal GNDT., applicando la metodologia di Cornell, con lo scopo prevalente di servire a valutare la probabilità di occorrenza di terremoti medio-forti sul territorio nazionale.

La figura 11.1.I mostra il comportamento cinematico atteso delle strutture sismogenetiche nelle varie zone del territorio nazionale. Ogni zona sorgente, rappresentata da un poligono, viene assunta come omogenea; all'interno di essa i terremoti possono verificarsi in ogni punto con la medesima probabilità.

Analizzando la mappatura si desume che l'ambito comunale di Pontenure è ascritto in parte alla zona b (zone di trasferimento Alpi-Appennino e Mar Ligure) con un valore probabilistico atteso pari a 26.

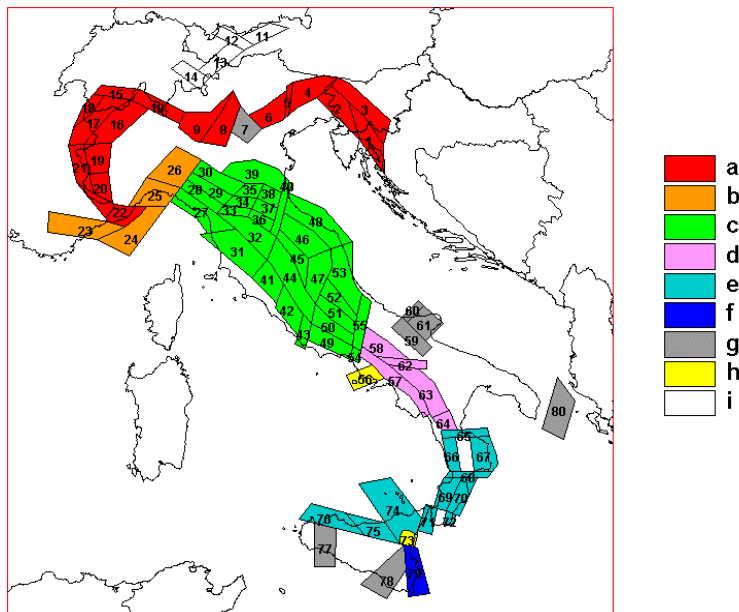


fig. 11.1.I - reperibile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/P511/NoteWorkshop.html>

Dall'interrogazione del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" CPT04, del quale si riporta un estratto (*Gruppo di lavoro CPT01, 1999, 2004 – ING, GNDT, SGA, SSN, Bologna, 1999*), per un intorno significativo del capoluogo comunale di Pontenure, sono stati identificati una serie di eventi sismici tra i quali i più intensi presentano una magnitudo equivalente "significativa" compresa tra 5,5 e 6,0.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

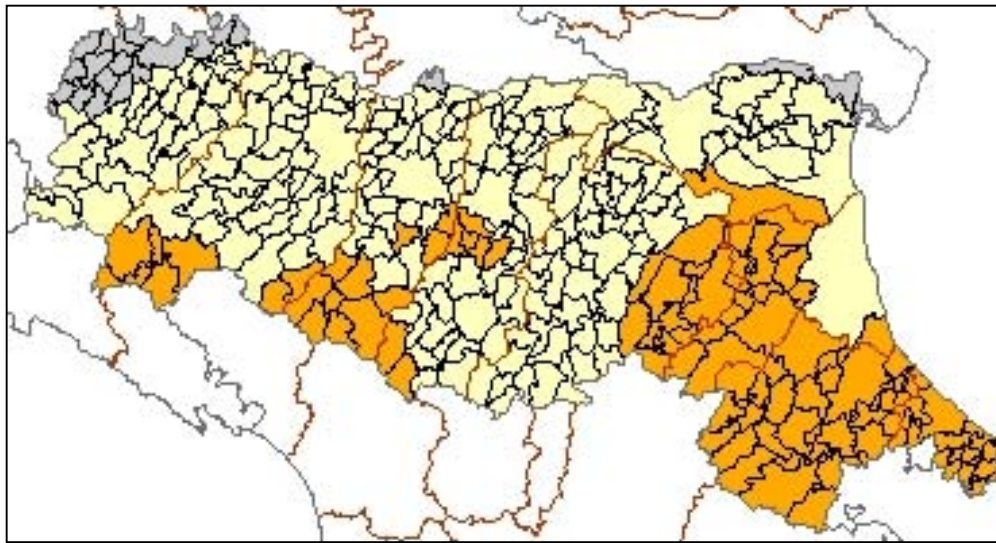
Area circolare con centro C (45.052, 9.693) e raggio 50 km
con valore Io tra 1 e 11

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dep	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
59	DI	1276	7	28	18	30		Italia settent.	CFTI	10	55	60	M	45.08	9.55	A	5.11	0.12	4.71	0.18	4.91	0.17	911	G	119	516	59		
74	DI	1303	3	22	23			PIACENZA	DOM	1	55	55		45.052	9.693	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G	119	516	59		
113	DI	1383	7	24	20			PARMA	DOM	7	55	55		45.058	9.915	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	A	181	559	113		
144	DI	1438	6	11	20			Farmense	CFTI	12	80	80		44.85	10.23	A	5.62	0.17	5.47	0.26	5.61	0.26	913	G	181	559	144		
221	DI	1522	10	5	8			CREMONA	DOM	7	55	55		45.136	10.024	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19			2011	221			
511	DI	1738	11	5	30			PARMA	DOM	10	70	70		44.506	10.028	A	5.40	0.20	5.15	0.30	5.31	0.28	913	G	62	511			
620	DI	1781	9	10				CARAVAGGIO	DOM	1	65	65		45.497	9.644	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	907	G	288	620			
647	DI	1786	4	7				PIACENZA	DOM	8	70	65		45.298	9.535	A	5.31	0.16	5.01	0.24	5.18	0.22	911	A	522	647			
694	DI	1802	5	12	9	30		Valle dell'Oglio	CFTI	66	85	80		45.42	9.85	A	5.67	0.09	5.54	0.13	5.54	0.13	907	G	355	694			
760	DI	1829	9	6	19	30		CREMONA	DOM	2	65	65		45.136	10.024	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45			2034	760			
1103	DI	1885	2	26	20	48		SCANDIANO	DOM	78	60	60		45.208	10.169	A	5.22	0.10	4.88	0.15	5.06	0.14			622	1103			
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POSS5	55	60	60		44.9	9.633	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G	525	1523			
1684	CP	1918	1	13	12			LODI	POSS5	45	45	45		45.333	9.5	A	4.86	0.14	4.34	0.21	4.56	0.19	911	A	2086	1684			
1960	CP	1940	5	1	9	36		S MOCETO	POSS5	50	60	60		44.8	10.183	A	4.89	0.14	4.39	0.21	4.61	0.19	913	G	634	1960			
2054	DI	1951	5	15	22	54		LODIGIANO	DOM	126	60	65		45.254	9.55	A	5.24	0.07	4.91	0.11	5.09	0.10	911	A	2113	2054			
2339	CP	1974	4	15	21	49	12	PIONE	POSS5	55	45	45		44.65	9.683	A	4.64	0.12	4.01	0.18	4.26	0.17	915	G	554	2339			

Numero di record estratti: 16

11.2. - Zone sismiche

Come già enunciato nei precedenti paragrafi la nuova normativa tecnica disposta dall'Ordinanza n° 3274/03 introduce una differente classificazione dell'intero territorio nazionale, passando dalla suddivisione in n° 3 zone (D.M. 16-01-1996) alla divisione in n° 4 zone (vedasi fig. 11.2.I).



ZONE Fig. 11.2.I

A ciascuna zona sismica risulta assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale al suolo (a_g).

Nelle tabella 1 successiva sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.

TABELLA 1		
	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI AG/G	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) AG/G
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone

Nella prima colonna della Tabella 1 è riportato il valore di picco orizzontale del suolo (a_g/g) espresso in percentuale di "g" (accelerazione di gravità) mentre nella seconda colonna sono riportati i valori dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni.

I valori di cui alla Tabella 1 sono tutti riferiti alle accelerazioni che sono attese a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da Formazioni litoidi o Rigide definite quali suoli di fondazione di Categoria A ($V_s \geq 800$ m/s) (vedi paragrafo seguente).

È da sottolineare quindi che in base al nuovo elenco tutto il territorio nazionale è in pratica considerato potenzialmente sismico, con livelli di rischio così come definiti nella tabella 2.

TABELLA 2	
ZONE OMOGENEE	LIVELLO DI RISCHIO SISMICO
1	Elevata sismicità
2	Media sismicità
3	Bassa sismicità
4	Minima sismicità

Il territorio comunale di Pontenure è stato ascritto a **zona sismica 3**: vi corrispondono aree di bassa sismicità con un valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio massima al suolo a_g pari a 0,098 g.

11.3. - Analisi di pericolosità sismica locale

Al termine del proprio mandato il Gruppo di Lavoro (SSN-GNDT)¹ ha consegnato al DPC² le carte di rischio sismico del territorio nazionale. Queste rappresentano rispettivamente, per ciascun comune e su base annua, l'ammontare atteso dei danni relativi al solo patrimonio abitativo e il numero medio delle persone coinvolte nei crolli di abitazioni.

Gli elaborati di rischio sono stati ottenuti a partire da una rappresentazione probabilistica (metodo di Cornell) dei tassi annui di occorrenza in intensità MCS³, calcolati con relazioni di attenuazione differenziate regionalmente e mediando su due diversi criteri di stima dei tassi di sismicità in ciascuna zona sorgente.

Le cartografie realizzate hanno permesso una dettagliata analisi di rischio sismico per tutta la nazione riferita al patrimonio abitativo.

Le figure 11.3.I. e 11.3.II rappresentano, a scala regionale, rispettivamente la "mappa del danno percentuale atteso", e la "mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni" (valutata a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica – ING e reperibili al sito:

http://www.serviziosismico.it/PROG/G_RISCHI/PERDANTOT/perdantot_f.html).

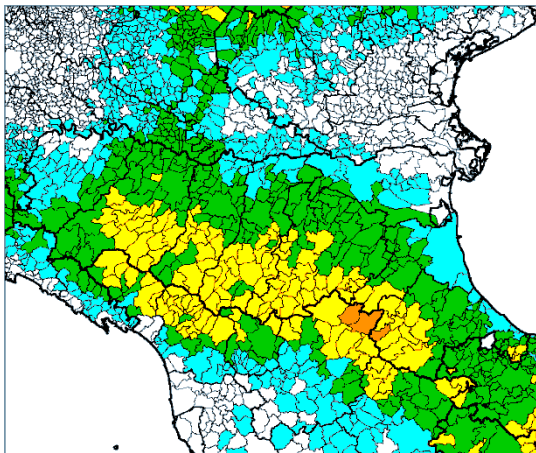
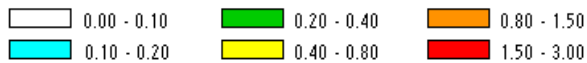


fig 11.3.I -Mappa del danno atteso (in %) a scala regionale

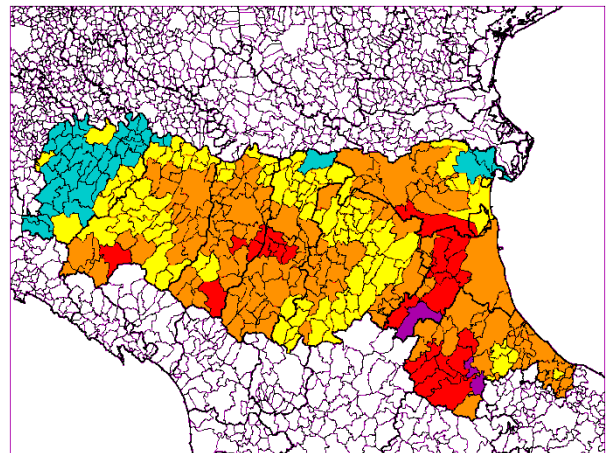


fig. 11.3.II – Mappa intensità macrosismiche osservate

1 SSN-GNDT: Servizio Sismico Nazionale - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, appartenente al CNR
 2 DPC: Dipartimento di Protezione Civile
 3 MCS: scala Mercalli-Cancani-Sieberg

Dalle mappe mostrate si evince che per quanto concerne il territorio comunale di Pontenure il danno percentuale atteso e le massime intensità macrosismiche osservate presentano entrambi tra i valori più bassi delle scale in legenda, rispettivamente compresi tra 0.10% e 0.20% e ≤6 (intensità massima osservata).

Per quanto concerne la mappa di pericolosità sismica elaborata dal GdL INGV (AA.VV., 2004) (Figura 11.3.III) il comune di Pontenure, è caratterizzato da una classe di a.max, con valori mediamente compresi tra 0.075 g e 0.100 g.

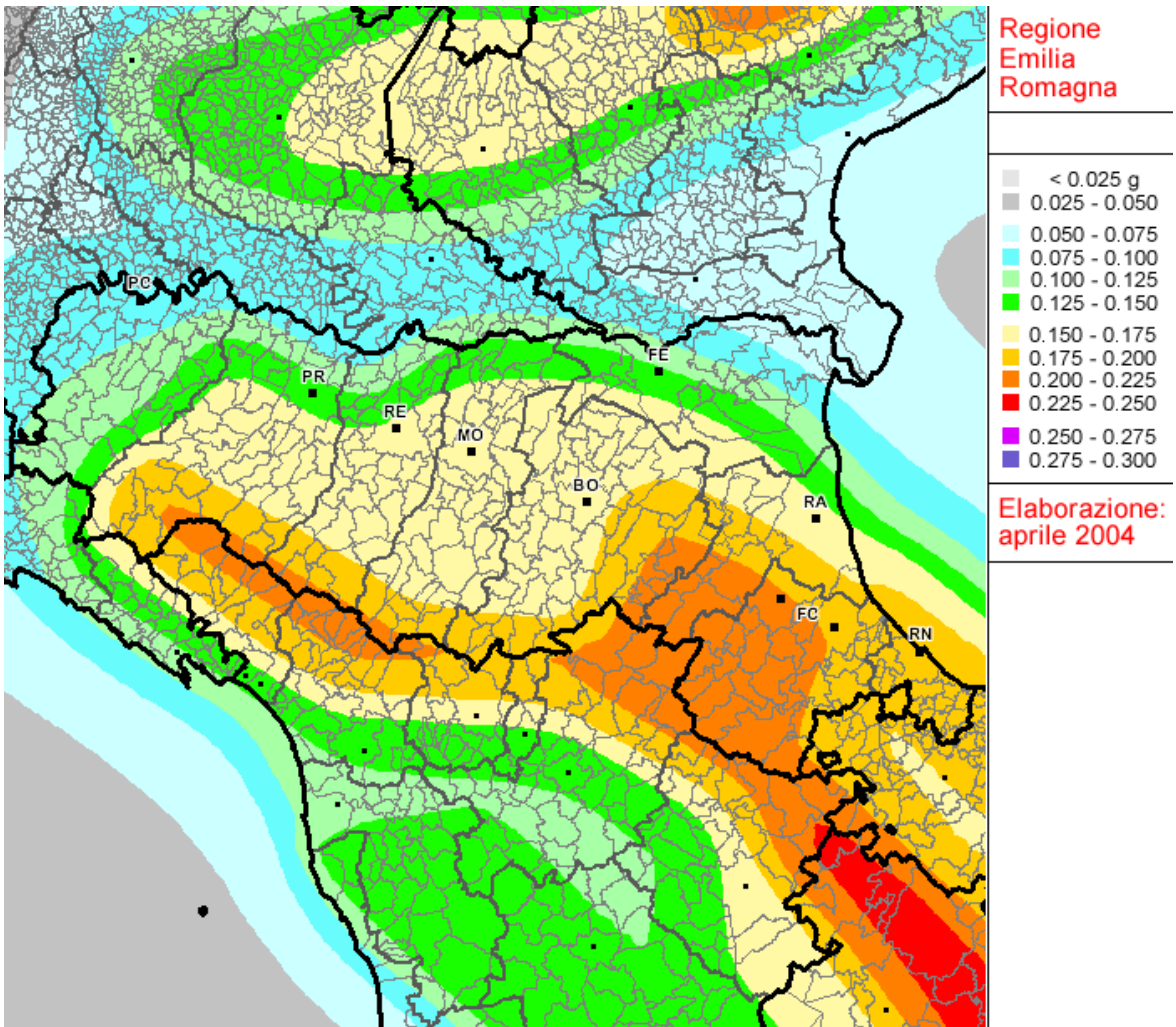


Fig. 11.3.III - Mappa delle pericolosità sismica

11.4. – Compatibilità sismica dell'area oggetto di PUA

Riferimenti normativi: L.R. 20/2000, OPCM n. 3274 del 20/03/2003, DM 14 settembre 2005, DGR n. 1677 del 24/10/2005, Delibera dell'Assemblea Legislativa della RER n. 112 del 02 maggio 2007, D.G.R. n. 2193 del 21/12/2015.

Nell'ambito della sicurezza del territorio e difesa del suolo, strettamente connesso al tema del dissesto idrogeologico, si colloca la valutazione del rischio sismico che richiede un'analisi dettagliata anche in relazione all'attuale quadro normativo. Ai sensi dell'art. A-2 comma 4 della L.R. 20/2000 "Nei territori regionali individuati come zone sismiche, ai sensi dell'art. 145 della L.R. n. 3 del 1999, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione".

Inoltre, l'art. 37 della L.R. 31/2002 "Disciplina generale dell'edilizia" e s.m.i. indica che nelle zone sismiche il parere di compatibilità degli strumenti di pianificazione riguarda le "condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"; il punto 9.3 della circolare n. 6515 del 21/3/2003, sull'applicazione di alcune disposizioni della L.R. 31/2002 chiarisce che le "condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio" sono tutti gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale, quali le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare instabilità dei versanti, effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione.

A seguito dell'entrata in vigore del D.M. 14/9/2005 (pubblicato sul suppl. ord. N. 159 alla G. U. n. 222 del 23 settembre 2005) "Norme Tecniche per le Costruzioni" che recepisce la nuova classificazione sismica nazionale (OPCM 3274/2003) tutti i comuni sono classificati sismici, con diverso grado di pericolosità sismica, e sono richiesti specifici studi per la valutazione della risposta sismica locale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.1.); in assenza di tali studi si utilizzeranno i criteri e i parametri proposti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC).

Le NTC definiscono anche i criteri geologici e geotecnici per l'elaborazione di piani urbanistici e progettazione in ampie superfici (punto 7.3.10.).

Il D.M. 14/9/2005 è stato recepito dalla Regione Emilia-Romagna con la deliberazione di Giunta Regionale n. 1677 del 24/10/2005 che, al punto 6., forniva indicazioni sui contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, in particolare sulle analisi di pericolosità a supporto dei piani (punto 6.1) e sui pareri preventivi sui piani (punto 6.2).

In questi punti la DGK 1677/2005 ribadiva che gli strumenti urbanistici dovevano essere compatibili con la pericolosità sismica locale, come previsto già dalla circolare 1288 de11/02/1983 "Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre a corredo dei piani urbanistici comunali".

In questa circolare al punto 0.3 - ZONE SISMICHE si specifica che "... nei Comuni classificati sismici l'indagine geologica dovrà interessare anche tutto il territorio urbanizzato, oltre naturalmente le nuove aree insediabili, nonché le fasce di territorio riguardanti le più importanti reti infrastrutturali (...) ricomprese o che attraversano il territorio comunale. In questo caso la relazione geologica deve dare un contributo specifico alla valutazione della vulnerabilità sismica del territorio soprattutto per quanto attiene alla valutazione della dinamica degli "effetti indotti" dalle scosse sismiche sul terreno interessato dal patrimonio edilizio ed infrastrutturale esistente, nonché sulle aree di probabile sviluppo insediativo (sono effetti indotti dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno: la generazione di frane, crolli e cedimenti, la ripresa del movimento in paleofrane S.I. stabili a memoria d'uomo, la eventuale liquefazione per presenza d'acqua in suoli sciolti, l'accentuazione dei fenomeni erosivi e probabili alluvionamenti, l'amplificazione locale delle scosse sismiche e conseguenti fenomeni di esaltazione degli effetti del terremoto in superficie legati all'assetto litologico, morfologico, tettonico e idrologico dei terreni superficiali). Sulla base di tale valutazione sarà quindi possibile definire zone territoriali omogenee dove costruire con minor rischio, dove potrà essere opportuno adottare coefficienti di fondazione maggiorati nel rispetto della normativa vigente e dove non costruire affatto..".

La Delibera dell'Assemblea Legislativa della RER n. 112 del 2 maggio 2007 adotta l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica".

In esso si specifica che gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico, così come specificato nell'art. A-2, comma 4, dell'Allegato alla LR 20/2000, attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed "orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico".

A tal fine, il quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, deve perseguire lo scopo di migliorare la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico nonché fornire criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso, secondo un approccio graduale e programmatico alle varie scale e ai vari livelli di pianificazione.

Pertanto, nel definire il quadro conoscitivo, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica devono avere riguardo alle parti di territorio interessate dai rischi per le opere e le attività umane determinate anche dalla pericolosità sismica.

Queste conoscenze della pericolosità sismica potenziale del territorio consentono alla pianificazione di evitare l'insorgenza di nuovi rischi attraverso la localizzazione di interventi in aree esposte a minor pericolo.

Nella sopraccitata delibera regionale è previsto che gli studi di risposta sismica locale e microzonizzazione sismica vengano condotti a diversi livelli di approfondimento a seconda delle finalità, delle applicazioni, nonché degli scenari di pericolosità locale.

Nella prima fase di studio (Primo Livello di Approfondimento), si definiscono gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè le parti di territorio comunale suscettibili di pericolosità sismica locale, (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno ecc): occorre ricordare che nei comuni classificati in zona 5 può risultare sufficiente tale grado di approfondimento, salvo individuazioni di scenari di pericolosità significativi.

Nella seconda fase di studio (Secondo Livello di Approfondimento), sarà eseguito uno studio di Microzonizzazione Sismica (MZS), limitatamente alle aree urbanizzate o suscettibili di urbanizzazione, le fasce di territorio riguardanti le reti infrastrutturale, ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella prima fase di studio.

Il terzo livello di approfondimento è finalizzato a quantificare gli effetti locali con maggior dettaglio, utilizzando le indicazioni contenute negli allegati della Delibera di Assemblea Legislativa della RER n. 112 del 02-05-2007 e s.m.i. e nel data base regionale.

11.4.1 - Categoria di sottosuolo

Le NTC prevedono la definizione dell'azione sismica sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In assenza di tali analisi si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento riportate nella tabella in fig. 10.4.I (NTC ed EuroCodice 8).

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_{s30} (velocità media di propagazione entro i 30 metri di profondità), se disponibile, altrimenti sulla base del numero di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), oppure sulla coesione non drenata media C_u (per terreni prevalentemente coesivi).

Le Onde trasversali o di taglio (S) sono body-wave tali da provocare nel materiale attraversato oscillazioni perpendicolari alla loro direzione di propagazione.

Le Onde longitudinali o di compressione (P) determinano invece compressioni e rarefazioni del mezzo in cui viaggiano ed ai loro passaggio le particelle del materiale attraversato compiono un moto oscillatorio nella direzione di propagazione dell'onda.

Sono, fra le onde generate da un terremoto, le più veloci, e dunque le prime avvertite ad una stazione sismica (onda prime P).

La velocità delle Onde S è necessariamente inferiore alla velocità delle Onde P; esse raggiungono velocità che si aggirano solitamente intorno ai 60-70% della velocità delle prime.

La velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni e nelle rocce dipende da molti fattori, quali la granulometria o la natura mineralogica, la porosità o il grado di cementazione e di fratturazione (RQD), la presenza della falda o il semplice contenuto in acqua o in gas, la topografia, ecc..

La V_{s30} viene determinata con la seguente formula:

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

dove:
 h_i = spessore (m.) della i -esima formazione o strato compreso nei primi 30 m di profondità;
 V_i = velocità delle onde di taglio nella stessa formazione o strato;
 n = numero di formazioni o strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Categoria di suolo	Descrizione
A.	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.</i>
B.	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, 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 NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).</i>
C.	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).</i>
D.	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).</i>
E.	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.</i>

Fig. 10.4.I - Categorie di sottosuolo

In conclusione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato *al capo 7.11.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018.*

La velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi trenta metri del sottosuolo, alla luce dei dati ricavati dalle indagini in sito, delle quali si riportano le risultanze nel paragrafo 5.1 "Prospezioni sismiche con metodologia HVSR", risulta: **$V_{s30} \cong 350$ m/s.** Il suolo di fondazione dell'area oggetto di PUA è pertanto ascrivibile alla **categoria di sottosuolo tipo C.** Quindi il coefficiente di amplificazione stratigrafica **S_s** risulta pari a **1.50.** Si precisa che l'andamento delle Vs ottenuto tramite la registrazione dei microtremori sismici ha valore puramente indicativo, quindi durante la fase esecutiva i dati emersi dovranno essere verificati attraverso la realizzazione di ulteriori prospezioni sismiche.

11.4.2 – Liquefazione dei terreni

Le norme per la verifica alla liquefazione dei terreni sono esplicitate nell'Euro Codice 8 "UNI-ENV 1998-5- 1998" al p.to 4.1.3 "terreni potenzialmente liquefacibili".

Per liquefazione si intende il fenomeno in base al quale un terreno incoerente (sabbia) di particolari caratteristiche, durante una sollecitazione sismica tende a comportarsi come un fluido, vale a dire perde la resistenza al taglio e può colare anche su pendenze molto modeste.

Il fenomeno dipende dal tipo di sedimenti, dal loro grado di compattazione, dalle pressioni iniziali agenti e soprattutto dal livello della falda acquifera (condizioni di saturazione).

I terreni maggiormente colpiti dalla liquefazione sono le pianure alluvionali, le spiagge, i terrazzi e i depositi di estuario (Youd & Hoose, 1977-tesi).

In Italia, malgrado l'elevata pericolosità sismica, il fenomeno è molto limitato; ciò può essere dovuto al fatto che le aree più sismiche sono prevalentemente montuose, mentre i terreni potenzialmente liquefacibili sono situati nella Pianura Padana o lungo le coste.

Come vedremo in seguito, in riferimento ai parametri litostratigrafici-idrogeologici che caratterizzano l'area oggetto d'intervento, alla categoria sismica del territorio comunale e considerando le massime intensità microsismiche (magnitudo storica inferiore o pari a 6) osservate per un intorno significativo all'area d'intervento (rif. GNDT-ING-SSN – Servizio Sismico Nazionale), **non sussistono le condizioni perché si verifichino fenomeni di liquefazione** [rif. *Metodo di Seed e Idriss modificato da Tokimatsu & Yoshimi (1983) e semplificato da GNDT-CNR*].

Il metodo di Seed e Idriss è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$r_d = 1 - 0.015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

La resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolata in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 1) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N_{1.60}) = C_N \cdot N_m$$

dove:

N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT;

C_N è un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

dove:

σ'_{v0} è la pressione verticale effettiva;

Pa la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{v0} ;

n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 2).

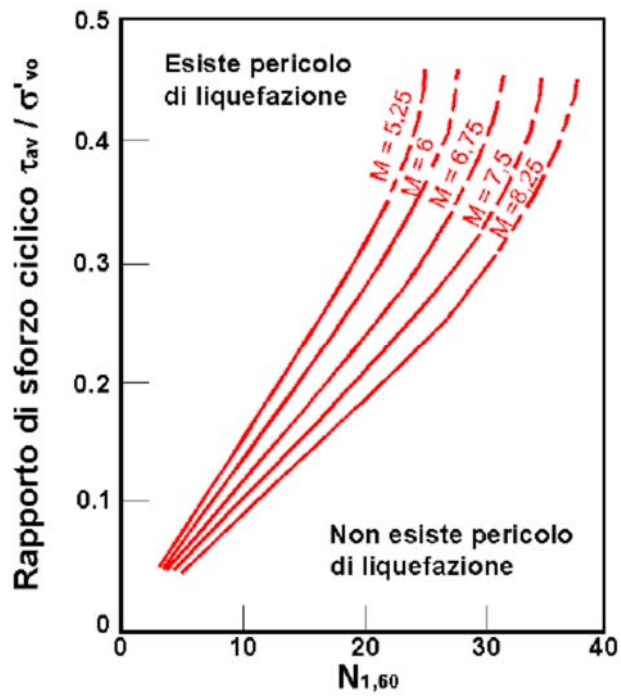


Figura 1 – Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$.

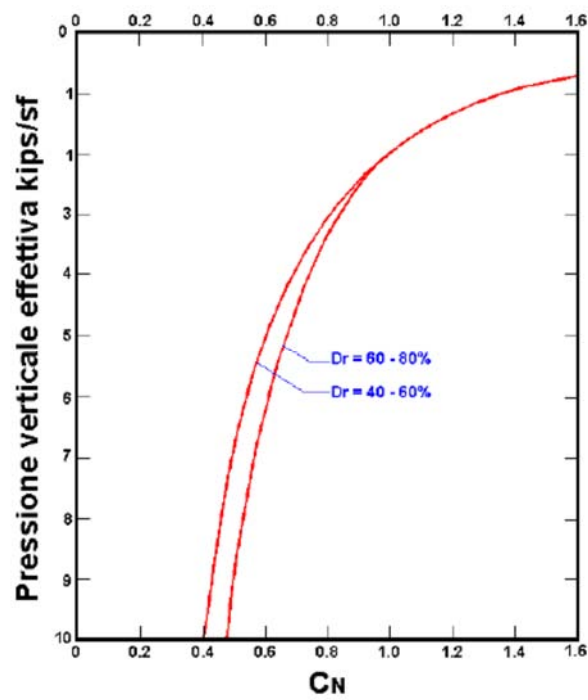


Figura 2 – Coefficiente correttivo C_N

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$CRR \approx \frac{N_{1.60}}{90}$$

Si applica quindi la:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

se $F_s > 1,3$ il deposito non è liquefacibile.

Nel caso specifico, in relazione alle condizioni idrogeologiche del territorio (profondità falda) e degli elementi geognostici in nostro possesso (parametri geotecnici e litologici del sedime fondazionale), la F_s è risultata sempre maggiore di 3,00.

Occorre infine precisare che, la liquefazione non avviene se l'azione sismica non raggiunge valori di accelerazione massima a_{max} superiori a 0.10 g (NTC18). Si evidenzia quindi come manca l'effetto scatenante.

11.4.3. - Primo livello di approfondimento

Per quanto concerne la porzione di territorio oggetto di PUA, con riferimento alle indicazioni metodologiche fornite dalla Regione Emilia Romagna (*vedasi Allegato A1 della Delibera di Assemblea Legislativa RER n. 112 del 02 maggio 2007 e s.m.i.*), sono elencate nella seguente tabella le principali caratteristiche fisiche del territorio che concorrono a determinare eventuali effetti locali, quali ad esempio: amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei terreni, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc. ecc..

Tabella "A"

<p>Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m):</p> <ul style="list-style-type: none"> - detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., - depositi morenici, depositi da geliflusso); - detriti di conoide alluvionale; - depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle; - accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione); - depositi fluvio-lacustri; - riporti antropici poco addensati; - substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m); - litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/sec⁴.
<p>Elementi morfologici che possono determinare amplificazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza ≥ 30 m;
<p>Depositi suscettibili di amplificazione, liquefazione e cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - depositi granulari fini (sabbie) con livello superiore della falda acquifera nei primi 15 m dal piano campagna, (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione); - depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori $N_{spt} < 15$ o $cu < 70$ kPa.
<p>Aree soggette ad instabilità di versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi; - aree potenzialmente instabili" aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività $> 15^\circ$; pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati⁵ con acclività $> 15^\circ$; versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; scarpate sub-verticali; accumuli detritici incoerenti prossimi all' orlo di scarpate).
<p>Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse; cavità sepolte.

⁴ Possono rientrare in questa categoria le argille e le argille marnose oligo-mioceniche della Successione Epiligure, le argille e le argille marnose tardo messiniane e plio-pleistoceniche, le sabbie poco cementate plio-pleistoceniche.

⁵ Rientrano in questa categoria i terreni con spaziatura della fratturazione < 20 cm.

Per quanto concerne il comparto oggetto della presente analisi, sito nel territorio comunale di Pontenure, si propone di individuare e valutare gli eventuali scenari di pericolosità sismica locale mediante il "Primo Livello di Approfondimento"

Con riferimento alle indicazioni metodologiche fornite dalla Regione Emilia Romagna (vedasi Allegato A1 della Delibera di Assemblea Legislativa RER n. 112 del 02-05-2007 e s.m.i.), sono elencate nella tabella A, riportata in seguito, le caratteristiche fisiche del territorio che concorrono a determinare eventuali effetti in sito (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei terreni, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc).

In relazione alle condizioni litostratigrafiche e geomeccaniche emerse dai rilievi (rif. punti I e III in tabella A) i terreni presenti nel sottosuolo possono considerarsi "sismicamente stabili", in quanto costituiti da depositi intravallivi terrazzati e depositi ghiaiosi conglomeratici, appartenenti alla "Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano", mediamente addensati e di elevato spessore, con caratteristiche meccaniche nell'insieme da sufficienti a discrete, che interagendo con le onde sismiche prodotte da un dato terremoto ne possono amplificare e modificare lo scuotimento senza pervenire a rottura, deformazioni permanenti significative (liquefazione) e con cedimenti "relativamente limitati". Liquefazione (rif. *Metodo di Seed e Idris modificato da Tokimatsu & Yoshimi (1983) e semplificato da GNDT-CNR*): in relazione alle condizioni idrogeologiche del territorio (profondità falda) ed agli elementi geognostici in nostro possesso (parametri geotecnici e litologici del sedime fondazionale), la F_s (*fattore di sicurezza*) è risultata sempre maggiore di 1,48 (se $F_s > 1,3$ il deposito non è liquefacibile). In riferimento agli effetti di sito indicati nei punti IV), V): non siamo in presenza di zone instabili, né tanto meno contatti tra litotipi con caratteristiche geomeccaniche "molto differenti".

Per quanto concerne il punto II (*elementi morfologici che possono determinare amplificazione*), essendo in presenza di una configurazione topografica "non complessa" possiamo adottare la seguente classificazione (rif. Tab. 3.2.IV delle *Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018*):

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

Le sopra esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 metri. Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.VI delle sopraccitate norme tecniche, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

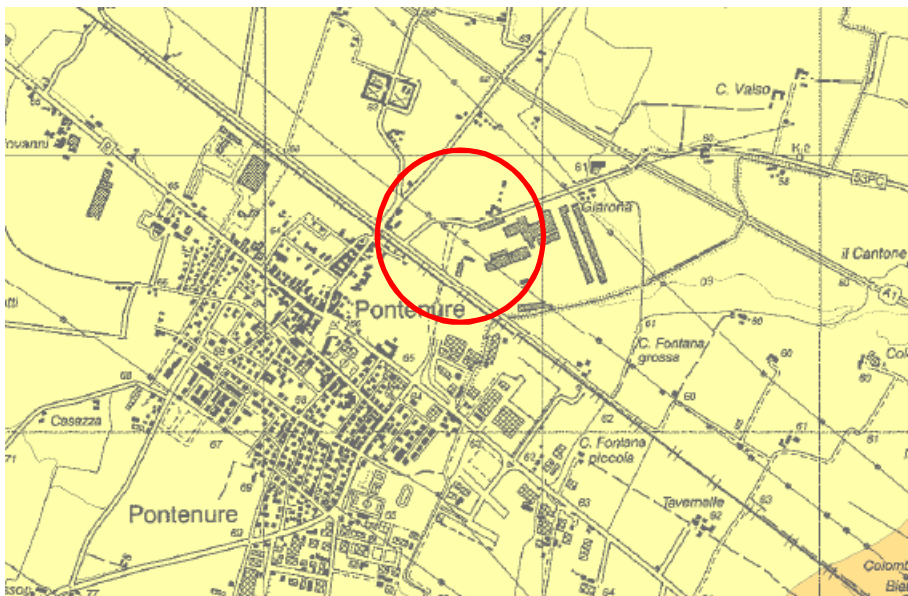
La porzione di territorio sul quale verrà sviluppato l'intervento in progetto, si presenta pressoché sub-pianeggiante, con una acclività prossima al 1%.

In base a quanto specificato nella normativa di riferimento per angoli medi di pendio inferiori ai 15° gli effetti topografici potranno essere tralasciati.

Quindi, la morfologia caratteristica del sito è ascrivibile alla categoria topografica T1, nella quale il coefficiente S_T è pari a 1,00.

In conclusione, non si rilevano condizioni di "pericolosità geologica locale" tali da condizionare lo sviluppo della pianificazione proposta.

Tuttavia, essendo in presenza di depositi alluvionali in grado di produrre seppur modeste amplificazioni dell'evento sismico, conformemente alle indicazioni metodologiche fornite dalla Regione Emilia Romagna (*Delibera di Assemblea Legislativa RER n. 112 del 02-05-2007 e s.m.i.*) ed alle prescrizioni del P.T.C.P. vigente (rif. Tav.A4-2 - "Carta delle aree suscettibili effetti sismici locali" in fig. 11.4.3.I), verrà sviluppato, nel paragrafo seguente, anche il "Secondo livello di approfondimento".



Legenda

D Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi e indifferenziati, substrato roccioso con $V_{30} < 800$ m/s e assestati



Fig. 11.4.3.I

11.4.4. - Secondo livello di approfondimento

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase e non essendo la zona interessata da instabilità, il modello stratigrafico può essere assimilato ad un schema fisico monodimensionale.

Pertanto si è proceduto attraverso **un'analisi semplificata** (*secondo livello o fase di approfondimento*), cioè l'analisi della pericolosità locale è stata basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche e prove geotecniche in sito di tipo standard e l'amplificazione del moto sismico è stato stimato attraverso abachi e formule indicate nell'**Allegato 2** del **DGR n. 476/2021** e s.m.i.

Preso atto del contesto "geologico" della territorio oggetto di analisi si ritiene che le indagini approntate e/o prese in esame siano tali da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica e geofisica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio.

Per quanto concerne il secondo livello o fase di approfondimento, l'amplificazione sismica locale viene valutata mediante **fattori di amplificazione** (FA).

I FA rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A.

I FA sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico. Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (**PGA**), il secondo è l'intensità spettrale (**SI**).

La caratterizzazione geofisica del territorio è stata effettuata mediante l'interpretazione delle risultanze delle prove HVSR "Horizontal to Vertical Spectral Ratio" (*vedasi risultanze allegato 2 al presente elaborato*).

Dal momento che l'area oggetto di intervento si colloca in un ambito di pianura caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini (MARGINE di tipo B), si adottano, per determinare i fattori di amplificazione, le tabelle di cui all'Allegato A2.1.2 del D.G.R. n. 476.

Per una velocità rilevata delle onde di taglio prossima ai 350 m/s (V_{s30}), entro i primi 30 metri di profondità nei depositi alluvionali che costituiscono il sottosuolo dell'area in studio (*rif. successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano*), i fattori di amplificazione valgono rispettivamente:

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione PGA

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$) e SA4 ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione SI1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SI2 ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), SI3 ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

In conclusione si considera che, a parere dello scrivente la porzione di territorio in esame non necessita di ulteriori approfondimenti di carattere sismico, in quanto si ritiene il pericolo assente o comunque trascurabile.

11.4.5 – Frequenza naturale dei terreni (prospezione HVSR)

Dal 1 gennaio 2016 la “determinazione della frequenza naturale dei terreni” rientra tra i contenuti analitici minimi relativi agli effetti di doppia risonanza fra terreno e struttura.

Il paragrafo illustra e commenta l’indagine geofisica, approntata nell’ambito del comparto produttivo denominato “TIZZONI” (vedasi planimetria in allegato 1 al presente elaborato), ai fini della determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo mediante la registrazione dei microtremori a stazione singola con **tromografo** digitale (HVSR).

Si precisa che sono state effettuate più registrazioni, delle quali si riporta nel presente paragrafo la maggiormente significativa ai fini dell’indagine.



da sx a dx sensore del tromografo Echo 3 e configurazione completa sul campo

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). La prova è stata condotta utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le direzioni X coincidente con l’Est topografico e Y coincidente con il Nord e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 5-20 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

I terreni in oggetto, nel punto di prova, saranno soggetti ad amplificazioni dovuti ad una particolare frequenza di risonanza del terreno in caso di sisma.

La frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo è stata individuata a circa **6.34 Hz ± 0,1 Hz**.

12.0 - CONCLUSIONI

Per l'area oggetto del presente Piano Attuativo, espressamente indicata dalla committenza, sono stati analizzati nel dettaglio una serie di parametri atti a fornire valutazioni sull'idoneità all'uso previsto (geolitologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e litostratigrafici).

E' stata, inoltre, valutata la compatibilità dell'area di trasformazione con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana (art. 10, comma 1, della L.R. 19 giugno 1984, n. 35). In riferimento alle indicazioni metodologiche fornite dalla Regione Emilia Romagna (vedasi Allegato A1 della Delibera di Assemblea Legislativa RER n. 112 del 02-05-2007 e s.m.i.), sono elencate nella tabella A (rif. pag. 11.4.3) le caratteristiche fisiche del territorio che concorrono a determinare eventuali effetti in sito (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei terreni, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc). In ragione della bassa sismicità dell'ambito comunale e di quelle che sono le condizioni morfologiche e litostratigrafiche dalla porzione di territorio in esame:

- area prive di fenomeni di instabilità;
- condizioni topografiche tali da non indurre fattori di amplificazione dell'azione sismica (rif. Tab. 3.2.V delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018);
- terreni di fondazione non soggetti a deformazioni permanenti e/o significative (liquefazione);
- terreni di fondazione "sismicamente stabili", con caratteristiche meccaniche nell'insieme "discrete", che interagendo con le onde sismiche prodotte da un dato terremoto (intensità massime previste pari a circa 6 MCS), ne possono amplificare e modificare lo scuotimento senza pervenire a rottura e con cedimenti limitati;

non si rilevano condizioni di "**pericolosità geologica locale**" tali da vincolare la pianificazione proposta.

Dalle verifiche effettuate si evince che l'intervento proposto, relativo al *comparto produttivo denominato "TIZZONI"*, si colloca in un ambito territoriale non gravato da particolari vincoli di carattere prettamente geologico-ambientale, all'interno del quale i processi di trasformazione devono rispettare gli indirizzi e le direttive del P.T.C.P. e del P.S.C. vigente. **In conclusione si ritiene che la pianificazione proposta sia da considerarsi compatibile con le condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio e quindi l'area idonea alla trasformazione, fatta salva l'osservanza della seguente prescrizione:** "le modalità di realizzazione di qualsiasi intervento edilizio (con particolare riferimento alle scelte delle strutture di fondazione) dovranno necessariamente emergere dall'esecuzione di dettagliate indagini geotecniche e sismiche così come prescritto dal D.M. 17/01/18".

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Panoramica dell'area oggetto di PUA

Piacenza: Dicembre 2021

IL GEOLOGO
Dott. Nicola Cavanna

Provincia di Piacenza

Comune di Pontenure

ALLEGATO 1

PLANIMETRIA UBICAZIONI SONDAGGI GEOGNOSTICI

su base rilievo fornito dalla committenza

LEGENDA



Prove sismiche (HVSr)



Prove penetrometriche dinamiche (DPM-LSCPT)

Committenza:

TIZZONI S.r.l.



Provincia di Piacenza

Comune di Pontenure

ALLEGATO 2

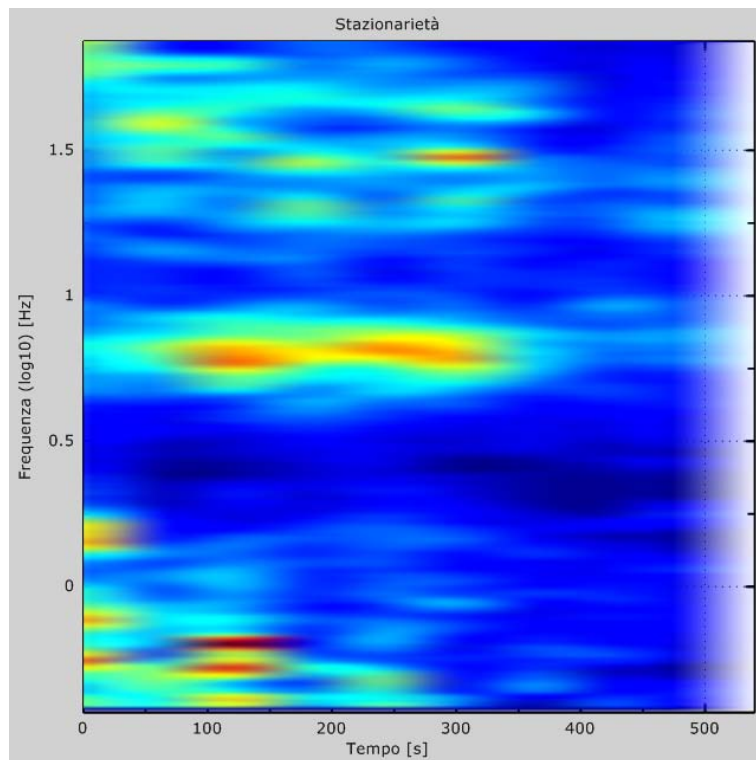
PROSPEZIONE SISMICA "HVSr" (RISULTANZE)



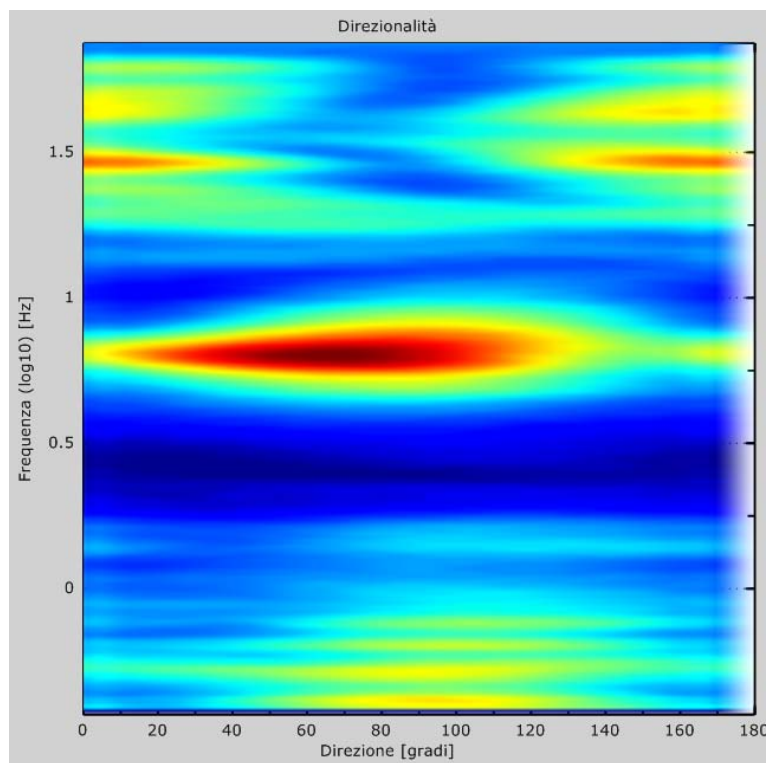
2 pagine

Committenza:

TIZZONI S.r.l.



Stazionarietà



Direzionalità

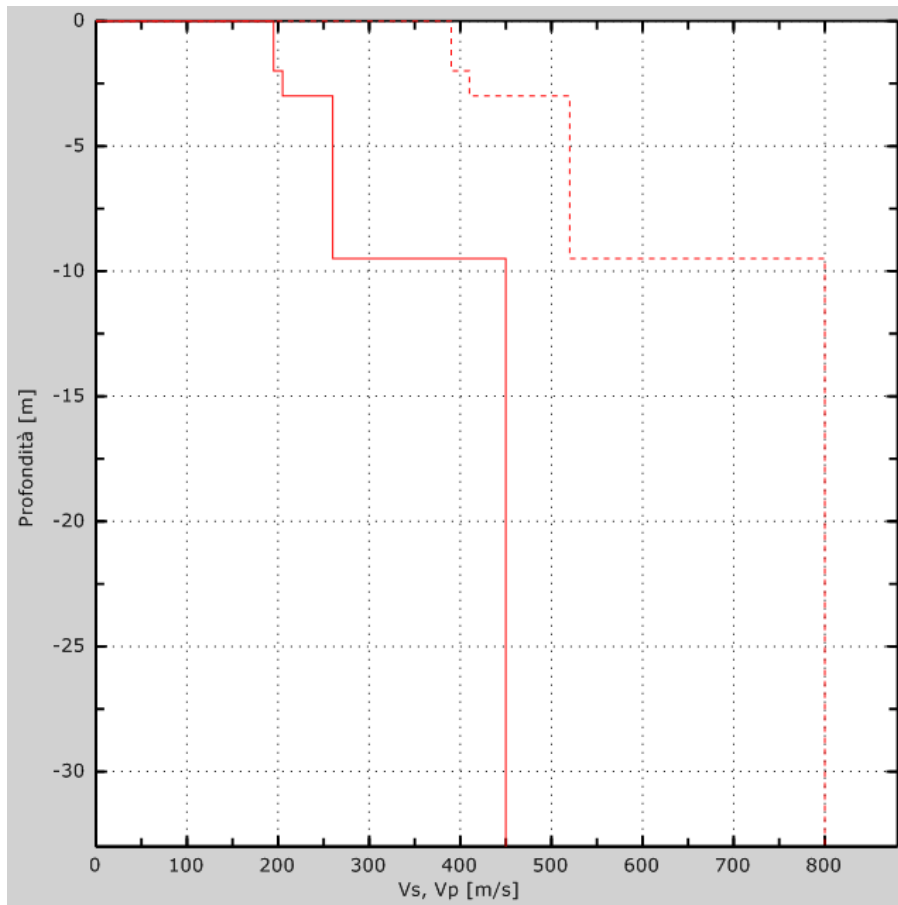


Grafico della velocità delle onde di taglio nell'area indagata

Vs30 [m/s]	350
Tipo di suolo	C
Normativa applicata	Decreto Ministeriale del 17-01-2018

Provincia di Piacenza

Comune di Pontenure

ALLEGATO 3

CERTIFICATI PENETROMETRICI (DPM)



5 pagine

Committenza:

TIZZONI S.r.l.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

DMP 3020 PAGANI
 02/09/2021
 10,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	4	0,857	12,94	15,11	0,65	0,76
0,20	14	0,805	42,55	52,89	2,13	2,64
0,30	16	0,803	48,52	60,44	2,43	3,02
0,40	15	0,801	45,37	56,66	2,27	2,83
0,50	13	0,799	39,23	49,11	1,96	2,46
0,60	12	0,847	38,40	45,33	1,92	2,27
0,70	15	0,795	45,06	56,66	2,25	2,83
0,80	15	0,793	44,95	56,66	2,25	2,83
0,90	12	0,842	36,32	43,16	1,82	2,16
1,00	11	0,840	33,22	39,56	1,66	1,98
1,10	8	0,838	24,11	28,77	1,21	1,44
1,20	11	0,836	33,08	39,56	1,65	1,98
1,30	14	0,785	39,50	50,35	1,98	2,52
1,40	15	0,783	42,23	53,95	2,11	2,70
1,50	12	0,831	35,87	43,16	1,79	2,16
1,60	10	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,70	10	0,828	29,78	35,96	1,49	1,80
1,80	9	0,826	26,75	32,37	1,34	1,62
1,90	7	0,825	19,81	24,02	0,99	1,20
2,00	6	0,823	16,95	20,59	0,85	1,03
2,10	5	0,822	14,10	17,16	0,70	0,86
2,20	4	0,820	11,26	13,73	0,56	0,69
2,30	4	0,819	11,24	13,73	0,56	0,69
2,40	4	0,817	11,22	13,73	0,56	0,69
2,50	3	0,816	8,40	10,30	0,42	0,51
2,60	4	0,814	11,18	13,73	0,56	0,69
2,70	3	0,813	8,37	10,30	0,42	0,51
2,80	4	0,811	11,14	13,73	0,56	0,69
2,90	3	0,810	7,97	9,85	0,40	0,49
3,00	4	0,809	10,62	13,13	0,53	0,66
3,10	4	0,807	10,60	13,13	0,53	0,66
3,20	4	0,806	10,58	13,13	0,53	0,66
3,30	3	0,805	7,92	9,85	0,40	0,49
3,40	3	0,803	7,91	9,85	0,40	0,49
3,50	3	0,802	7,90	9,85	0,39	0,49
3,60	3	0,801	7,88	9,85	0,39	0,49
3,70	4	0,800	10,50	13,13	0,52	0,66
3,80	3	0,798	7,86	9,85	0,39	0,49
3,90	4	0,797	10,03	12,58	0,50	0,63
4,00	5	0,796	12,51	15,72	0,63	0,79
4,10	4	0,795	10,00	12,58	0,50	0,63
4,20	5	0,794	12,48	15,72	0,62	0,79
4,30	4	0,793	9,97	12,58	0,50	0,63
4,40	4	0,791	9,95	12,58	0,50	0,63
4,50	5	0,790	12,42	15,72	0,62	0,79
4,60	6	0,789	14,89	18,86	0,74	0,94
4,70	6	0,788	14,87	18,86	0,74	0,94
4,80	6	0,787	14,85	18,86	0,74	0,94
4,90	6	0,786	14,23	18,11	0,71	0,91
5,00	7	0,785	16,58	21,12	0,83	1,06
5,10	6	0,784	14,19	18,11	0,71	0,91
5,20	6	0,783	14,18	18,11	0,71	0,91
5,30	5	0,782	11,80	15,09	0,59	0,75
5,40	5	0,781	11,78	15,09	0,59	0,75

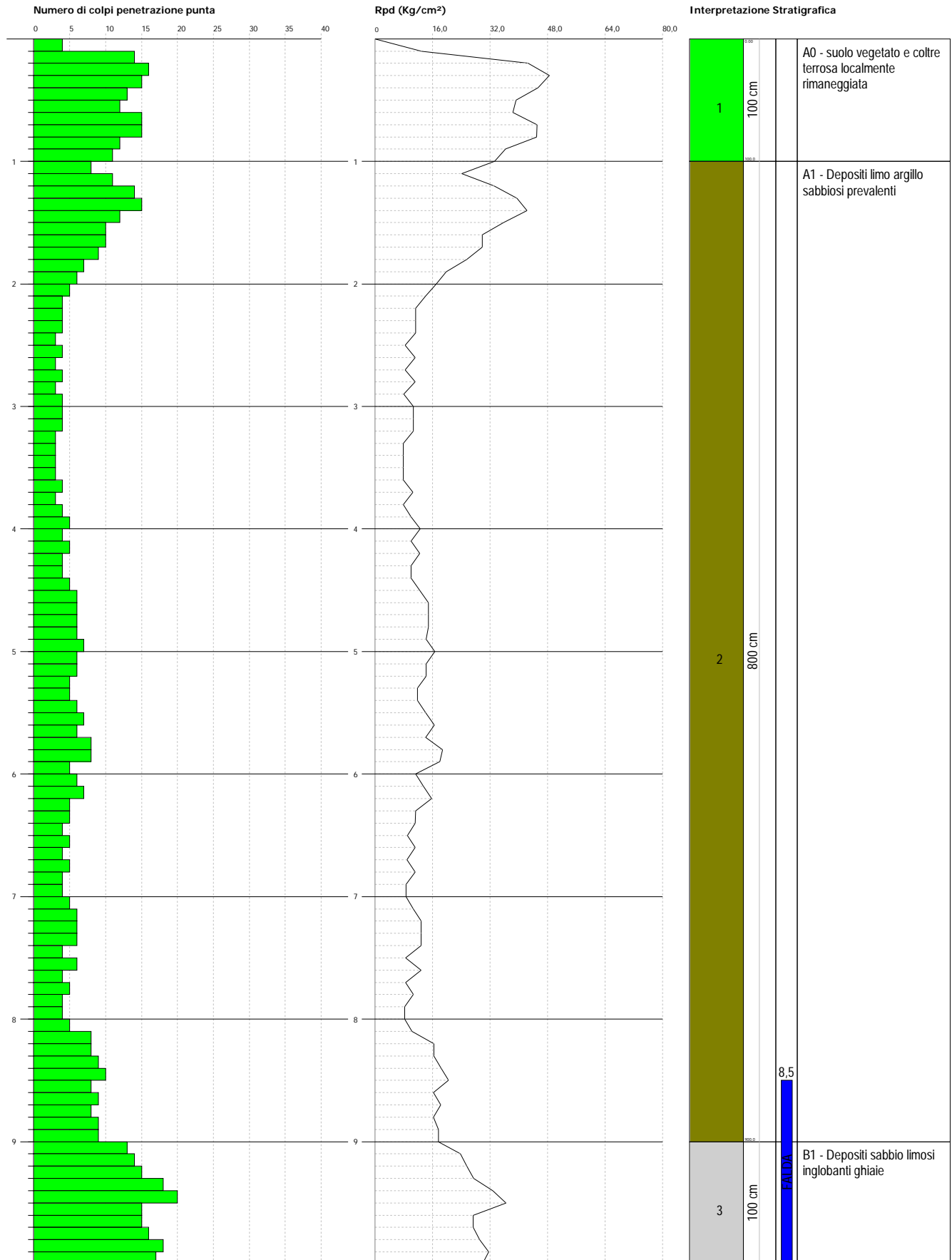
5,50	6	0,780	14,12	18,11	0,71	0,91
5,60	7	0,779	16,46	21,12	0,82	1,06
5,70	6	0,778	14,09	18,11	0,70	0,91
5,80	8	0,777	18,76	24,14	0,94	1,21
5,90	8	0,776	18,02	23,21	0,90	1,16
6,00	5	0,775	11,25	14,50	0,56	0,73
6,10	6	0,775	13,48	17,41	0,67	0,87
6,20	7	0,774	15,71	20,31	0,79	1,02
6,30	5	0,773	11,21	14,50	0,56	0,73
6,40	5	0,772	11,20	14,50	0,56	0,73
6,50	4	0,771	8,95	11,60	0,45	0,58
6,60	5	0,770	11,17	14,50	0,56	0,73
6,70	4	0,770	8,93	11,60	0,45	0,58
6,80	5	0,769	11,15	14,50	0,56	0,73
6,90	4	0,768	8,58	11,17	0,43	0,56
7,00	4	0,767	8,57	11,17	0,43	0,56
7,10	5	0,766	10,70	13,96	0,54	0,70
7,20	6	0,766	12,83	16,76	0,64	0,84
7,30	6	0,765	12,82	16,76	0,64	0,84
7,40	6	0,764	12,81	16,76	0,64	0,84
7,50	4	0,763	8,53	11,17	0,43	0,56
7,60	6	0,763	12,78	16,76	0,64	0,84
7,70	4	0,762	8,51	11,17	0,43	0,56
7,80	5	0,761	10,63	13,96	0,53	0,70
7,90	4	0,761	8,19	10,77	0,41	0,54
8,00	4	0,760	8,18	10,77	0,41	0,54
8,10	5	0,759	10,22	13,46	0,51	0,67
8,20	8	0,759	16,34	21,54	0,82	1,08
8,30	8	0,758	16,33	21,54	0,82	1,08
8,40	9	0,757	18,35	24,23	0,92	1,21
8,50	10	0,757	20,37	26,93	1,02	1,35
8,60	8	0,756	16,28	21,54	0,81	1,08
8,70	9	0,755	18,30	24,23	0,92	1,21
8,80	8	0,755	16,26	21,54	0,81	1,08
8,90	9	0,754	17,64	23,39	0,88	1,17
9,00	9	0,753	17,63	23,39	0,88	1,17
9,10	13	0,703	23,75	33,79	1,19	1,69
9,20	14	0,702	25,56	36,39	1,28	1,82
9,30	15	0,702	27,36	38,99	1,37	1,95
9,40	18	0,701	32,80	46,79	1,64	2,34
9,50	20	0,701	36,42	51,99	1,82	2,60
9,60	15	0,700	27,29	38,99	1,36	1,95
9,70	15	0,699	27,27	38,99	1,36	1,95
9,80	16	0,699	29,06	41,59	1,45	2,08
9,90	18	0,698	31,58	45,22	1,58	2,26
10,00	17	0,698	29,80	42,71	1,49	2,14

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: TIZZONI S.R.L.
 Cantiere: PUA "TIZZONI"
 Località: Pontenure (PC)

Data: 02/09/2021

Scala 1:44



PROVA LSCPT 7

Strumento utilizzato: DL-30 (60°)
 Prova eseguita in data: 17/10/2017
 Profondità prova 3,30 mt
 Falda non rilevata

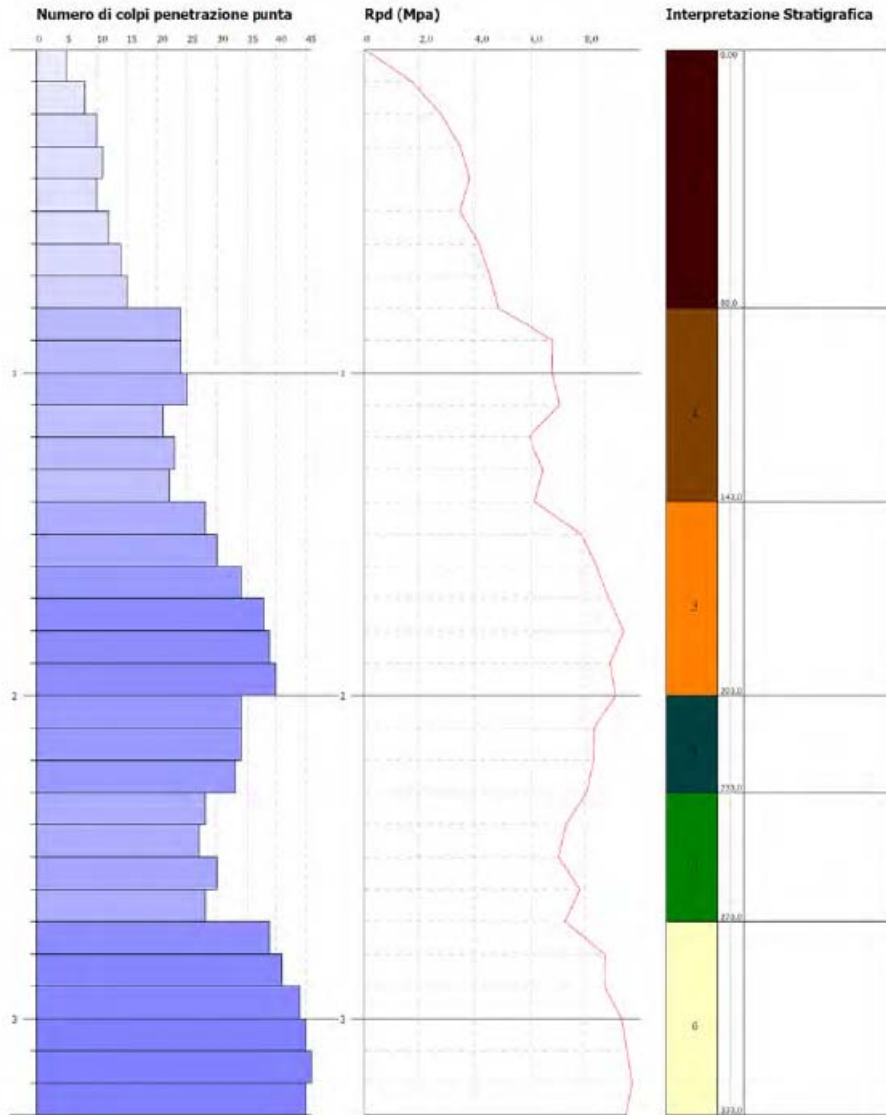
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	5	0,857	1,74	2,03	87,10	101,68
0,20	8	0,855	2,78	3,25	139,04	162,69
0,30	10	0,853	3,47	4,07	173,41	203,36
0,40	11	0,851	3,81	4,47	190,32	223,70
0,50	10	0,849	3,45	4,07	172,63	203,36
0,60	12	0,847	4,13	4,88	206,70	244,04
0,70	14	0,795	4,53	5,69	226,39	284,71
0,80	15	0,793	4,84	6,10	242,00	305,05
0,90	24	0,742	6,86	9,25	342,96	462,50
1,00	24	0,740	6,84	9,25	342,13	462,50
1,10	25	0,738	7,11	9,64	355,54	481,77
1,20	21	0,736	5,96	8,09	297,96	404,68
1,30	23	0,735	6,51	8,86	325,57	443,23
1,40	22	0,733	6,21	8,48	310,70	423,96
1,50	28	0,731	7,89	10,79	394,54	539,58
1,60	30	0,730	8,44	11,56	421,77	578,12
1,70	34	0,678	8,88	13,10	444,18	655,20
1,80	38	0,676	9,91	14,65	495,27	732,29
1,90	39	0,625	8,92	14,28	446,15	714,14
2,00	40	0,623	9,13	14,65	456,45	732,45
2,10	34	0,672	8,36	12,45	418,15	622,58
2,20	34	0,670	8,34	12,45	417,21	622,58
2,30	33	0,669	8,08	12,09	404,03	604,27
2,40	28	0,717	7,35	10,25	367,69	512,71
2,50	27	0,716	7,08	9,89	353,84	494,40
2,60	30	0,714	7,85	10,99	392,36	549,34
2,70	28	0,713	7,31	10,25	365,47	512,71
2,80	39	0,611	8,73	14,28	436,64	714,14
2,90	41	0,610	8,73	14,30	436,27	715,15
3,00	44	0,609	9,34	15,35	467,14	767,48
3,10	45	0,607	9,53	15,70	476,70	784,92
3,20	46	0,606	9,72	16,05	486,23	802,36
3,30	45	0,605	9,49	15,70	474,64	784,92

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Prova LSCPT 7
Strumento utilizzato... DL-30 (60°)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Comune di Pontenure
 Cantiere : Indagini Geognostiche POC
 Località : Ambito P2

Data :17/10/2017

Scala 1:16



Provincia di Piacenza

Comune di Pontenure

ALLEGATO 4

CERTIFICATI STRATIGRAFICI POZZI



1 pagina

Committenza:

TIZZONI S.r.l.

STRATIGRAFIA REALE DEL TERRENO	
Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE ATTRAVERSATE, <u>specificando se il tubo é fenestrato in corrispondenza</u>	
da mt. <u>0</u>	a mt. <u>12</u>
<u>argilla</u>	
da mt. <u>12</u>	a mt. <u>21</u>
<u>ghiaia</u>	
da mt. <u>21</u>	a mt. <u>34</u>
<u>argilla</u>	
da mt. <u>34</u>	a mt. <u>38</u>
<u>ghiaia</u>	
da mt. <u>38</u>	a mt. <u>39</u>
<u>argilla</u>	
da mt. _____	a mt. _____
da mt. _____	a mt. _____
da mt. _____	a mt. _____
da mt. _____	a mt. _____