

COMMITTENZA
COO.PRO.CON. BUILDING S.R.L.
COOP ESTENSE
TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO
RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA ALL'INSERIMENTO NEL POC DEL COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA DI UNA AREA NELLA FRAZIONE DI PIUMAZZO.

OGGETTO DELL'ELABORATO
RELAZIONE DI GEOLOGICA – IDROGEOLOGICA E SISMICA

LOCALIZZAZIONE
ITALIA
REGIONE: EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA
FRAZIONE DI PIUMAZZO VIA DELLE GRAZIE

CODIFICA GENERALE ELABORATO					
CODICE INTERNO	LOTTO	SETTORE DI ATTIVITA'	AREA DI PROGETTAZIONE	TIPO DOCUMENTO	N. ELABORATO
2854	0	C	A	REL	1

VERSIONE	DATA	OGGETTO
0	10/03/2011	1° EMISSIONE

DATI PROGETTISTI	
Dott. Geol. Giorgio Masotti Via di Mezzo, 90 41058 Vignola (MO) – Italy	Dott. Geol. Laura Guadagnini Via di Mezzo, 90 41058 Vignola (MO) – Italy

INDICE

1	PREMESSA	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	7
4	CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	12
5	CARATTERI GEOLOGICI - IDROGEOLOGICI – GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO DI CASTELFRANCO EMILIA.....	12
5.1	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO-IDROLOGICO	13
5.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI	14
5.3	IDROLOGIA	14
6	VINCOLI E ZONIZZAZIONI DI TUTELA SULLA BASE DEL P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA	16
7	INQUADRAMENTO SISMICO NORMATIVO	30
8	INDAGINI IN SITO.....	37
9	INDAGINI GEOGNOSTICHE DI TIPO PENETROMETRICO DINAMICO PESANTE.....	38
10	INDAGINI GEOGNOSTICHE DEL TIPO A CAROTAGGIO CONTINUO	72
11	INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE.....	78
11.1	ELABORAZIONE ONDE SISMICHE – VP	79
11.2	ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA DELLE ONDE Vs	85
11.3	MODELLO RISULTANTE RIFERITO ALLE INDAGINI EFFETTUATE	89
11.4	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (D.M. 14.01.2008)	90
12	AZIONE SISMICA DA N.T.C. 2008.....	90
12.1	AREA NORD – DESTINAZIONE COMMERCIALE	91
12.2	AREA SUD-EST E SUD-OVEST – DESTINAZIONE RESIDENZIALE	94
13	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	96
14	INPUT SISMICO DI RIFERIMENTO	98
	MODELLO GEOLOGICO	99
15	SPETTRO DI RISPOSTA REALE.....	100
15.1	AREA NORD - ZONA COMMERCIALE	101
15.2	AREA SUD-OVEST E SUD-EST - ZONA RESIDENZIALE	103
16	ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI DALLLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA	104
17	CARTE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA	105
18	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	110
19	CONCLUSIONI.....	111

INDICE DEGLI ALLEGATI

FIGURA 1:	ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 220-NO "CASTELFRANCO EMILIA" - SCALA 1:25.000	8
FIGURA 2:	ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 220050 "SPILAMBERTO" - SCALA 1:10.000	9
FIGURA 3:	ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 220051 "PIUMAZZO" - SCALA 1:5.000	10
FIGURA 4:	IMMAGINE SATELLITARE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	11

FIGURA 5: ESTRATTO DI CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE E ISOBATE DEL TETTO DEL PRIMO LIVELLO GHIAIOSO (PROVINCIA DI MODENA, 1988).....	13
FIGURA 6: ESTRATTO DI CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA.....	16
FIGURA 7: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 1.1.5 – TUTELA DELLE RISORSE PAESISTICHE E STORICO-CULTURALI – SCALA 1:25.000.....	18
FIGURA 8: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 1.2.5 – TUTELA DELLE RISORSE NATURALI, FORESTALI E DELLA BIODIVERSITÀ DEL TERRITORIO – SCALA 1:25.000.....	19
FIGURA 9: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 2.2A.5 – RISCHIO SISMICO: CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI – SCALA 1:10.000.....	20
FIGURA 10: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 2.3.2 – RISCHIO IDRAULICO: CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DELLA CRITICITA' IDRAULICA – SCALA 1:50.000.....	21
FIGURA 11: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.1.2 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: VULNERABILITA' ALL'INQUINAMENTO DELL'ACQUIFERO PRINCIPALE – SCALA 1:50.000.....	22
FIGURA 12: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.2.2 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: ZONE DI PROTEZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE DESTINATE AL CONSUMO UMANO – SCALA 1:25.000.....	23
FIGURA 13: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.3.2 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA E ASSIMILATE – SCALA 1:50.000.....	24
FIGURA 14: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.4.5 – RISCHIO INQUINAMENTO SUOLO: ZONE NON IDONEE ALLA LOCALIZZAZIONE DI IMPIANTI DI SMALTIMENTO E RECUPERO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI, SPECIALI E SPECIALI PERICOLOSI – SCALA 1:25.000.....	25
FIGURA 15: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.5.2 – RISCHIO INDUSTRIALE: COMPATIBILITA' AMBIENTALE DELLE ZONE INTERESSATE DA STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE – SCALA 1:50.000.....	26
FIGURA 16: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 4.1.2 – ASSETTO STRUTTURALE DEL SISTEMA INSEDIATIVO E DEL TERRITORIO RURALE – SCALA 1:50.000.....	27
FIGURA 17: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 6.5 – CARTA FORESTALE ATTIVITA' ESTRATTIVE – SCALA 1:25.000.....	28
FIGURA 18: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 7 – CARTA DELLE UNITA' DI PAESAGGIO – SCALA 1:100.000.....	29
FIGURA 19: MAPPA DELLA RICLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ORDINANZA DEL PCM N. 3247/2003.....	31
FIGURA 20: MAPPA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELLA REA DI CASTELFRANCO EMILIA (DA ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA).....	32
FIGURA 21: TABELLA VITA NOMINALE DELL'OPERA (DA N.T.C. 2008).....	32
FIGURA 22: TABELLA CLASSI D'USO DELLE COSTRUZIONI (DA N.T.C. 2008).....	32
FIGURA 23: TABELLA COEFFICIENTI D'USO (DA N.T.C. 2008).....	33
FIGURA 24: MAPPA DELLE MASSIME INTENSITA' MACROSISMICHE OSSERVATE NEI COMUNI ITALIANI - PARTICOLARE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	34
FIGURA 25: UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE IN SITO.....	37
FIGURA 26: STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO – PAGINA 1/2.....	74
FIGURA 27: STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO – PAGINA 2/2.....	75
FIGURA 28: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI CAMPIONI – PAGINA 1/2.....	76
FIGURA 29: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI CAMPIONI – PAGINA 2/2.....	77
FIGURA 30: SCHEMA COSTRUTTIVO PIEZOMETRI INSTALLATO.....	78
FIGURA 31: ANDAMENTO DELLE DROMOCRONE.....	81
FIGURA 32: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA A ML. 1,50 ESTERNAMENTE AL GEOFONO NR. 1 IN POSIZIONE DI ESTREMO SINISTRO.....	81
FIGURA 33: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 6 E NR. 7 IN POSIZIONE DI INTERMEDIO SINISTRO.....	82
FIGURA 34: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 12 E NR. 13 IN POSIZIONE CENTRALE.....	82
FIGURA 35: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 18 E NR. 19 IN POSIZIONE DI INTERMEDIO DESTRO.....	83
FIGURA 36: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA A ML. 0,50 ESTERNAMENTE AL GEOFONO NR. 24 IN POSIZIONE DI ESTREMO DESTRO.....	83
FIGURA 37: SEZIONE INTERPRETATIVA.....	84
FIGURA 38: ANDAMENTO TRACCE SISMICHE RILEVATE.....	85

FIGURA 39: ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE MISURATA.....	86
FIGURA 40: ANDAMENTO DELLE FREQUENZE RILEVATE E DELLA VELOCITA' DI FASE.....	86
FIGURA 41: ANDAMENTO DELLE VELOCITA' DI TAGLIO DELLE ONDE SISMICHE CON IL PROCESSO DI INVERSIONE	87
FIGURA 42: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA LINEA SISMICA EFFETTUATA.....	88
FIGURA 43: PUNTI DELLA GRIGLIA UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI VALORI DEI PARAMETRI	91
FIGURA 44: PUNTI DELLA GRIGLIA UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI VALORI DEI PARAMETRI	94
FIGURA 45: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000046XA 036006CASTELFRANCOEMILIA	98
FIGURA 46: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000126XA 036006CASTELFRANCOEMILIA	98
FIGURA 47: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000354XA 036006CASTELFRANCOEMILIA	99
FIGURA 48: AMPLIFICAZIONE TRA SUPERFICIE E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO	102
FIGURA 49: CONFRONTO TRA GLI SPETTRI IN PSEUDO VELOCITA' IN SUPERFICIE (1 OUTCROP) E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO (26 OUTCROP)	102
FIGURA 50: AMPLIFICAZIONE TRA SUPERFICIE E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO	103
FIGURA 51: CONFRONTO TRA GLI SPETTRI IN PSEUDO VELOCITA' IN SUPERFICIE (1 OUTCROP) E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO (26 OUTCROP)	104
FIGURA 52: CARTA DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (NTC 2008)	106
FIGURA 53: CARTA DELLA AMPLIFICAZIONE PGA.....	107
FIGURA 54: CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE (0,10 s < To < 0,50 s)	108
FIGURA 55: CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE (0,50 s < To < 1,00 s)	109

1 PREMESSA

Su incarico dello studio di progettazione COO.PRO.CON. arl e in accordo con la Committenza, i sottoscritti:

- **Dott. Giorgio Masotti**, Geologo libero professionista, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna con il numero 588-Sez.A, in qualità di consulente tecnico della ditta Geo-Xpert Italia snc, con sede in Vignola (MO) – Via di Mezzo, 90,
- **Dott. Laura Guadagnini**, Geologo libero professionista, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna con il numero 1024-Sez.A, in qualità di consulente tecnico della ditta Geo-Xpert Italia snc, con sede in Vignola (MO) – Via di Mezzo, 90,

hanno provveduto alla stesura della presente relazione geologica-geognostica finalizzata allo studio dell'area di prossimo insediamento residenziale e commerciale sito in **via delle Grazie** presso la **frazione di Piumazzo** nel **comune di Castelfranco Emilia (MO)**.

Allo scopo sono stati condotti in sito i seguenti approfondimenti:

- rilievo sismico a rifrazione
- indagini geognostiche di tipo penetrometrico ad infissione dinamica
- indagini geognostica del tipo a carotaggio continuo con inserimento di piezometro
- indagini SPT in foro
- rilievo del livello di falda all'interno del foro di sondaggio

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti strumenti normativi:

Normativa Nazionale

- R.D. 30 Dicembre 1923 n. 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani

- R.D. 16 maggio 1926 n. 1126

Regolamento per l'applicazione de R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267

- Legge 25.11.1962

Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 22.12.1962, n. 326 – Supplemento Ordinario n. 1);

- Legge 02.02.1974, n. 64

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (G.U. 21.03.1974, n. 76);

- Decreto Legge 27.06.1985, n. 312

Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 29.06.1985, n. 152);

- Legge 08.08.1985, n. 431

Conversione in legge con modificazioni del D.L. 27.06.1985, n. 312, concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 08.08.1985, n. 431);

- Decreto Ministeriale 11.03.1988

Norme tecniche riguardanti le indagini 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 (G.U. 01.06.1988, n. 127);

- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 24.09.1988, n.30483

Norme tecniche riguardanti le indagini 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. Istruzioni per l'applicazione (G.U. 01.06.1988, n. 127);

- Decreto Ministero LL.PP. del 14.02.1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (G.U. 18.03.1992, n. 65);

- D.M. 09.01.1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (G.U. 05.02.1996, n. 29);

- Circolare Ministero LL. PP. del 09.01.1996, n. 218

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica (G.U. 29.01.1996, n. 50)

- D.M. 16.01.1996

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

- Decreto Ministero LL.PP. 16.01.1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (G.U. 05.02.1996, n.29 – S.O. n. 19);

- Circolare Ministero LL.PP. 15.10.1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 09.01.1996;

- Circolare Ministero LL. PP. del 10.04.1997, n. 65/AA.GG – prot. n. 0

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16.01.1996 (G.U. 28.04.1997, n.97);

- Eurocodice7 del 30.04.1997

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;

- Eurocodice8 del 28.02.1998

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

- Decreto del Presidente della Repubblica del 06.06.2001, n. 380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A) (G.U. 20.10.2001 n. 245 – S.O. n. 239);

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20.03.2003, n. 3274

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (G.U. 08.05.2003, n. 105 – S.O. n. 72);

- Ordinanza P.C.M. del 02.10.2003, n. 3316

Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274 (G.U. 10.10.2003, n. 236);

- Decreto P.C.M. 21.10.2003, n. 3316

Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274 (G.U. 29.10.2003, n. 252);

- Ordinanza del P.C.M. del 03.05.2005, n. 3431

Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274 (G.U. 10.05.2005, n. 107);

- Decreto Ministeriale del 14.09.2005

Norme tecniche per le costruzioni (G.U. 23.09.2005, n. 222 – S.O. n. 159);

- Ordinanza del P.C.M. del 28.04.2006, n. 3519

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;

- Decreto Ministeriale del 14.01.2008

Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. 04.02.2008, n. 29 – S.O. n. 30);

Normativa Regionale

- Legge Regionale Emilia-Romagna del 24.03.2000, n. 20

Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio;

- Delibera della Giunta Regionale Emilia-Romagna del 24.10.2005 n. 1677

Prime indicazioni applicative in merito al D.M. 14.09.2005 recante "Norme tecniche per le costruzioni";

- Delibera Assemblea legislativa Regione Emilia-Romagna del 02.05.2007 progr. n. 112 – oggetto n. 3121

Approvazione dell'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";

Normativa Provinciale

- Deliberazione di Consiglio Provinciale della Provincia di Modena n. 46 del 18/03/09

Approvazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena in vigore dal 08.04.2009

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto d'intervento si colloca nell'ambito del territorio comunale di **Castelfranco Emilia (MO)** nella **frazione di Piumazzo in via delle Grazie**.

Geograficamente, l'area in esame risulta compresa all'interno della seguente documentazione cartografica:

Cartografia Regionale

- **Carta topografica R.E.R. n. 220-NO denominata "CASTELFRANCO EMILIA" (scala 1:25.000)**
- **Sezione R.E.R. n. 220050 denominata "SPILAMBERTO" (scala 1:10.000)**
- **Elemento R.E.R. n. 220051 denominata "PIUMAZZO" (scala 1:5.000)**

Figura 1: ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 220-NO "CASTELFRANCO EMILIA" - SCALA 1:25.000

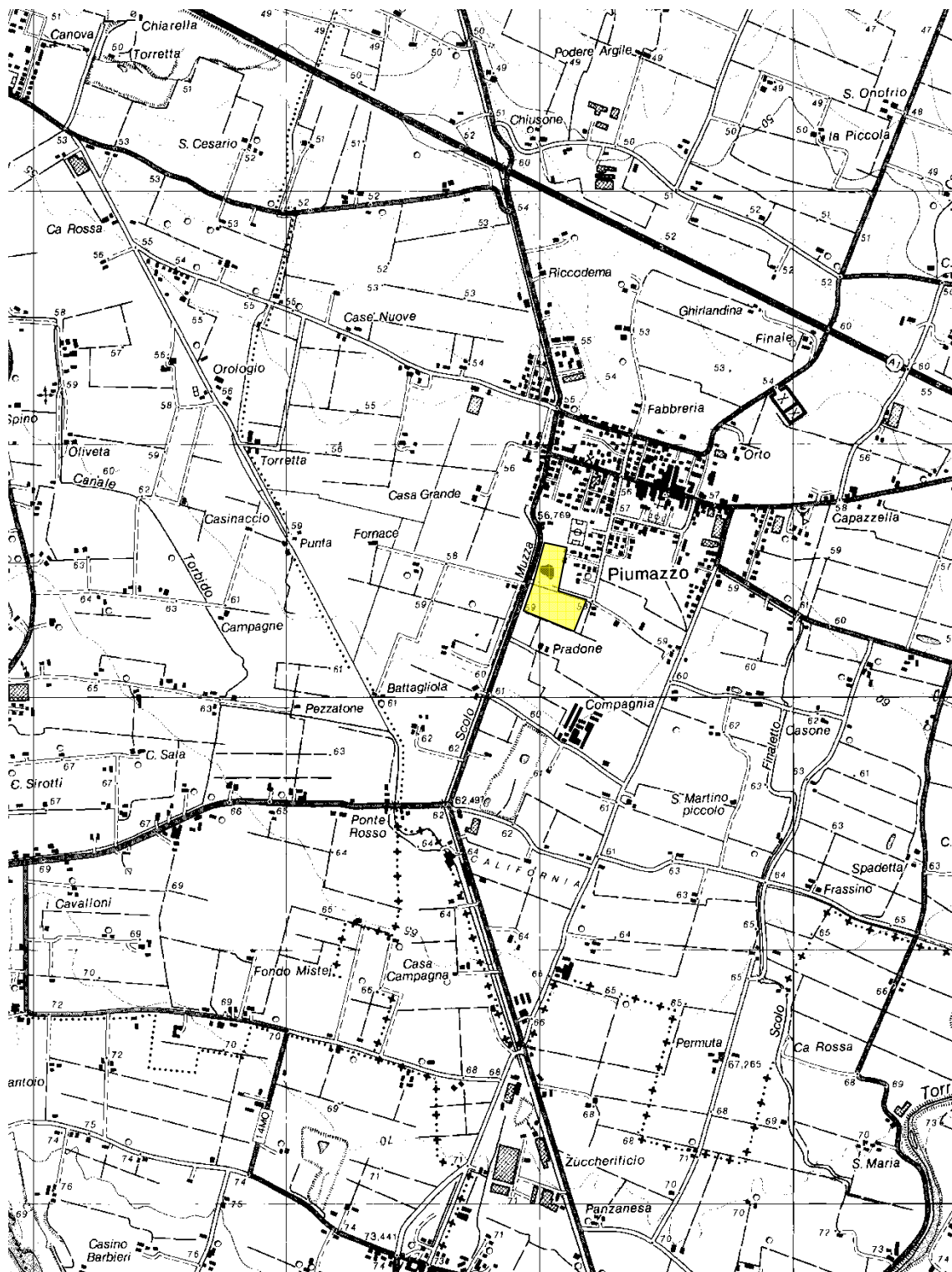


Figura 3: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 220051 "PIUMAZZO" - SCALA 1:5.000

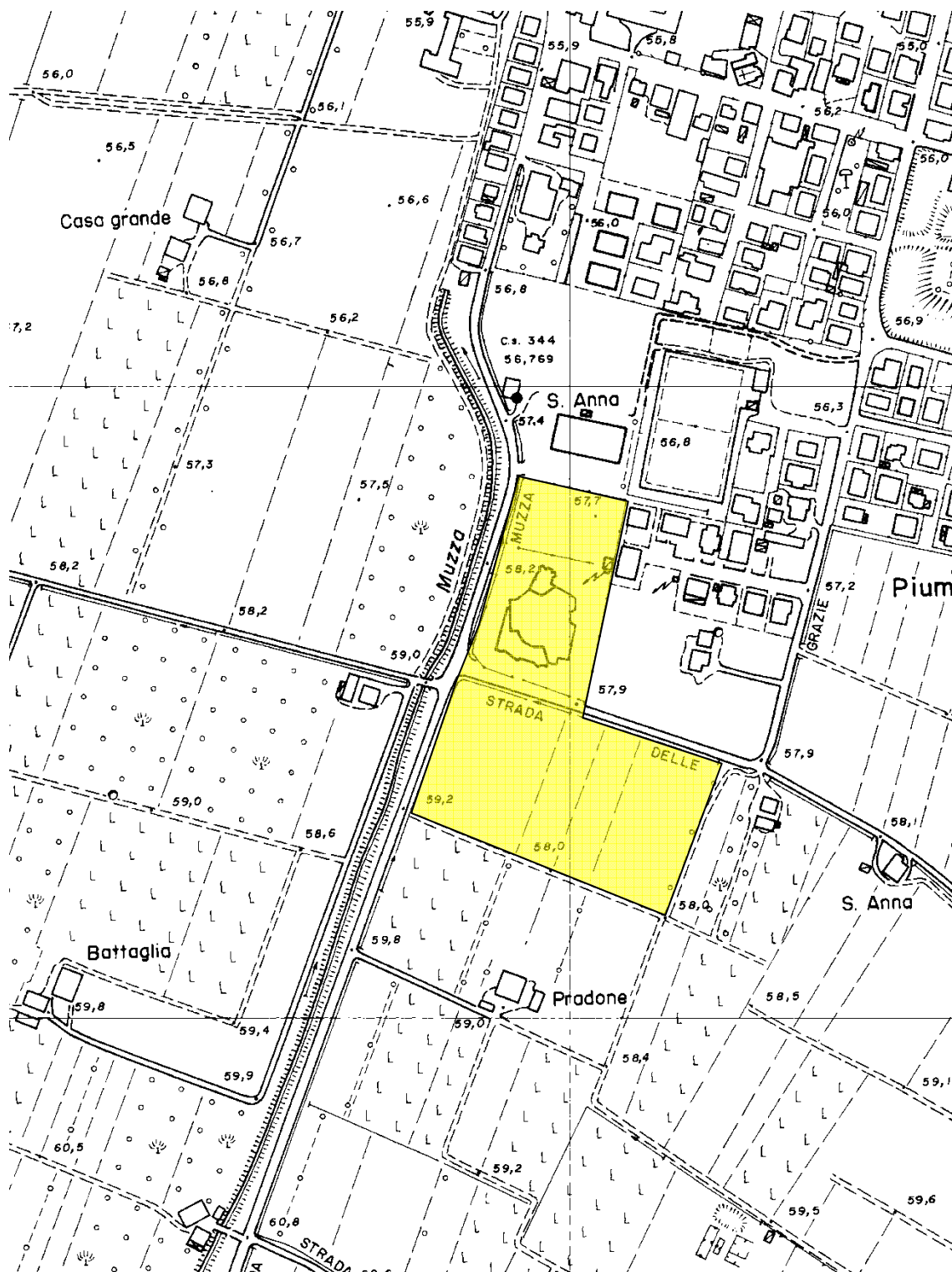


Figura 4: IMMAGINE SATELLITARE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO



4 CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Dall'analisi degli elaborati grafici a firma del tecnico progettista si è riscontrato che l'intervento di progetto consiste nell'inserimento nel POC di Castelfranco Emilia di un'area sita in Fraz. Piumazzo, con trasformazione edilizia di un area attualmente adibita come di seguito riportato:

- area nord – discoteca e parcheggi
- area sud-ovest – parcheggio di pertinenza alla discoteca
- area sud-est: area agricola

La trasformazione consiste nella trasformazione urbanistica dell'area a nord come zona a destinazione d'uso commerciale mentre per l'area sud-ovest e sud-est è stata identificata una destinazione residenziale. E' inoltre prevista la realizzazione della viabilità di accesso e installazione dei sottoservizi consistenti nelle reti tecnologiche acqua, gas, scarico, fognatura e telefonia.

5 CARATTERI GEOLOGICI - IDROGEOLOGICI – GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO DI CASTELFRANCO EMILIA

La zona oggetto d'indagine ricade immediatamente a monte della pianura modenese che si sviluppa ai piedi dell'Appennino settentrionale, delimitata lateralmente dal Fiume Panaro e dal Torrente Samoggia.

Per quanto riguarda la descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio di Vignola si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni scientifiche:

G. Gasperi, 1987; Carta Geologica del Margine Appenninico e dell'Alta Pianura tra i fiumi Secchia e Panaro

Comune di Modena – PRG -, 1988; Litologia di Superficie e Isobate del Tetto del Primo Livello Ghiaioso

Inoltre sono state effettuate le seguenti analisi in sito:

rilevamento geologico-geomorfologico

indagini geognostiche in sito di tipo penetrometrico dinamico pesante

Dal punto di vista geomorfologico, si può classificare la zona di intervento come ricadente in ambiente di media pianura. Essa infatti è posta ad una distanza rilevante dal margine pedeappenninico ed i gradienti topografici sono qui dell'ordine di pochi punti per mille, in ulteriore diminuzione rispetto, ad esempio, a zone del territorio comunale più meridionali. Si tratta di una porzione di territorio che, a differenza della collina/montagna ed anche di altri contesti di pianura, presenta velocità di evoluzione del paesaggio da molto lente a nulle. In effetti il maggiore "agente geomorfico" (intendendo con questo termine un fattore di modellazione dinamica o statica del paesaggio) relativamente a questa ed altre zone della pianura più popolata è l'attività antropica, le cui opere hanno da sempre puntato all'arresto delle cause naturali di trasformazione del territorio.

Le arginature del Fiume Panaro infatti pongono al riparo il territorio adiacente dalle periodiche inondazioni cui lo stesso era soggetto nei tempi antichi, così come scongiurano in tutto o in parte l'abbandono del letto fluviale, evento del tutto normale in una piana alluvionale in evoluzione.

La morfologia benché impercettibile può essere analizzata nelle forme tipiche della piana alluvionale, anche se spesso largamente obliterate dalla modellazione antropica.

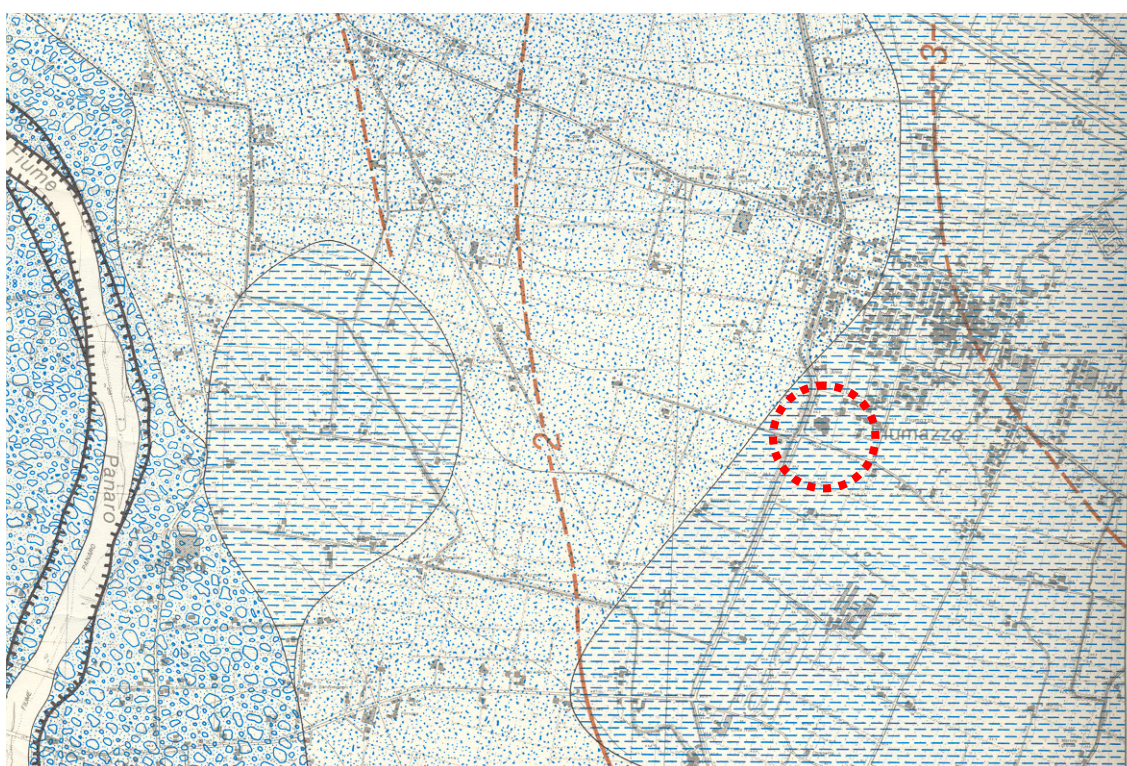
Queste si riassumono principalmente nella morfologia d'alveo fluviale, nella presenza di microdepressioni dovute

all'abbandono di canale e, più a nord, nella distribuzione dei meandri abbandonati. Inoltre vanno citate le modellazioni antropiche dei corsi d'acqua come le aree golenali tra l'alveo e le arginature e le modificazioni artificiali del tracciato fluviale come avviene in corrispondenza del drizzano di Ponte S. Ambrogio pochi km a ovest del sito di indagine.

Le aree più rialzate della zona al di fuori delle arginature fluviali sono caratteri tipici del territorio e definiti "paleodossi"; questi traggono origine dalla dinamica deposizionale fluviale del passato e la loro importanza è ritenuta fondamentale per la protezione naturale che offrono all'estensione delle lame di esondazione del Fiume conseguenti alla rotta degli argini, nel caso di cedimento di tratti degli stessi. L'area indagata mostra altezze medie riferite al livello del mare che eccedono di uno-due metri quelle relative ad zone adiacenti.

In linea di massima può essere riscontrata l'assenza di fenomeni di pericolosità geologico-ambientale di rilevanza, anche per le ragioni esposte sopra.

Figura 5: ESTRATTO DI CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE E ISOBATE DEL TETTO DEL PRIMO LIVELLO GHIAIOSO (PROVINCIA DI MODENA, 1988)



5.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO-IDROLOGICO

Alla macroscala le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono state evidenziate soprattutto grazie alle recenti ed estese indagini condotte da Regione Emilia-Romagna (1999) in collaborazione con AGIP, sulla base delle quali è possibile schematizzare un modello idrostratigrafico del sottosuolo del bacino padano, costituito da tre maggiori gruppi acquiferi (Gruppo acquifero "A", Gruppo acquifero "B" e Gruppo acquifero "C"), coincidenti con i depositi grossolani afferenti alle più recenti sequenze deposizionali a prevalente carattere continentale del Quaternario, le quali risultano poggianti in discordanza (ed in profondità nell'asse della pianura) sulle sequenze più antiche del Pliocene superiore. I gruppi acquiferi sono sede di importanti falde idriche che risultano interconnesse e di tipo freatico nella fascia delle conoidi appenniniche, mentre divengono in pressione (confinare) e relativamente compartimentalizzate spostandosi dal margine pedecollinare verso l'asse della pianura. In quest'ultimo ambito i tre gruppi sono suddivisi da barriere di

permeabilità, ad estensione regionale. Il gruppo acquifero "A" rappresenta l'unità idrostratigrafica più prossima alla superficie. Esso risulta sub-affiorante nei settori meridionali del territorio comunale di Castelfranco (zona di Piumazzo, confine comunale di Bazzano), immergendosi verso sud al di sotto di depositi fini limoso-argillosi. Nell'area della zona indagata il tetto delle ghiaie si trova a profondità medie di circa 15 m dal piano campagna, come è stato possibile riscontrare dai risultati delle indagini geognostiche disponibili nelle adiacenze nell'area. I depositi ad elevata trasmissività che lo costituiscono sono, in questa zona, direttamente connessi alla deposizione di ghiaie e sabbie da parte della conoide del Fiume Panaro la quale si interdigita con quella del T. Samoggia più ad est, come è stato illustrato nella sezione precedente. Lo spessore di questi depositi è variabile da 20-40 mt nelle zone più prossime alla fascia pedecollinare sino ad oltre 70-80 m a nord del capoluogo. Il livello statico si attesta, nella zona studiata, a circa 35-37 mt. s.l.m. con una soggiacenza che risulta di pochi metri al di sotto del piano campagna, e che talora giunge, in diverse zone del Comune di Castelfranco Emilia (MO), sino alla superficie topografica.

5.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI

Oltre ai complessi idrogeologici regionali, possono essere menzionati gli acquiferi minori che in questo settore della pianura possono coincidere con falde sospese, vale a dire depositi relativamente permeabili quali locali lenti di sabbia in connessione con aree di ricarica ma isolate da barriere di permeabilità sia nella direzione orizzontale sia in quella verticale. Oltre a queste, è importante ai fini della caratterizzazione idrogeologica dell'intervento, menzionare le manifestazioni idriche più o meno connesse al complesso idrogeologico superficiale del gruppo "A", il quale come testè evidenziato passa da condizioni freatiche a condizioni in pressione proprio attraverso il territorio comunale di Castelfranco. Le condizioni piezometriche consentono all'acqua di dare luogo a condizioni di flusso lungo le vene limo-sabbiose intercalate nel materasso alluvionale di superficie, creando vie preferenziali per l'acqua che in determinate condizioni di portata e gradiente idraulico può emergere in superficie incontrando barriere di permeabilità; questo fenomeno è assai diffuso nelle adiacenze del capoluogo di Castelfranco e noto con la peculiarità dei fontanili i quali si raggruppano laddove è possibile una connessione idraulica di queste vene idriche con la superficie. Infatti, il livello della falda nella zona si osserva a profondità medie di circa -15 mt. dal piano campagna dimostrando come l'immediato sottosuolo presenti una attiva circolazione idrica differenziata dall'acquifero principale, che può spiegarsi nella presenza di vene idriche, anche in leggera pressione, ospitate negli strati a maggior porosità e permeabilità limo-sabbiosi o sabbiosi, per la maggior parte non più spessi di alcune decine di cm, che si intercalano nelle argille e argille limose che ricoprono l'acquifero principale.

5.3 IDROLOGIA

L'idrografia dell'area è piuttosto complessa definendo oltre al Fiume Panaro, il cui alveo scorre ad ovest dell'area oggetto d'intervento, e la presenza di fossi minori, più o meno interconnessi, i cui percorsi sono il prodotto di modificazioni sia artificiali che naturali, a diversa funzionalità, utilizzati a scopo o puramente irriguo, o esclusivamente di scolo, o ad uso promiscuo.

Senza entrare nel dettaglio di una analisi esaustiva del sistema scolante della zona, ai fini della caratterizzazione dell'area si menziona unicamente la presenza del Canal Torbido il cui tracciato segna grosso modo il confine ovest dell'area "A". Quest'ultimo rappresenta un canale irriguo, le cui acque sono derivate dal fiume Panaro nelle adiacenze di Savignano, più precisamente in località Doccia, diversi km a sud dell'area studiata. Di origine quindi artificiale

(probabilmente scavato anteriormente al XII secolo), ha un bacino di scolo arealmente piuttosto limitato, stimabile in circa 7,5 Km², che sottende una stretta fascia allungata da Savignano fino a San Cesario. A valle di questo abitato il canale ha un corso invece pensile. Si ritiene poco probabile una eccessiva pericolosità dal punto di vista strettamente idraulico anche dal momento che nelle immediate adiacenze del sito il canale mostra arginature almeno in apparenza abbastanza efficaci, e la portata al colmo di piena risente di un tempo di corrivazione piuttosto elevato dovuto alle caratteristiche altimetriche del bacino di scolo.

Il Fiume Panaro, l'asta idrograficamente più importante nella zona, costituisce anche l'elemento di maggiore criticità sia per il territorio comunale di Modena sia per quello di Castelfranco Emilia. A sud del territorio comunale il suo alveo presenta caratteristiche di canale tipo braided con una larghezza piuttosto ampia e tipiche canalizzazioni intrecciate da barre longitudinali. In concomitanza con la brusca diminuzione del gradiente topografico presente poco a sud di Castelfranco l'alveo si restringe notevolmente assumendo la configurazione di canale meandrizzato e pensile, con imponenti arginature realizzate per impedirne la divagazione. La piana in questo settore è caratterizzata dalle strutture morfologiche rialzate, che coincidono sia con le aree golenali e le arginature del fiume, sia con i paleodossi originati dalla dinamica fluviale medio-olocenica. In quest'ottica, attraverso l'analisi della distribuzione altimetrica di dette zone è possibile determinare con sufficiente approssimazione le aree che risultano a rischio di esondazione in coincidenza con episodi di rotta fluviale, determinati da eventi di piena eccezionale. Queste aree sono state individuate grazie a studi effettuati a cura dell'Ing. A. Pagotto finalizzati all'istituzione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale ed a quella del Piano Strutturale Comunale del Comune di Castelfranco Emilia (MO). Da questi studi è stata estrapolata la carta del rischio idraulico la quale mostra che l'area indagata si trova al di fuori della zona di probabile inondazione a seguito di evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni. Ciò appare dovuto alla presenza dei sopraccitati paleodossi ed alle caratteristiche topografiche del sito. Infatti, le quote medie dell'area di intervento risultano superiori di almeno 8 mt. rispetto all'altezza media dell'area golenale nel tratto d'alveo all'incirca corrispondente, e di almeno cinque metri rispetto alle zone depresse ubicate a nord-ovest ed indicate come ad alto rischio nella carta di sintesi.

La zona oggetto di indagine si colloca in una zona di alta pianura, in destra idrografica del Fiume Panaro, che rappresenta anche l'elemento morfologico più importante.

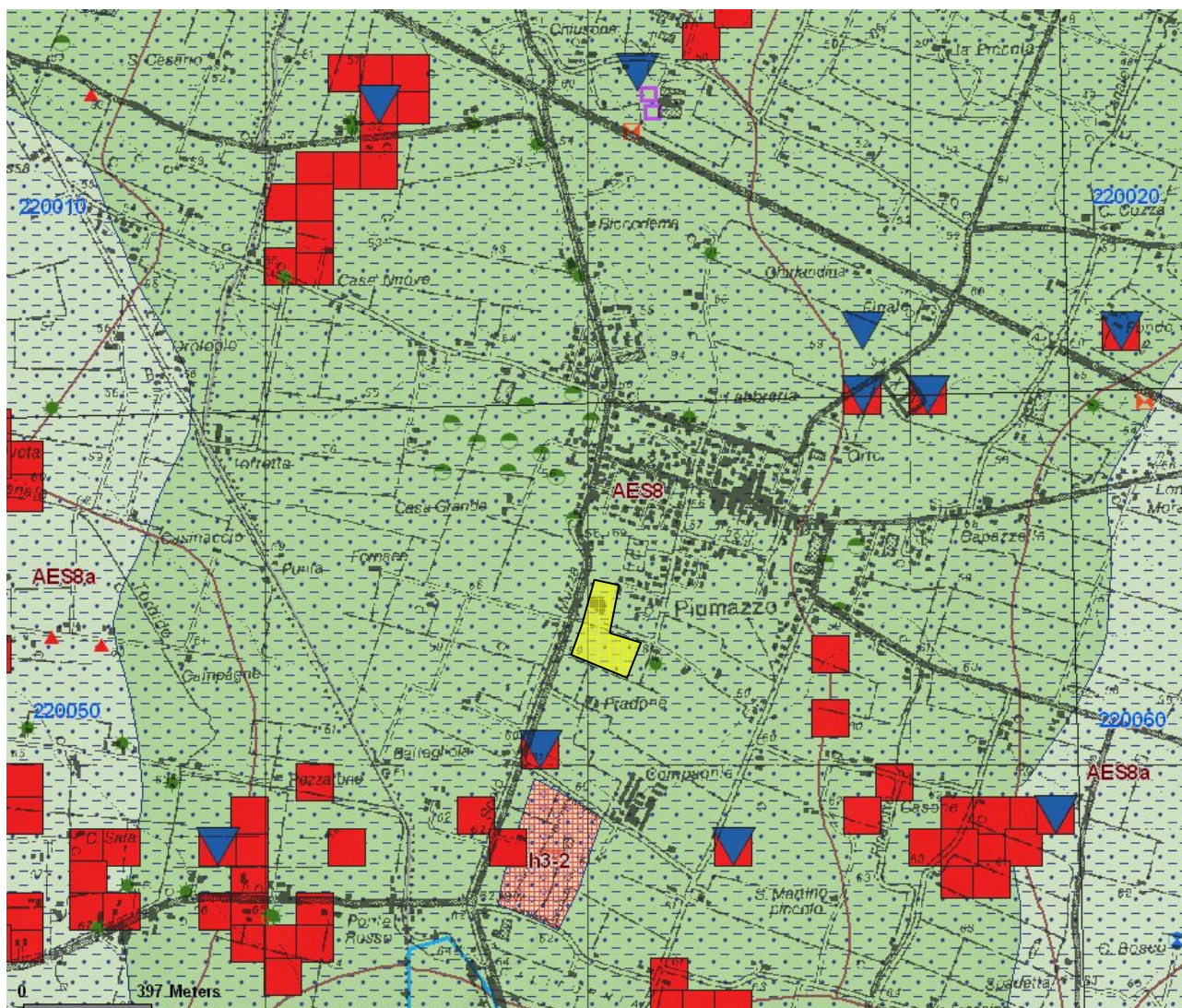
Attualmente non esiste nell'area specifica e nelle zone circostanti alcun tipo di dissesto in atto e/o pregresso e non se ne prevedono in futuro, salvo i fenomeni di instabilità che potrebbero eventualmente interessare le opere di progetto.

Morfologicamente, l'area è ricompresa all'interno della conoide del F. Panaro che presenta la classica forma sub-triangolare con l'apice che si raccorda con il solco vallivo alla quota di 130 – 150 m (Vignola – Marano), la quale risulta quasi tutta spostata sulla destra idrografica dell'attuale corso del fiume e si chiude poi rapidamente a Nord di Castelfranco Emilia (30 m s.l.m.).

Ad Est il limite della conoide è segnato dall'attuale corso del Torrente Samoggia che scorre attualmente al margine del territorio comunale di Castelfranco Emilia, e successivamente, fino a confluire con il Torrente Lavino mentre il Fiume Panaro attualmente incide la conoide nel suo lato più occidentale. La conoide è il risultato della sovrapposizione di più corpi sedimentari alluvionali di diversa età, con i più recenti (Olocenici) che ricoprono per la quasi totalità i sottostanti (giungenti fino al Pleistocene medio e superiore). Lungo la superficie dell'area in esame, che risulta pianeggiante ed assume una pendenza compresa tra il 3 e il 4 ‰, affiorano sedimenti alluvionali di età Olocenica composti, dal punto di vista granulometrico, da miscele di limi sabbiosi ed argille. I terreni alluvionali recenti ed attuali sono costituiti prevalentemente da potenti banchi di ghiaie eterometriche con matrice solitamente sabbioso – limosa, in cui si

intercalano livelli argilloso – limosi.

Figura 6: ESTRATTO DI CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA



Legenda:

AES8: Subsistema di Ravenna - Supersistema Emiliano-Romagnolo, successione post-evaporitica del margine padano-adriatico

AES8a: Subsistema di Ravenna - Unita' di Modena, successione post-evaporitica del margine padano-adriatico

b1: Depositi alluvionali in evoluzione

6 VINCOLI E ZONIZZAZIONI DI TUTELA SULLA BASE DEL P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA

Con riferimento alla cartografia allegata al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena approvato con DCP n.46 del 18/03/2009 ed in vigore dal 08/04/2009, l'area oggetto di studio risulta essere compresa all'interno delle seguenti cartografie tematiche:

TAV. 1.1 – TUTELA DELLE RISORSE PAESISTICHE E STORICO-CULTURALI

L'area in oggetto risulta esterna a zonizzazione di vincoli e tutele

TAV. 1.2 – TUTELA DELLE RISORSE NATURALI, FORESTALI E DELLA BIODIVERSITA' DEL TERRITORIO

L'area in oggetto risulta esterna a zonizzazione di vincoli e tutele in quanto parzialmente interna a zonizzazione del territorio insediato all'anno 2006 e in parte ad area a destinazione agricola

TAV. 2.2 – RISCHIO SISMICO: CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI

La zona in oggetto risulta all'interno di area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche.

TAV. 2.3 – RISCHIO IDRAULICO: CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DELLA CRITICITA' IDRAULICA

L'area in oggetto non risulta all'interno di un'area soggetta a criticità idraulica (Art. 11).

TAV. 3.1 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: VULNERABILITA' ALL'INQUINAMENTO DELL'ACQUIFERO PRINCIPALE

L'area di intervento si colloca in un'area con grado di vulnerabilità medio (M) all'inquinamento dell'acquifero principale.

TAV. 3.2 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: ZONE DI PROTEZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

L'area in oggetto risulta compresa all'interno del settore di ricarica tipo A - zona di ricarica diretta della falda (Art. 12A).

TAV. 3.3 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA E ASSIMILATE

In relazione al rischio di inquinamento delle acque, la zona in oggetto risulta essere vulnerabile ai nitrati di origine agricola (Art. 13B).

TAV. 3.4 – RISCHIO INQUINAMENTO SUOLO: ZONE NON IDONEE ALLA LOCALIZZAZIONE DI IMPIANTI DI SMALTIMENTO E RECUPERO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI, SPECIALI E SPECIALI PERICOLOSI

In relazione al rischio di inquinamento del suolo, la zona in oggetto non risulta soggetta a vincoli di tutela.

TAV. 3.5 – RISCHIO INDUSTRIALE: COMPATIBILITA' AMBIENTALE DELLE ZONE INTERESSATE DA STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

In relazione al rischio industriale, l'area in oggetto risulta all'interno di zona di compatibilità ambientale condizionata ai fini della tutela della risorsa idrica superficiale e sotterranea-tipo A (Art. 61, comma 12).

TAV. 4.1 – ASSETTO STRUTTURALE DEL SISTEMA INSEDIATIVO E DEL TERRITORIO RURALE

La zona in oggetto risulta all'interno di territorio insediato nel centro di base di Piumazzo, in ambito territoriale con forti relazioni funzionali tra centri urbani (sistemi urbani complessi) R9-Castelfranco Emilia, S. Cesario sul Panaro.

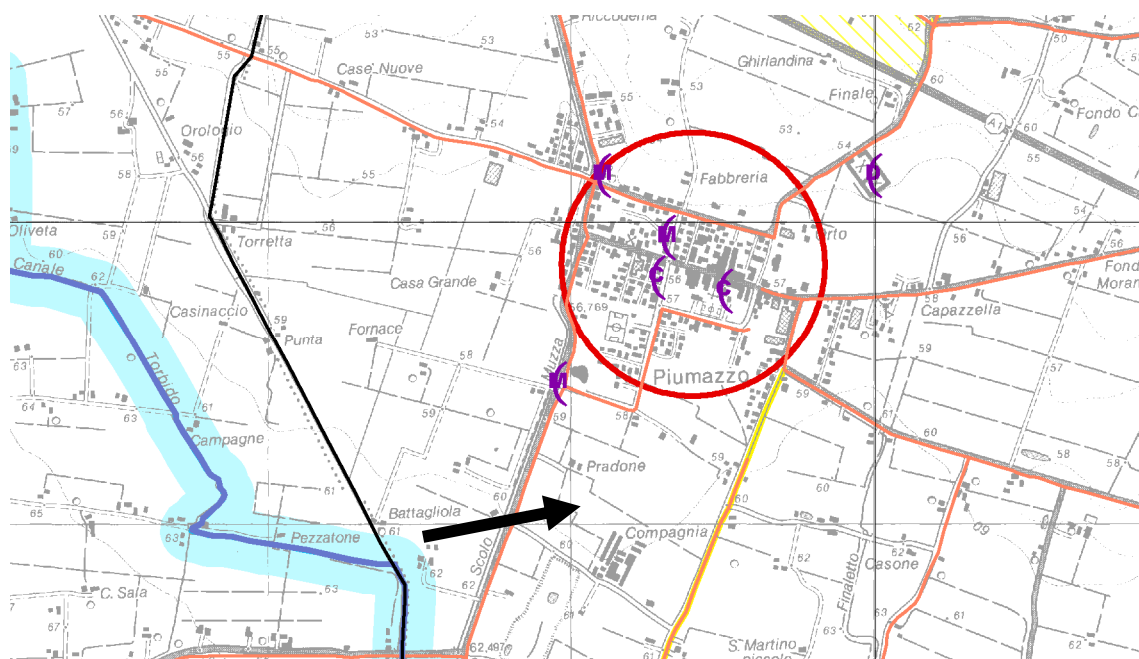
TAV. 6 – CARTA FORESTALE ATTIVITA' ESTRATTIVE

L'area in oggetto non risulta soggetta a vincoli di tutela.

TAV. 7 – CARTA DELLE UNITA' DI PAESAGGIO

L'area in oggetto risulta identificata come paesaggio dell'alta pianura di Castelfranco Emilia e San Cesario sul Panaro (Zona 15).

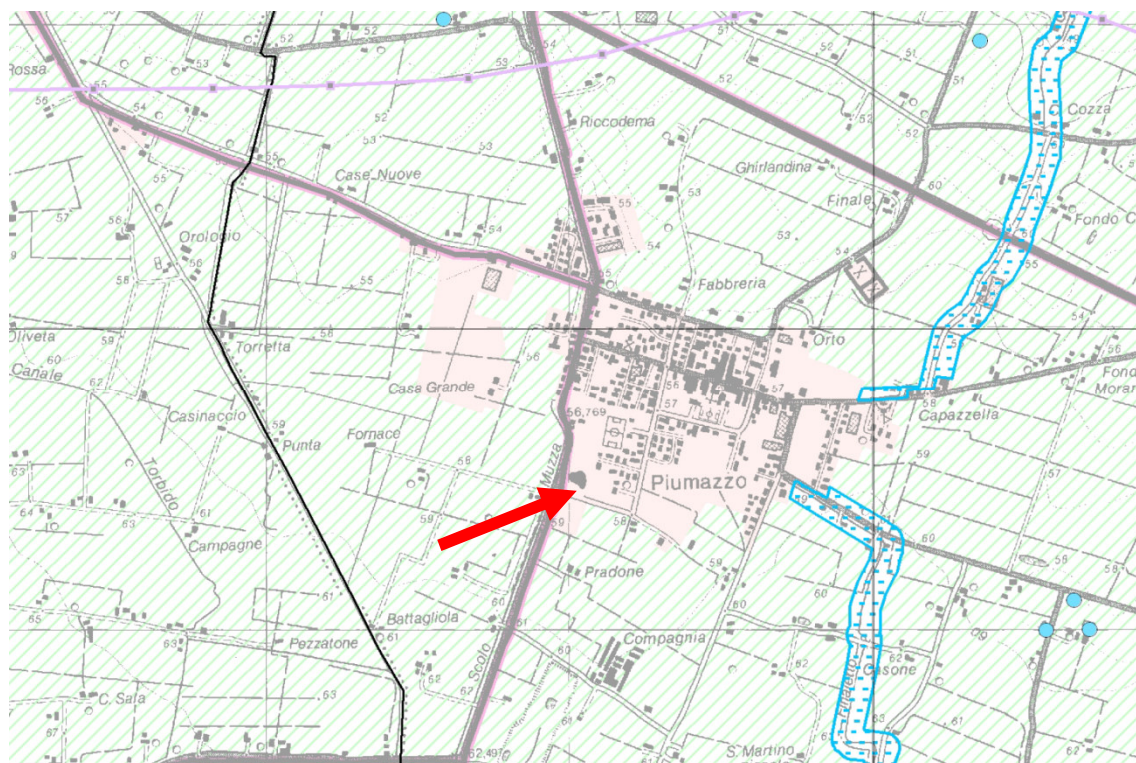
Figura 7: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 1.1.5 – TUTELA DELLE RISORSE PAESISTICHE E STORICO-CULTURALI – SCALA 1:25.000



VOCI DI LEGENDA	
Rete idrografica e risorse idriche superficiali e sotterranee	
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art. 10)
Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi bacini e corsi d'acqua (Art. 9)	
	Fasce di espansione inondabili (Art. 9, comma 2, lettera a)
	Zone di tutela ordinaria (Art. 9, comma 2, lettera b)
	Compresenza di fasce di espansione inondabili e zone di tutela naturalistica
	Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (Art. 12)
Elementi strutturanti la forma del territorio	
Sistema dei crinali e sistema collinare (Art. 20)	
	Crinale
	Collina
Dossi di pianura (Art. 23A)	
	Paleodossi di accertato interesse (Art. 23A, comma 2, lettera a)
	Dossi di ambito fluviale recente (Art. 23A, comma 2, lettera b)
	Paleodossi di modesta rilevanza (Art. 23A, comma 2, lettera c)
Calanchi (Art. 23B)	
	A Calanchi peculiari (Art. 23B, comma 2, lettera a)
	B Calanchi tipici (Art. 23B, comma 2, lettera b)
	C Forme sub-calanchive (Art. 23B, comma 2, lettera c)
Crinali (Art. 23C)	
	Crinali spartiacque principali (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Crinale spartiacque principale che rappresenta la connotazione fisiografica e paesistica di delimitazione delle regioni Emilia Romagna e Toscana (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Crinali minori (Art. 23C, comma 1, lettera b)
	Patrimonio geologico (Art. 23D)
	Zone di tutela naturalistica (Art. 24)
Rete ecologica provinciale - sistema delle aree protette	
Progetti di tutela, recupero e valorizzazione e "Aree Studio" (Art. 32)	
	Progetti di tutela, recupero e valorizzazione (Art. 32, comma 1)
	Aree studio (Art. 32, comma 4)

Struttura del paesaggio e tutela del paesaggio identitario			
Principali ambiti di paesaggio (Art. 34)			
	Ambito di crinale (Art. 34, comma 4a)		
	Ambito di quinta collinare (Art. 34, comma 4b)		
	Ambito fluviale di alta pianura (Art. 34, comma 4c)		
	Ambito delle valli di bassa pianura (Art. 34, comma 4d)		
Ambiti ed elementi territoriali di interesse paesaggistico ambientale			
	Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale (Art. 39)		
	Zone di particolare interesse paesaggistico e ambientale soggette a decreto di tutela (Art. 40)		
Ambiti ed elementi territoriali di interesse storico culturale - sistema delle risorse archeologiche			
Zone ed elementi di interesse storico archeologico (Art. 41A)			
	Complessi archeologici (Art. 41A, comma 2, lettera a)		
	Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica (Art. 41A, comma 2, lettera b1)		
	Aree di concentrazione di materiali archeologici (Art. 41A, comma 2, lettera b2)		
	Fascia di rispetto archeologico della via Emilia (Art. 41A, comma 5)		
Zone ed elementi di tutela dell'impianto storico della centuriazione (Art. 41B)			
	Zone di tutela degli elementi della centuriazione (Art. 41B, comma 2, lettera a)		
	Elementi della centuriazione (Art. 41B, comma 2, lettera b)		
	Insediamenti urbani storici e strutture insediative storiche non urbane (Art. 42)		
	Sistema dei terreni interessati dalle partecipanze (Art. 43A)		
	Terreni interessati da bonifiche storiche di pianura (Art. 43B)		
	Viabilità storica (Art. 44A)		
	Viabilità panoramica (Art. 44B)		
	Canali storici (Art. 44C)		
	Strutture di interesse storico testimoniale (Art. 44D)		
	A = Bastione	I = Prato	R = Ospedale
	B = Bosco	L = Risaia	S = Manufatto idraulico
	C = Chiesa	M = Tabernacolo	T = Teatro
	D = Cimitero	N = Castello	U = Cantina
	E = Fornace	O = Villa e abitazione	V = Museo
	F = Opificio	P = Scuola	W = Barchessone
	G = Oratorio	Q = Stazione ferroviaria	Z = Polveriera
	H = Ponte		
LIMITI AMMINISTRATIVI			
+++++	Limite di Regione		
-----	Limite di Provincia		
-----	Limite di Comune		

Figura 8: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 1.2.5 – TUTELA DELLE RISORSE NATURALI, FORESTALI E DELLA BIODIVERSITÀ DEL TERRITORIO – SCALA 1:25.000



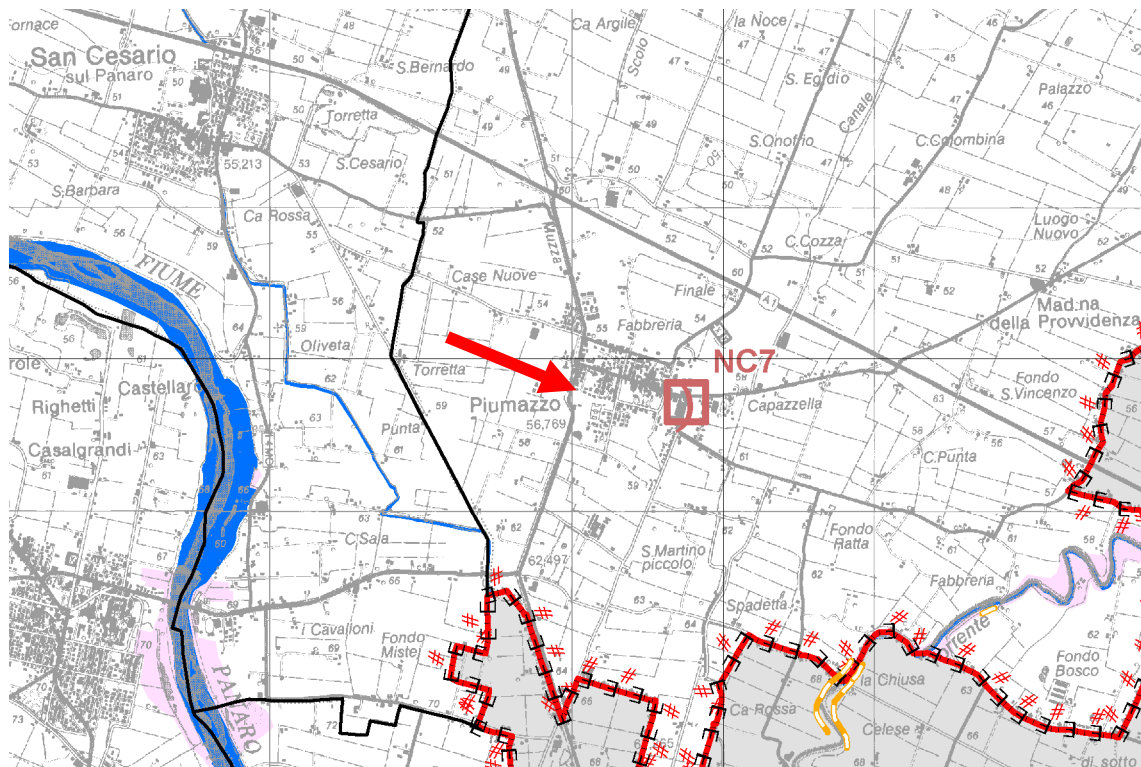
VOCI DI LEGENDA	
Aree Protette (L.R. 06/2005)	
	Parco Regionale - zona parco (Art.31)
	Parco Regionale - area contigua (Art.31)
	Riserve Naturali (Art.31)
	Aree di Riequilibrio Ecologico (Art.31)
Territori vocati all'ampliamento o istituzione di aree protette (Art.31)	
	Proposta di Aree di Riequilibrio Ecologico
	Proposta di "Paesaggio naturale e seminaturale protetto della collina occidentale modenese"
Rete Natura 2000	
	Siti di Importanza Comunitaria - SIC (Art.30)
	Zone di Protezione Speciale - ZPS (Art.30)
	Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale - SIC e ZPS (Art.30)
Sistema forestale boschivo	
	Aree forestali (Art.21)
Elementi funzionali della rete ecologica provinciale	
	Nodi ecologici complessi (Art.28)
	Nodi ecologici semplici (Art.28)
	Corridoi ecologici primari (Art.28)
	Corridoi ecologici secondari (Art.28)
	Connettivo ecologico diffuso (Art.28)
	Direzioni di collegamento ecologico (Art.28)
	Varchi ecologici (Art.28)

Potenziali elementi funzionali alla costituzione della rete ecologica locale	
	Corridoi ecologici locali (Art.29)
	Zone umide
	Maceri principali (Art.44C)
	Fontanili (Art.12A)
	Zona di tutela dei fontanili (Art.12A)
	Mitigazione TAV
	Ambiti agricoli periurbani di rilievo provinciale (Art.72)
Principali fenomeni di frammentazione della rete ecologica	
Insediativi	
	Territorio insediato al 2006
Infrastrutturali della mobilità	
	Infrastrutture viarie esistenti
	Infrastrutture ferroviarie esistenti
	Infrastrutture viarie di progetto
	Infrastrutture ferroviarie di progetto
Infrastrutturali tecnologici	
	Sistema elettrodotti ad altissima e alta tensione
	Siti di emittenza radio televisiva individuati dal PLERT
	Opere di regimazione idraulica
	Impianti idrovori
Produttivi	
	Escavazione di inerti

LIMITI AMMINISTRATIVI

----- Limite di Regione ++++ Limite di Provincia _____ Limite di Comune

Figura 10: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 2.3.2 – RISCHIO IDRAULICO: CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DELLA CRITICITA' IDRAULICA – SCALA 1:50.000



VOCI DI LEGENDA	
Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)
Infrastrutture per la sicurezza idraulica esistenti	
	E1 Cassa di laminazione del Cavo Argine
	E2 Cassa di laminazione del Fiume Secchia
	E3 Cassa di laminazione del Fiume Panaro
	E4 Paratoia di regolazione del Cavo Levata
	E5 Porte Vinciane del Canale Naviglio
	E6 Paratoia di regolazione del Canale di Freto
	E7 Clapet del Canale di Freto
	E8 Sifone a botte del Canale San Pietro
	E9 Attraversamento pensile del Canale Diamante
	E10 Sifone a botte del Canale San Pietro
	E11 Sifone a botte del Canale di Modena
	E12 Paratoia di regolazione del Cavo Archirola
	E13 Porte Vinciane del Canale Collettore Acque Alte

Infrastrutture per la sicurezza idraulica previste e/o da completare	
	P1 Cassa di laminazione Prati di San Clemente
	P2 Cassa di laminazione Fiume Panaro (ampliamento e regolazione)
	P3 Cassa di laminazione del Torrente Tiepido
	P4 Cassa di laminazione del Diversivo Martiniana
	P5 Paratoia di regolazione del Cavo Argine
	P6 Paratoia di regolazione del Cavo Minutara
	P7 Diversivo Martiniana
	P8 Collettore di Levante
	P9 Opera di difesa della città di Sassuolo
	P10 Risagomatura del Torrente Grizzaga
Nodi di criticità idraulica	
	NC1 Rio Corlo (Canale di Modena, Fossa di Spezzano)
	NC2 Torrente Tiepido, Grizzaga e Gherbella (Fiume Panaro)
	NC3 Canale di San Pietro (Torrente Tiepido)
	NC4 Sistema Martiniana (Torrente Tiepido)
	NC5 Cavo Archirola
	NC7 Cavo Finaletto
	NC8 Fossella Torbida
	NC9 Rio San Marco
	NC10 Rio dei Gamberi
	NC11 Cavo Arginetto
	NC12a Canale Naviglio
	NC12b Canale Naviglio
	NC12c Cavo Levata (Canale Naviglio)
	NC13 Canaletto di Freto
	NC19 Rio Faellano (Fiume Panaro)
	NC20 Rio Faellano (Fiume Panaro)
	NC21 Rio Corlo
	NC22a Cavo Argine (Canale Naviglio)
	NC22b Cavo Minutara (Canale Naviglio)
	NC25a Diversivo Gherardo (Cavo Lama)
	NC25b Diversivo Cavata (Cavo Lama)
	NC25c Diversivo Cavata
	NC26 Fossa Cappello (Canale Acque Basse Modenesi)
	NC30 Dogaro Uguzzone, Scolo Raimonda (Canale di Burana)
	NC38 Acque Alte (Fiume Panaro)
	Indicazione dei tratti passibili di sommonte arginale per piene con tempo di ritorno di 100 anni del torrente Samoggia
Piano Strada per il Bacino del Torrente Samoggia (Aggiornamento 2007 - D.G.R. n.192 del 17/11/2008)	

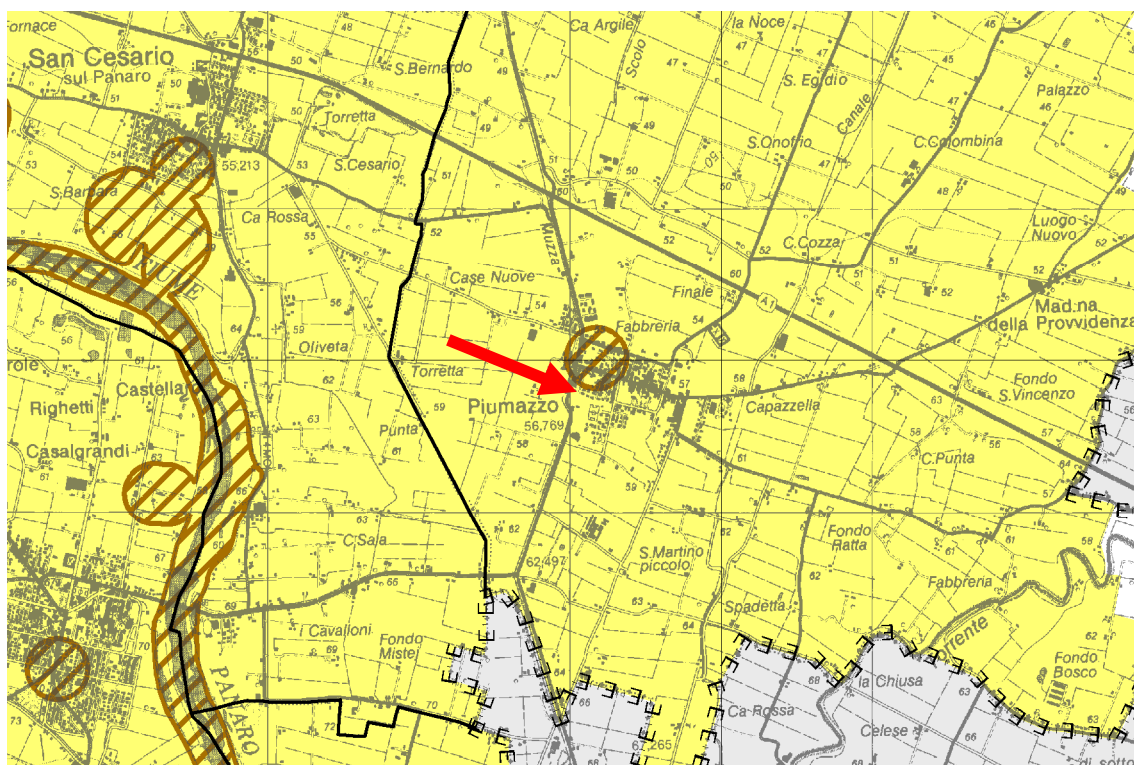
LIMITI AMMINISTRATIVI

+++++ Limite di Regione



EEEEEE Limite di Provincia

----- Limite di Comune

Figura 13: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.3.2 – RISCHIO INQUINAMENTO ACQUE: ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA E ASSIMILATE – SCALA 1:50.000



VOCI DI LEGENDA

	Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola * (Art.13B)
	Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola assimilate ** (Art.13B)

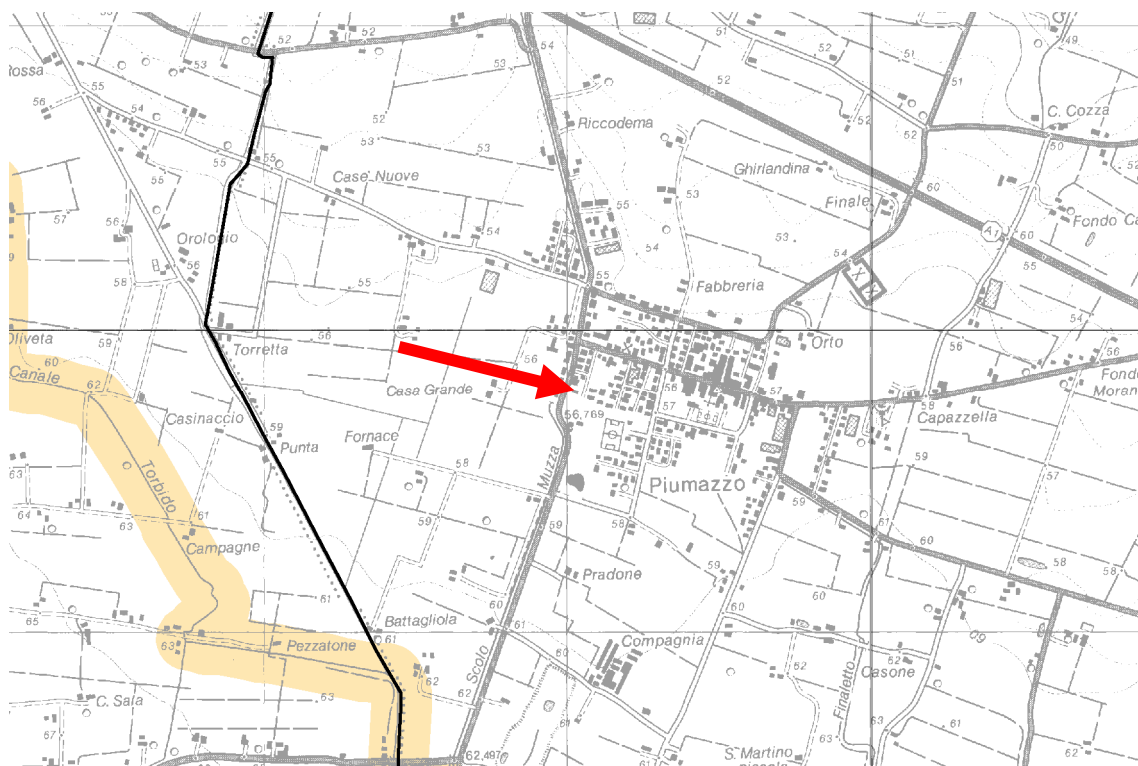
* aree individuate alla lettera a) e b) dell'art. 30 del titolo III delle Norme del Piano di Tutela delle Acque.

** zone di rispetto delle captazioni e derivazioni dell'acqua destinata al consumo umano di cui all'art. 94, comma 6, del D.Lgs 152/2006 e fasce fluviali A e B del PAI, assimilate ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera a) secondo e terzo alinea del Piano Azione Nitrati approvato con Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.96 del 16/01/2007.

LIMITI AMMINISTRATIVI

-+--+--+ Limite di Regione E·E·E·E·E Limite di Provincia ——— Limite di Comune

Figura 14: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.4.5 – RISCHIO INQUINAMENTO SUOLO: ZONE NON IDONEE ALLA LOCALIZZAZIONE DI IMPIANTI DI SMALTIMENTO E RECUPERO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI, SPECIALI E SPECIALI PERICOLOSI – SCALA 1:25.000



VOCI DI LEGENDA

Zone non idonee alla localizzazione di impianti di smaltimento e recupero di rifiuti urbani, speciali e speciali pericolosi (Art. 81 comma 5)

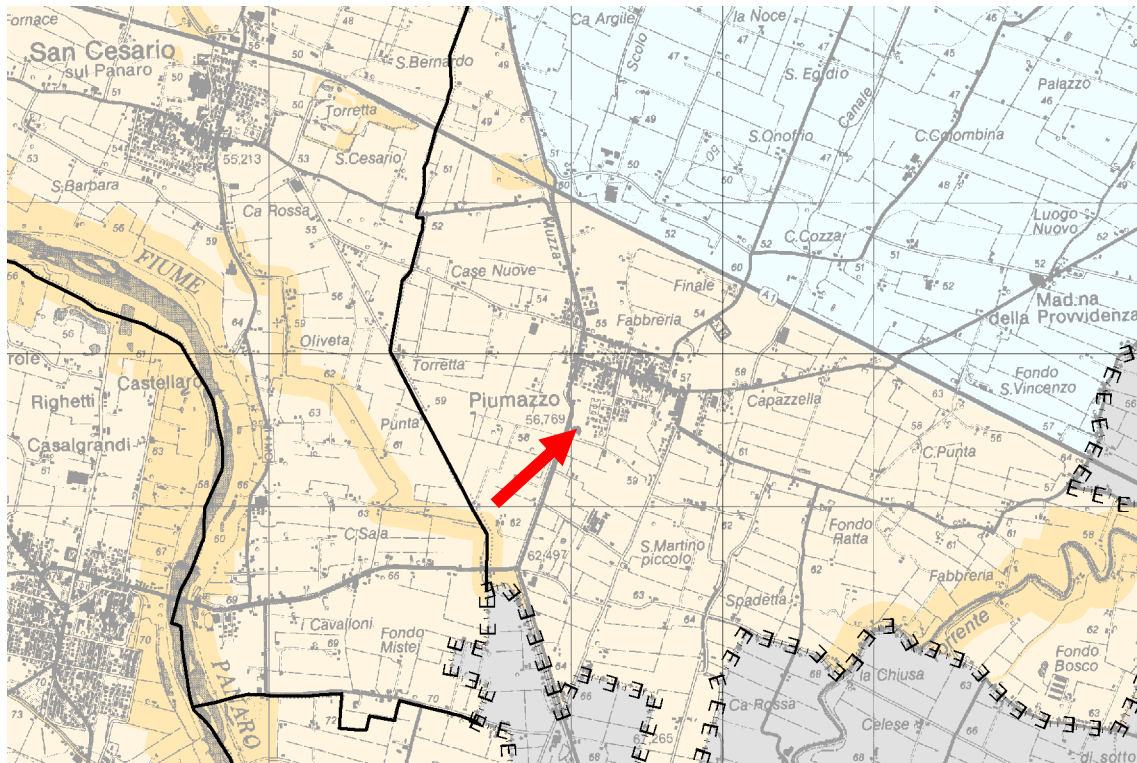
LIMITI AMMINISTRATIVI

-+-+-+--+ Limite di Regione

E|E|E|E|E|E|E| Limite di Provincia

———— Limite di Comune

Figura 15: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 3.5.2 – RISCHIO INDUSTRIALE: COMPATIBILITA' AMBIENTALE DELLE ZONE INTERESSATE DA STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE – SCALA 1:50.000



VOCI DI LEGENDA

Compatibilità ambientale	
	Zone di incompatibilità ambientale assoluta (Art. 61 comma 10)
	Zone di compatibilità ambientale condizionata ai fini della tutela della risorsa idrica superficiale e sotterranea - tipo A (Art. 61 comma 12)
	Zone di compatibilità ambientale condizionata ai fini della tutela della risorsa idrica superficiale e sotterranea - tipo B (Art. 61 comma 13)
	Zone idonee

LIMITI AMMINISTRATIVI

-+-+-+-- Limite di Regione

E | E | E | E | E | E |

Limite di Provincia

Limite di Comune

Figura 16: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 4.1.2 – ASSETTO STRUTTURALE DEL SISTEMA INSEDIATIVO E DEL TERRITORIO RURALE – SCALA 1:50.000

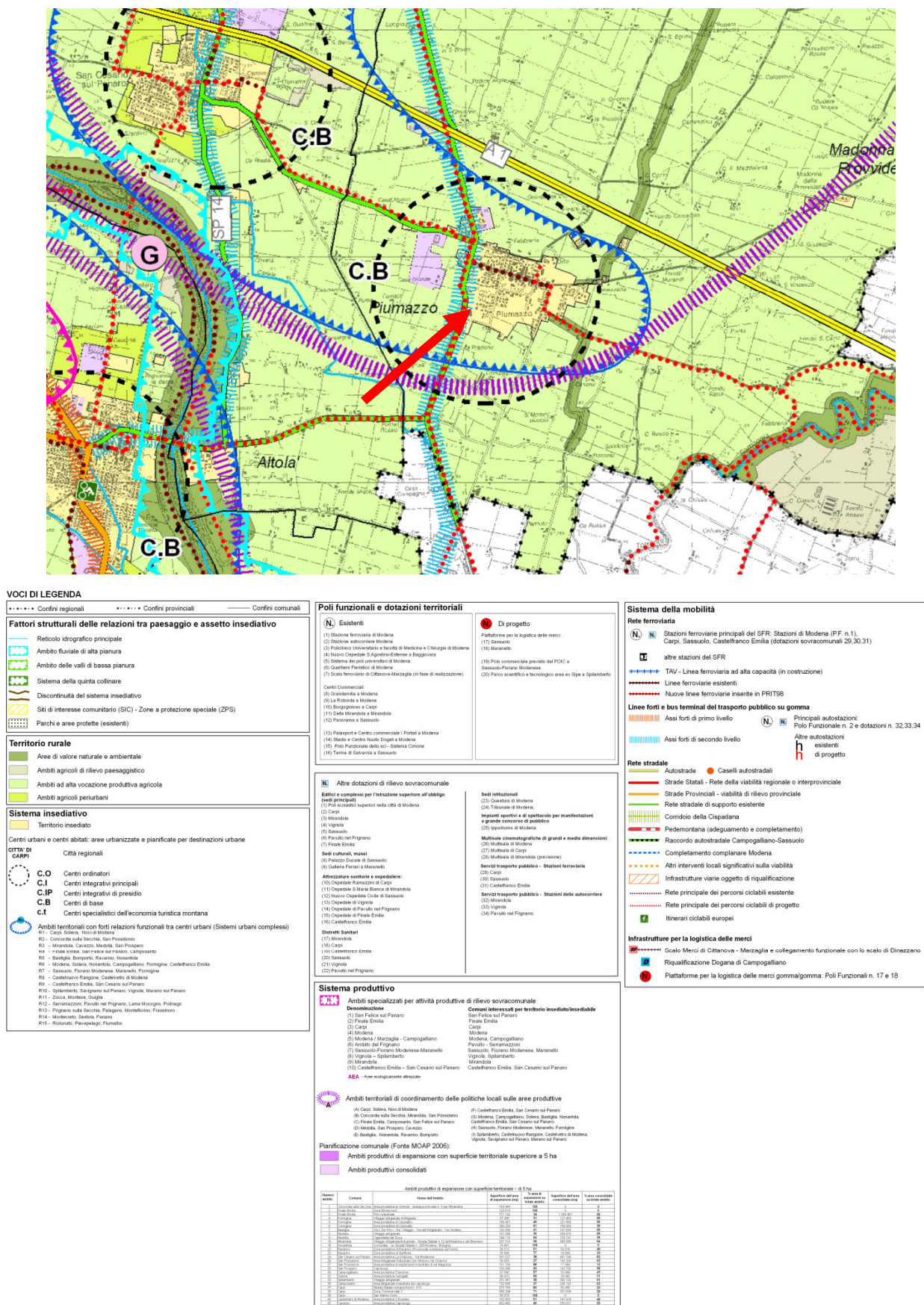
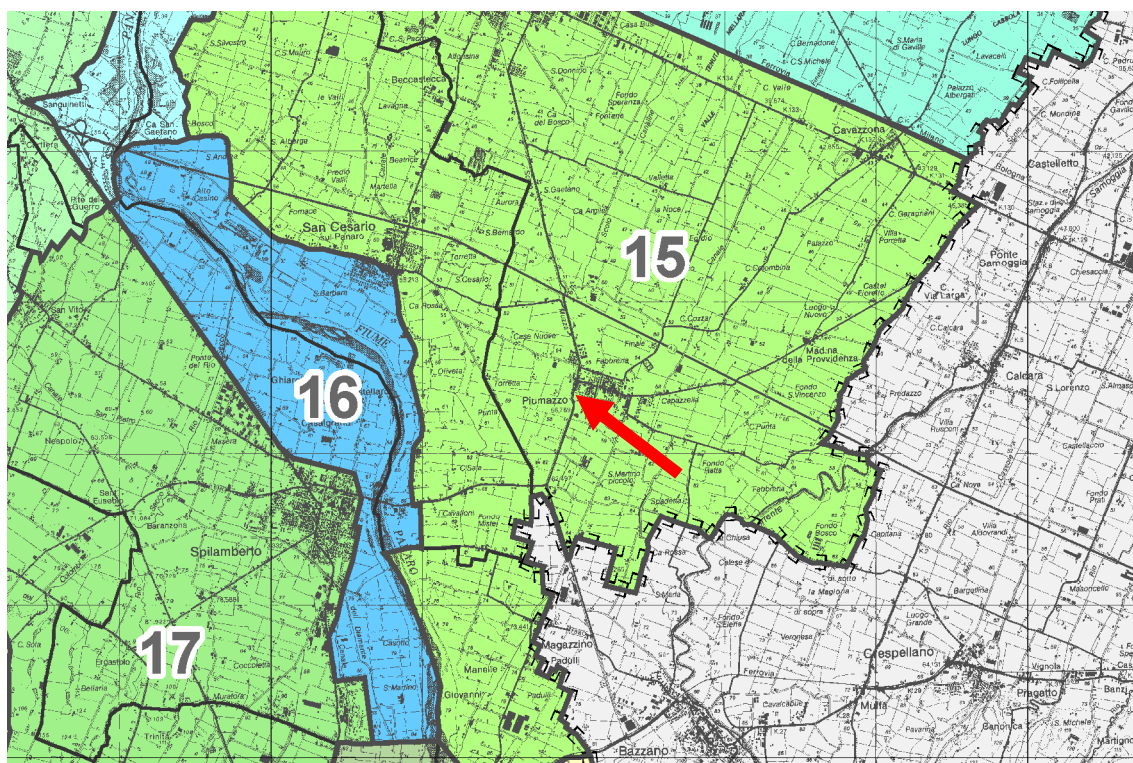


Figura 18: ESTRATTO DI P.T.C.P. DELLA PROVINCIA DI MODENA TAV. 7 – CARTA DELLE UNITA' DI PAESAGGIO – SCALA 1:100.000



VOCI DI LEGENDA

Unità di Paesaggio (U.P.)	
1	Pianura della bonifica recente
2	Dossi e zone più rilevate nella bassa e media pianura
3	Pianura della bonifica recente nei territori di Novi di Modena e a nord di Carpi
4	Paesaggio periferiale del fiume Panaro nella fascia di bassa e media pianura
11	Paesaggio periferiale del fiume Panaro nella prima fascia regimata
16	Paesaggio periferiale del fiume Panaro in prossimità di Spilamberto e San Cesario sul Panaro
5	Paesaggio periferiale del fiume Secchia nella fascia di bassa e media pianura
10	Paesaggio periferiale del fiume Secchia nella prima fascia regimata
12	Paesaggio periferiale del fiume Secchia nella fascia di alta pianura
6	Media pianura di Ravarino
9	Media pianura di Nonantola e nord di Castelfranco
7	Pianura di Carpi, Soliera e Campogalliano
8	Paesaggio periurbano di Modena e della fascia nord del capoluogo
13	Paesaggio dell'alta pianura occidentale
14	Paesaggio dell'alta pianura centro orientale
15	Paesaggio dell'alta pianura di Castelfranco Emilia e San Cesario sul Panaro
17	Paesaggio pedecollinare dei principali centri di Spilamberto, Vignola e Marano sul Panaro
18	Paesaggio della conurbazione pedemontana centro occidentale
19	Paesaggio delle "Basse" di Vignola, Savignano e Marano sul Panaro
20	Paesaggio della collina: prima quinta collinare orientale
21	Paesaggio della collina: prima quinta collinare occidentale
22	Paesaggio della collina: prima quinta collinare centrale
23	Paesaggio della collina: collina interna
24	Paesaggio dell'alta collina e prima fascia montana
25	Paesaggio della collina del ciliegio
26	Paesaggio della montagna centrale e della dorsale di crinale appenninico

LIMITI AMMINISTRATIVI

+-+-+ Limiti di Regione

E·E·E·E·E·E·E· Limite di Provincia

_____ Limite di Comune

7 INQUADRAMENTO SISMICO NORMATIVO

Con riferimento al D.M.LL.PP. del 16.01.1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”, il territorio nazionale è suddiviso in tre aree sismiche, ognuna caratterizzata da un “Coefficiente di Intensità Sismica C” definito dalla seguente relazione:

$$C = \frac{(S - 2)}{100}$$

dove S è il “grado di sismicità” dell’area indagata ($S \geq 2$).

A S sono attribuiti, sulla base delle vulnerabilità della zona, i valori di 12 – 9 – 6, rispettivamente per area a elevata, media e bassa sismicità. Di seguito sono riportati i valori del coefficiente d’intensità sismica C corrispondenti alle diverse categorie sismiche.

Categoria sismica	Grado di sismicità S	Coefficiente d'intensità sismica C
I	12	0,10
II	9	0,07
III	6	0,04
IV	NON SISMICO	NON SISMICO

In base all’O.P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche (O.P.C.M. del 02.10.2003 n. 3316 e O.P.C.M. del 03.05.2005 n. 3431) e all’O.P.C.M. del 28.04.2006 n. 3519, si definiscono i criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche. In relazione alle “Norme tecniche” si suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche, caratterizzate da 4 diversi valori di accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico. Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30} > 800$ m/sec.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi intervallati da valori non minori di 0,025 g.

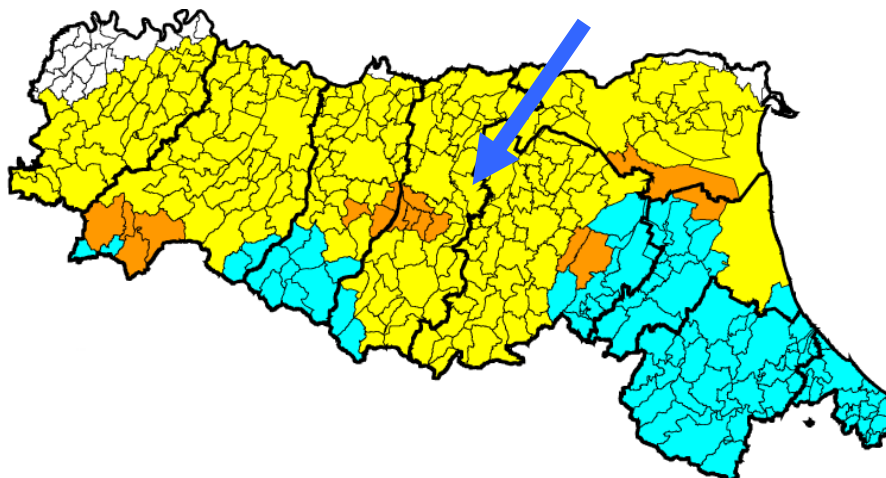
In base all’O.P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274 il **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** ricade in **zona sismica 3**.

In base all’O.P.C.M. del 28.04.2006 n. 3519 al **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** è attribuito un valore di pericolosità sismica compreso tra **0,150** e **0,175**.

Figura 19: MAPPA DELLA RICLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ORDINANZA DEL PCM N. 3247/2003

LEGENDA

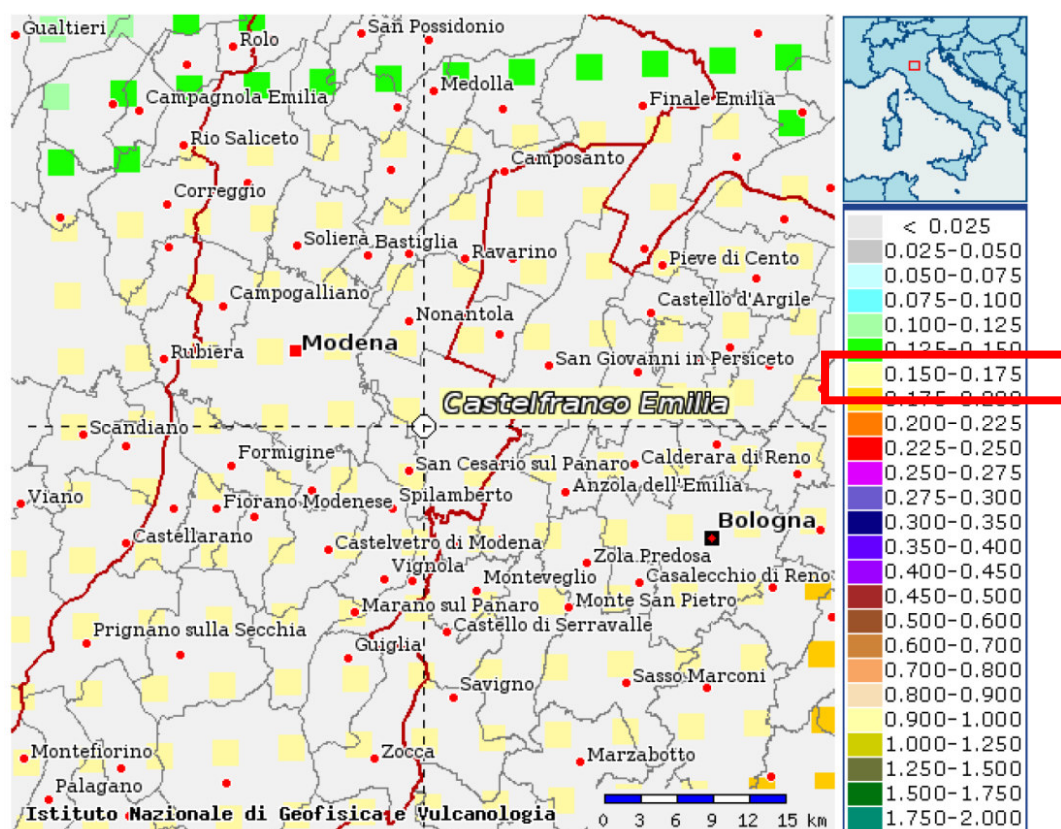
precedente riclassificazione (1983 - 1984)	89
zona 2	16
zona 3	214
zona 4	22
n. Comuni coinvolti	



Allegato A - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELL'EMILIA-ROMAGNA

Codice ISTAT 2001	Provincia	COMUNE	Anno di				Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)	
			prima classificazione	declassificazione	riclassificazione	riclassificazione				
Zona 2										
8036008	MO	CASTELVETRO DI MODENA	2003				N.C.	II	2	
8036013	MO	FIORANO MODENESE	2003				N.C.	II	2	
8036015	MO	FORMIGINE	2003				N.C.	II	2	
8036016	MO	FRASSINORO	1927	1937	1983		II	III	2	
8036019	MO	MARANELLO	2003				N.C.	II	2	
8036031	MO	PIEVEPELAGO	1927	1937	1983		II	III	2	
8036040	MO	SASSUOLO	2003				N.C.	II	2	
Zona 3										
8036001	MO	BASTIGLIA	2003				N.C.	III	3	
8036002	MO	BOMPORTO	2003				N.C.	III	3	
8036003	MO	CAMPOGALLIANO	2003				N.C.	III	3	
8036004	MO	CAMPOSANTO	2003				N.C.	III	3	
8036005	MO	CARRI	2003				N.C.	III	3	
8036006	MO	CASTELFRANCO EMILIA	2003				N.C.	III	3	
8036007	MO	CASTELNUOVO RANGONE	2003				N.C.	III	3	
8036009	MO	CAVEZZO	2003				N.C.	III	3	
8036010	MO	CONCORDIA SULLA SECCHIA	2003				N.C.	III	3	
8036011	MO	FANANO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036012	MO	FINALE EMILIA	2003				N.C.	III	3	
8036014	MO	FIUMALBO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036017	MO	GUIGLIA	2003				N.C.	III	3	
8036018	MO	LAMA MOCOGNO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036020	MO	MARANO SUL PANARO	2003				N.C.	III	3	
8036021	MO	MEDOLLA	2003				N.C.	III	3	
8036022	MO	MIRANDOLA	2003				N.C.	III	3	
8036023	MO	MODENA	2003				N.C.	III	3	
8036024	MO	MONTECRETO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036025	MO	MONTEFIORINO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036026	MO	MONTESE	2003				N.C.	III	3	
8036027	MO	NONANTOLA	2003				N.C.	III	3	
8036028	MO	NOVI DI MODENA	2003				N.C.	III	3	
8036029	MO	PALAGANO	2003				N.C.	III	3	
8036030	MO	PAVULLO NEL FRIGNANO	2003				N.C.	III	3	
8036032	MO	POLINAGO	2003				N.C.	III	3	
8036033	MO	PRIGNANO SULLA SECCHIA	2003				N.C.	III	3	
8036034	MO	RAVARINO	2003				N.C.	III	3	
8036035	MO	RIOLUNATO	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036036	MO	SAN CESARIO SUL PANARO	2003				N.C.	III	3	
8036037	MO	SAN FELICE SUL PANARO	2003				N.C.	III	3	
8036038	MO	SAN POSSIDONIO	2003				N.C.	III	3	
8036039	MO	SAN PROSPERO	2003				N.C.	III	3	
8036041	MO	SAVIGNANO SUL PANARO	2003				N.C.	III	3	
8036042	MO	SERRAMAZZONI	2003				N.C.	III	3	
8036043	MO	SESTOLA	1927	1937	2003		N.C.	III	3	
8036044	MO	SOLIERA	2003				N.C.	III	3	
8036045	MO	SPILAMBERTO	2003				N.C.	III	3	
8036046	MO	VIGNOLA	2003				N.C.	III	3	
8036047	MO	ZOCCA	2003				N.C.	III	3	

Figura 20: MAPPA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELLA'REA DI CASTELFRANCO EMILIA (DA ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA)



Il D.M. del 14.01.2008 prescrive che le azioni sismiche su ciascuna struttura sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r , ricavato moltiplicando la vita nominale dell'opera V_N per il coefficiente d'uso C_U , definito al variare della classe d'uso dell'opera stessa.

Figura 21: TABELLA VITA NOMINALE DELL'OPERA (DA N.T.C. 2008)

Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Figura 22: TABELLA CLASSI D'USO DELLE COSTRUZIONE (DA N.T.C. 2008)

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Figura 23: TABELLA COEFFICIENTI D'USO (DA N.T.C. 2008)

Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1	1.5	2

La presente normativa stabilisce che gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. Gli stati limite di esercizio sono lo Stato Limite di Operatività (SLO) e lo Stato Limite di Danno (SLD), mentre gli stati limite ultimi sono lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di Collasso (SLC). Il D.M. 14.01.2008 stabilisce che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulle categorie di sottosuolo di riferimento e sulle condizioni topografiche del sito. Ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,30}$ entro i primi 30 m di profondità. Nei casi in cui tale determinazione non sia possibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) $N_{SPT,30}$ nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente $c_{u,30}$ nei terreni prevalentemente a grana fina.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [m/s]$$

la resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$ è definita dall'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

la resistenza non drenata equivalente $c_{u,30}$ è definita dall'espressione:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

dove h_i , $V_{s,i}$, $N_{SPT,i}$ e $c_{u,i}$ sono rispettivamente lo spessore, la velocità delle onde di taglio V_s , il numero di colpi N_{SPT} e la resistenza non drenata c_u nell' i -esimo strato compreso nei primi **30 m di profondità**.

Le categorie di sottosuolo di riferimento sono:

Tipo A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
Tipo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Tipo C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Tipo D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
Tipo E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con spessore non superiore ai 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

La normativa prevede due categorie aggiuntive di sottosuolo per le quali è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno:

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

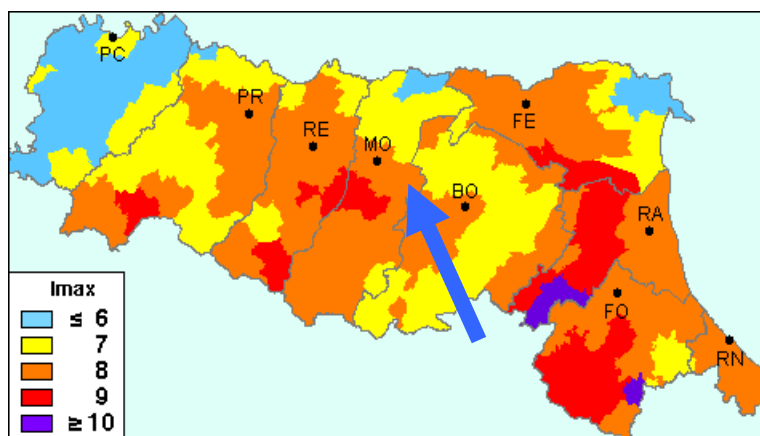
Ai fini della normativa, l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti transazionali, due orizzontali e una verticale, da considerarsi tra di loro indipendenti. Queste componenti possono essere descritte mediante accelerazione massima attesa in superficie, accelerazione massima e relativo spettro di risposta atteso in superficie, accelerogrammi. Lo spettro di risposta elastica in accelerazione è espresso da una forma spettrale riferita a uno smorzamento del 5%, moltiplicata per l'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale.

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è definito in base al valore dell'accelerazione a_g relativa alla zona indagata, moltiplicata per un coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

Per un determinato sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui espressione dipende, tramite opportuni coefficienti numerici, dall'accelerazione orizzontale massima al sito (a_g), dal valore massimo di accelerazione dello spettro orizzontale (F_0) e dal periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale (T_c^*). Questi tre coefficienti variano secondo le coordinate del sito, dalla vita di riferimento della struttura e dalla probabilità di superamento della vita di riferimento.

Per quanto riguarda l'aspetto macrosismico della zona in esame, dallo studio effettuato da D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise (1996) per conto del Dipartimento della Protezione Civile, realizzato utilizzando la banca dati del GNDT e il Catalogo dei Forti Terremoti Italiani di ING/SGA, si può notare che il **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** presenta un'intensità macrosismica I_{max} pari a 8.

Figura 24: MAPPA DELLE MASSIME INTENSITA' MACROSISMICHE OSSERVATE NEI COMUNI ITALIANI - PARTICOLARE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



In base al DBMI04 (Stucchi et alii., 2007), il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (dal 217a.c. al 2002), è stata determinata la storia sismica del **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** riportata nella tabella seguente, imponendo un raggio di ricerca dal sito oggetto di studio pari a 50 Km.

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	Ti	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
5	DI	-91						Modena-Reggio Emilia	CFTI	3	85	80		44.65	10.78	A	5.66	0.17		5.53	0.25	5.53	0.25	913	G	24			5
53	DI	1249	9			16	30	Modena	CFTI	4	75	65	M	44.65	10.93	A	5.03	0.33		4.6	0.49	4.8	0.45	912	G	115	595	53	
84	DI	1323	2	25	19			Bologna	CFTI	5	65	55	M	44.5	11.33	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	913	G	144	755	84	
90	DI	1345	1	31				CASTELNUOVO	DOM	1	55	55		44.81	10.564	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	912	A		596	90	
93	DI	1346	2	22	11			Ferrara	CFTI	14	75	75		44.92	11.02	A	5.81	0.24		5.75	0.35	5.75	0.35	912	G	149	862	93	
106	DI	1365	7	25	18			Bologna	CFTI	5	75	65	M	44.5	11.33	A	5.03	0.33		4.6	0.49	4.8	0.45	913	G	159	756	106	
123	DI	1399	7	20	23			Modenese	CFTI	6	70	70		44.47	11.07	A	5.4	0.16		5.15	0.24	5.31	0.22	913	G	169	757	123	
142	DI	1433	5	4	8	5		Bologna	CFTI	5	70	60	M	44.5	11.33	A	5.03	0.17		4.6	0.25	4.8	0.23	913	G	180	759	142	
151	DI	1455	2	6				BOLOGNESE	DOM	1		75		44.4	11.25	A	5.37	0.3		5.1	0.45	5.27	0.42	913	G		760	151	
152	DI	1455	12	20	20	45		Media valle del Reno	CFTI	7	75	70		44.42	11.27	A	5.18	0.25		4.81	0.37	5	0.34	913	G	185	761	152	
160	DI	1465	4	15	14	40		Reggio Emilia	CFTI	6	65	65		44.7	10.63	A	5.03	0.33		4.6	0.49	4.8	0.45	913	G	192	600	160	
171	DI	1474	3	11	20	30		MODENA	DOM	12	60	60		44.67	10.925	A	4.89	0.17		4.39	0.26	4.61	0.24	912	G		601	171	
195	DI	1501	6	5	10			Appennino modenese	CFTI	19	90	85	M	44.52	10.85	A	5.85	0.11		5.82	0.16	5.82	0.16	913	G	204	602	195	
202	DI	1505	1	3	2			Bologna	CFTI	31	70	70		44.48	11.25	A	5.47	0.09		5.25	0.14	5.41	0.13	913	G	207	762	202	
203	DI	1505	5	15				BOLOGNA	DOM	1	55	55		44.98	11.34	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	913	G		763	203	
242	DI	1547	2	10	13	20		Reggio Emilia	CFTI	13	80	70	M	44.7	10.63	A	5.21	0.25		4.86	0.37	5.05	0.34	913	G	223	603	242	
257	DI	1561	11	24	1	25		Ferrara	CFTI	5	65	55	M	44.78	11.45	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	912	G	229	867	257	
266	DI	1574	3	17	3	40		FINALE EMILIA	DOM	4	70	70		44.833	11.294	A	5.12	0.22		4.73	0.33	4.92	0.31	912	G		869	266	
279	CP	1586	1	12	12			SPILAMBERTO	POS85			60		44.583	11		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		605	279	
281	DI	1591	5	24				REGGIO EMILIA	DOM	4	60	60		44.697	10.631	A	4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		606	281	
304	DI	1608	1	6				REGGIO EMILIA	DOM	2	60	60		44.697	10.631	A	4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		607	304	
362	DI	1660						MODENA	DOM	1	55	55		44.647	10.925	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	912	G		609	362	
368	CP	1666	4	14	18	58		BOLOGNA	POS85			60		44.5	11.333		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		764	368	
374	DI	1671	6	20				RUBIERA	DOM	13	70	70		44.709	10.814	A	5.34	0.15		5.06	0.22	5.23	0.2	912	G		610	374	
606	DI	1779	6	4	7			Bolognese	CFTI	12	70	65		44.45	11.52	A	4.97	0.2		4.51	0.29	4.72	0.27	914	G	319	765	606	
609	DI	1780	2	6	4			Bolognese	CFTI	7	65	55	M	44.62	11.32	A	4.85	0.11		4.32	0.16	4.54	0.15	912	G	323	766	609	
692	DI	1801	10	8				BOLOGNA	DOM	1	55	55		44.498	11.34	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	913	G		767	692	
703	DI	1806	2	12				NOVELLARA	DOM	28	70	70		44.862	10.671	A	5.26	0.16		4.93	0.24	5.11	0.22	912	A		875	703	
717	DI	1810	12	25		45		NOVELLARA	DOM	33	70	70		44.898	10.712	A	5.28	0.1		4.97	0.15	5.15	0.14	912	A		876	717	
720	DI	1811	7	15	22	44		SASSUOLO	DOM	21	70	70		44.572	10.728	A	5.24	0.19		4.91	0.28	5.09	0.26	913	G		614	720	
791	DI	1831	9	11	18	15		Reggiano	CFTI	24	75	75		44.75	10.55	A	5.48	0.13		5.27	0.19	5.43	0.18	912	G	378	616	791	
798	DI	1832	3	13	3	30		Reggiano	CFTI	93	75	75		44.77	10.47	A	5.59	0.07		5.43	0.11	5.57	0.11	913	G	382	617	798	
803	DI	1834	10	4	19			Bologna	CFTI	10	60	55	M	44.6	11.37	A	4.63	0.13		4	0.2	4.25	0.19	912	G	384	768	803	
871	DI	1850	9	18	6	10		MODENA	DOM	7	60	60		44.614	10.965	A	4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	912	G		618	871	
906	DI	1857	2	1				PARMENSE	DOM	22	65	65		44.749	10.48	A	5.26	0.12		4.94	0.18	5.12	0.17	913	G		619	906	
939	DI	1864	3	15				ZOCCA	DOM	13	65	65		44.337	11.059	A	5.03	0.33		4.6	0.49	4.8	0.45	913	G		769	939	
961	DI	1869	6	25				VERGATO	DOM	16	75	75		44.314	11.116	A	5.32	0.19		5.03	0.28	5.2	0.26	913	G		770	961	
966	CP	1869	12	13	2	53		SERRAMAZZONI	POS85			65		44.5	10.75		5.03	0.33		4.6	0.49	4.8	0.45	913	G		620	966	
984	DI	1873	5	16	19	35		REGGIANO	DOM	15	65	65		44.612	10.701	A	5.13	0.2		4.74	0.29	4.93	0.27	913	G		621	984	
1030	DI	1878	3	12	21	26		Bolognese	CFTI	27	60	60		44.42	11.55	A	4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	914	G	426	771	1030	
1054	DI	1881	1	24	16	4		Bolognese	CFTI	30	70	65		44.32	11.35	A	5.14	0.17		4.76	0.26	4.95	0.24	913	G	430	772	1054	
1144	DI	1889	3	8	2	47		BOLOGNA	DOM	32	60	60		44.518	11.237	A	4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		773	1144	
1190	CP	1892	5	17	3	8	15	CARPINETI	POS85			60		44.45	10.517		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		581	1190	
1236	CP	1895	8	7	19	49	32	FANANO	POS85			60		44.25	10.75		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		582	1236	
1259	CP	1896	12	8	17	6	45	FANANO	POS85			60		44.25	10.75		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		583	1259	
1337	CP	1901	1	20	6	30		POGGIO RUSCO	POS85			60		45	11.1		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36				880	1337	
1385	DI	1904	2	25	18	47	50	Reggiano	CFTI	62	70	60		44.48	10.63	A	5.13	0.07		4.75	0.11	4.94	0.11	913	G	461	624	1385	
1479	DI	1908	6	2	22	30		FRIGNANO	DOM	18	45	45		44.264	10.823	A	4.69	0.14		4.09	0.21	4.33	0.19	913	G		586	1479	
1482	CP	1908	6	28	3	19	58	FINALE EMILIA SUD	POS85			60		44.8	11.3		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	912	G		881	1482	
1504	CP	1909	3	18	2	51	52	CARPINETI	POS85			60		44.5	10.5		4.83	0.26		4.3	0.39	4.53	0.36	913	G		625	1504	
1622	DI	1915	10	10	23	10		REGGIO EMILIA	DOM	30	65	60		44.732	10.469	A	5.01	0.08		4.57	0.12	4.78	0.11	913	G		626	1622	
1729	DI	1922	5	24	21	17		CENTO	DOM	6	45	35		44.862	11.517	A	4.5	0.14		3.81	0.21	4.07	0.19	912	G		883	1729	
1739	DI	1923	6	28	15	12		FORMIGINE	DOM	22	60	60		44.595	10.799	A	5.21	0.05		4.86	0.08	5.05	0.07	913	G		627	1739	
1784	DI	1926	6	28	21	15		REGGIANO	DOM	3	40	40		44.488	10.487	A	4.61	0.11		3.97	0.16	4.22	0.15	913	G		628	1784	
1808	DI	1928	6	13	8			CARPI	DOM	35	70	65		44.797	10.872	A	4.85	0.09		4.32	0.13	4.54	0.12	912	G		884	1808	
1821	DI	1929	4	20	1	9	46																						

Formato del record

Codice CPTI04	descrizione	contenuto	Codice CPTI99	descrizione
N	numero d'ordine del record		N	numero d'ordine del record
Tr	tipo di record	DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici	Tr	tipo di record
Anno	tempo origine: anno		Anno	tempo origine: anno
Me	tempo origine: mese		Me	tempo origine: mese
Gi	tempo origine: giorno		Gi	tempo origine: giorno
Or	tempo origine: ora		Or	tempo origine: ora
Mi	tempo origine: minuto		Mi	tempo origine: minuto
Se	tempo origine: secondo		Se	tempo origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti		AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt	codice dell'elaborato di riferimento	vedi tabella 1	Rt	codice dell'elaborato di riferimento
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili		Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)		Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)		Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
TI	codice di determinazione di Io	M: valore assegnato manualmente	TI	codice di determinazione di Io
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali		Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali		Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali
TL	codice di localizzazione	A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale	TL	codice di localizzazione
--			Me	Magnitudo equivalente
--			De	Errore associato alla stima di Me

Codice CPTI04	descrizione	contenuto	Codice CPTI99	descrizione
--			Mm	Magnitudo macrosismica (calibrata a Ms)
--			Dm	Errore associato alla stima di Mm
--			Tm	Codice di determinazione di Mm
--			Ms	magnitudo calcolata sulle onde di superficie
--			Ds	errore associato alla stima di Ms
--			Ts	codice di determinazione di Ms
Maw	Magnitudo momento		--	
Daw	Errore associato alla stima di Maw		--	
TW	codice di determinazione di Maw	O: valore osservato	--	
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie	fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99	Ma	Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das	Errore associato alla stima di Mas	fino al 1980 coincide con Da di CPTI99	Da	Errore associato alla stima di Ma
TS	Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea	En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)	--	
Msp	Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)	per $M_s > 5.5$: $M_{sp} = M_s$ per $M_s \leq 5.5$: $M_{sp} = (M_s + 0.584) / 1.079$	--	
Dsp	Errore associato alla stima di Msp		--	
ZS9	Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato		--	
TZ	Codice di assegnazione alla zona sorgente	G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa	--	
Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2		Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2
Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1		Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1
Ncpt	Numero d'ordine dei record nel catalogo CPTI99		--	

8 INDAGINI IN SITO

Considerate le tipologie delle opere di progetto, sono stati condotti in sito i seguenti approfondimenti:

- esecuzione di indagini penetrometriche di tipo dinamico pesante
- esecuzione di sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- esecuzione di indagini geofisiche di tipo sismico a rifrazione

Figura 25: UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE IN SITO



9 INDAGINI GEOGNOSTICHE DI TIPO PENETROMETRICO DINAMICO PESANTE

Le indagini penetrometriche del tipo ad infissione dinamica sono state eseguite utilizzando una strumentazione avente le caratteristiche tecniche di seguito elencate.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	72,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	6	Kg
Diametro punta conica	50,46	mm
Area di base punta	20	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste per metro	7	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80	m
Avanzamento punta	0,30	m
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	1,15	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	60	°

Più precisamente sono state effettuate nr. **10 indagini penetrometriche** che non ha rilevato la presenza di una falda idrica superficiale, in quanto si sono arrestate in corrispondenza dei depositi ghiaiosi sabbiosi ad elevato addensamento presenti.

Le indagini penetrometriche effettuate sono state successivamente elaborate mediante un apposito software commercializzato dalla ditta Geostru sas denominato Dynamic Probing 2011 rev. 10.0.36 che ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici dei terreni.

Si riporta di seguito l'elaborazione dei dati rilevati.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 2,70 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

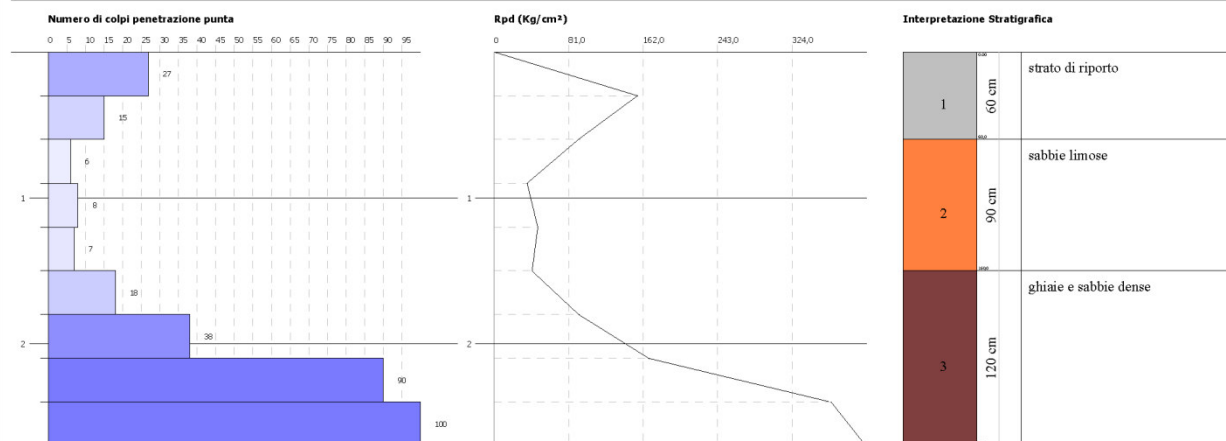
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,30	27	0,753	156,17	207,48	7,81	10,37
0,60	15	0,797	91,87	115,27	4,59	5,76
0,90	6	0,842	35,86	42,62	1,79	2,13
1,20	8	0,836	47,52	56,82	2,38	2,84
1,50	7	0,831	41,33	49,72	2,07	2,49
1,80	18	0,776	99,26	127,85	4,96	6,39
2,10	38	0,672	168,53	250,93	8,43	12,55
2,40	90	0,617	366,77	594,30	18,34	29,71
2,70	100	0,613	404,67	660,33	20,23	33,02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coop Pro Con Building - Coop Estense
Cantiere: Castell'Arancio Emilia
Località: Piumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Terzaghi-Peck	0,54

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Robertson (1983)	16,10

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Stroud e Butler (1975)	36,93

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Apollonia	80,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Meyerhof ed altri	1,90

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Meyerhof ed altri	1,91

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
-------------	------	------------------	--------------	-------------------------------

[2] - sabbie limose	8,05	1,50	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	99,06
---------------------	------	------	---	-------

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Gibbs & Holtz 1957	61,55
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Gibbs & Holtz 1957	32,04
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Gibbs & Holtz 1957	82,52

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Sowers (1961)	34,76
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Sowers (1961)	30,25
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Sowers (1961)	47,8

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Bowles (1982) Sabbia Media	195,75
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Bowles (1982) Sabbia Media	428,60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	77,07
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44,00
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	172,73

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - strato di	24,15	0,60	24,15	Meyerhof ed altri	2,06

riporto					
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Meyerhof ed altri	1,66
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Meyerhof ed altri	2,41

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	(A.G.I.)	0,31
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	(A.G.I.)	0,21

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Ohsaki (Sabbie pulite)	1296,75
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Ohsaki (Sabbie pulite)	461,70
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Ohsaki (Sabbie pulite)	3560,27

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Ohta & Goto (1978) Limi	94,07
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Ohta & Goto (1978) Limi	99,06
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Ohta & Goto (1978) Limi	164,92

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Navfac 1971-1982	4,74
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Navfac 1971-1982	1,68
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Navfac 1971-1982	11,93

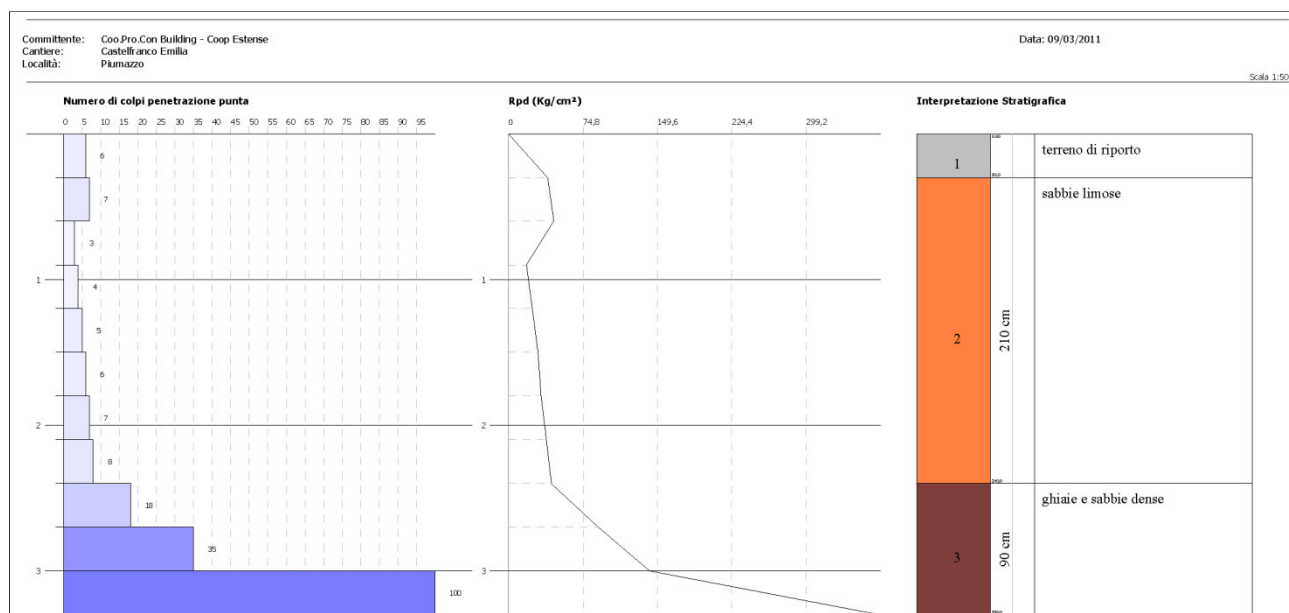
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - strato di riporto	24,15	0,60	24,15	Robertson 1983	48,30
[2] - sabbie limose	8,05	1,50	8,05	Robertson 1983	16,10
[3] - ghiaie e sabbie dense	70,72	2,70	70,72	Robertson 1983	141,44

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 09/03/2011
Profondità prova 3,30 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	6	0,853	39,32	46,11	1,97	2,31
0,60	7	0,847	45,56	53,79	2,28	2,69
0,90	3	0,842	17,93	21,31	0,90	1,07
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	6	0,826	35,22	42,62	1,76	2,13
2,10	7	0,822	37,98	46,22	1,90	2,31
2,40	8	0,817	43,17	52,83	2,16	2,64
2,70	18	0,763	90,67	118,86	4,53	5,94
3,00	35	0,659	142,22	215,93	7,11	10,80
3,30	100	0,605	373,05	616,93	18,65	30,85



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Terzaghi-Peck	0,41

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Robertson (1983)	13,14

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Stroud e Butler (1975)	30,14

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Apollonia	65,70

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Meyerhof ed altri	1,84

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Meyerhof ed altri	1,89

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	100,4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Gibbs & Holtz 1957	32,92
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Gibbs & Holtz 1957	27,37
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Gibbs & Holtz 1957	74,41

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Sowers (1961)	29,93
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Sowers (1961)	29,84
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Sowers (1961)	44,42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Bowles (1982) Sabbia Media	368,25

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - terreno di	6,9	0,30	6,9	Begemann 1974	41,64

riporto				(Ghiaia con sabbia)	
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40,96
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	147,93

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Meyerhof ed altri	1,60
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Meyerhof ed altri	2,28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	(A.G.I.)	0,34
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	(A.G.I.)	0,24

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Ohsaki (Sabbie pulite)	399,42
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	381,44
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	2985,97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Ohta & Goto (1978) Limi	66,26

[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Ohta & Goto (1978) Limi	100,4
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Ohta & Goto (1978) Limi	169,36

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Navfac 1971-1982	1,42
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Navfac 1971-1982	1,35
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Navfac 1971-1982	9,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - terreno di riporto	6,9	0,30	6,9	Robertson 1983	13,80
[2] - sabbie limose	6,57	2,40	6,57	Robertson 1983	13,14
[3] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,30	58,65	Robertson 1983	117,30

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 2,40 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

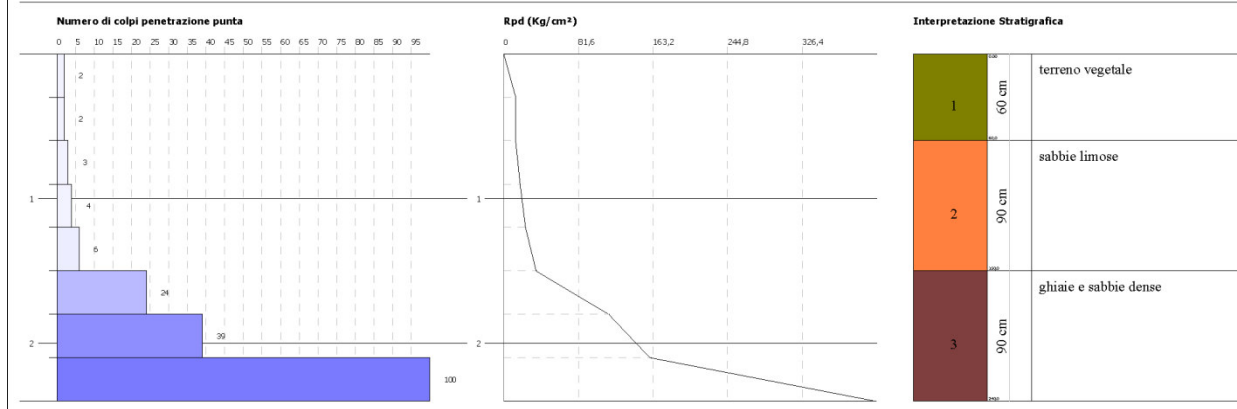
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	3	0,842	17,93	21,31	0,90	1,07
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	6	0,831	35,42	42,62	1,77	2,13
1,80	24	0,726	123,82	170,47	6,19	8,52
2,10	39	0,622	160,09	257,53	8,00	12,88
2,40	100	0,617	407,52	660,33	20,38	33,02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3 Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coo.Pro.Con Building - Coop Estense
 Cantiere: Castelluccio Emilia
 Località: Plumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Terzaghi-Peck	0,31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Robertson (1983)	9,96

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Stroud e Butler (1975)	22,85

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Apollonia	49,80

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Meyerhof ed altri	1,76

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Meyerhof ed altri	1,88

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	91,17

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Gibbs & Holtz	23,38

				1957	
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Gibbs & Holtz 1957	80,77

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Sowers (1961)	29,39
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Sowers (1961)	45,49

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Bowles (1982) Sabbia Media	387,40

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,69
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	155,80

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Meyerhof ed altri	1,54
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Meyerhof ed altri	2,31

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	(A.G.I.)	0,23

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------

[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	293,97
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Ohsaki (Sabbie pulite)	3168,91

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Ohta & Goto (1978) Limi	91,17
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Ohta & Goto (1978) Limi	159,13

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Navfac 1971-1982	0,98
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Navfac 1971-1982	10,49

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	4,98	1,50	4,98	Robertson 1983	9,96
[3] - ghiaie e sabbie dense	62,48	2,40	62,48	Robertson 1983	124,96

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 2,10 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

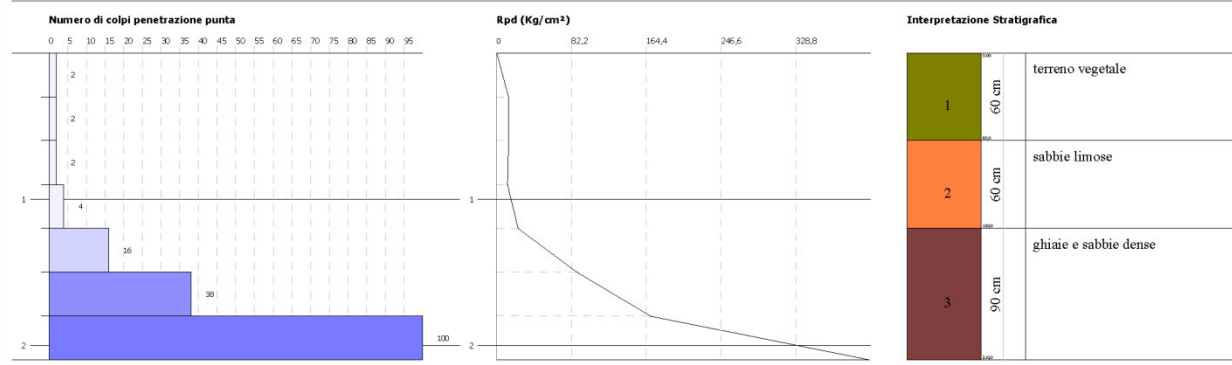
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	16	0,781	88,78	113,65	4,44	5,68
1,80	38	0,676	182,55	269,92	9,13	13,50
2,10	100	0,622	410,49	660,33	20,52	33,02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coo-Pro-Con Building - Coop Estense
Cantiere: Castell'alto Emilia
Località: Piumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Terzaghi-Peck	0,22

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Robertson (1983)	6,90

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Stroud e Butler (1975)	15,83

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Apollonia	34,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Meyerhof ed altri	1,66

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)

[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Meyerhof ed altri	1,86

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	83,05

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Gibbs & Holtz 1957	17,36
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Gibbs & Holtz 1957	80,65

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Sowers (1961)	28,97
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Sowers (1961)	44,53

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Bowles (1982) Sabbia Media	370,15

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,55
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	148,71

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Meyerhof ed altri	1,47
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Meyerhof ed altri	2,28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	(A.G.I.)	0,35
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	(A.G.I.)	0,23

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	208,19
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	3004,15

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Ohta & Goto (1978) Limi	83,05
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Ohta & Goto (1978) Limi	152,58

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Navfac 1971-1982	0,62
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Navfac 1971-1982	9,71

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	3,45	1,20	3,45	Robertson 1983	6,90
[3] - ghiaie e sabbie dense	59,03	2,10	59,03	Robertson 1983	118,06

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 3,30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	3	0,842	17,93	21,31	0,90	1,07
1,20	5	0,836	29,70	35,52	1,49	1,78
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78

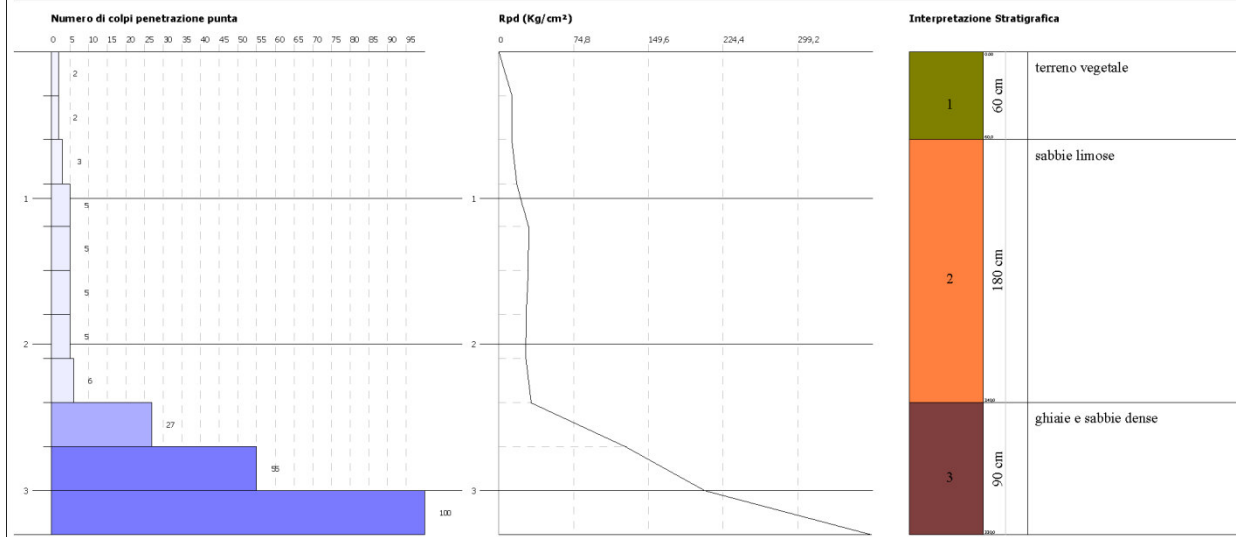
1,80	5	0,826	29,35	35,52	1,47	1,78
2,10	5	0,822	27,13	33,02	1,36	1,65
2,40	6	0,817	32,38	39,62	1,62	1,98
2,70	27	0,713	127,09	178,29	6,35	8,91
3,00	55	0,609	206,53	339,31	10,33	16,97
3,30	100	0,605	373,05	616,93	18,65	30,85

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coo.Pro.Con Building - Coop Estense
Cantiere: Castelfranco Emilia
Località: Plumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Terzaghi-Peck	0,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Robertson (1983)	11,10

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Stroud e Butler (1975)	25,46

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Apollonia	55,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Classificaz. A.G.I.	MODERAT.

			(1977)	CONSISTENTE
--	--	--	--------	-------------

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Meyerhof ed altri	1,79

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Meyerhof ed altri	1,88

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	99,51

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Gibbs & Holtz 1957	23,92
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Gibbs & Holtz 1957	79,99

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Sowers (1961)	29,55
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Sowers (1961)	47,54

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Bowles (1982) Sabbia Media	423,85

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,86
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	170,77

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------------------

[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Meyerhof ed altri	1,56
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Meyerhof ed altri	2,40

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	(A.G.I.)	0,21

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	325,50
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	3515,30

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Ohta & Goto (1978) Limi	99,51
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Ohta & Goto (1978) Limi	174,53

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Navfac 1971-1982	1,11
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	5,55	2,40	5,55	Robertson 1983	11,10
[3] - ghiaie e sabbie dense	69,77	3,30	69,77	Robertson 1983	139,54

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 09/03/2011
Profondità prova 2,40 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

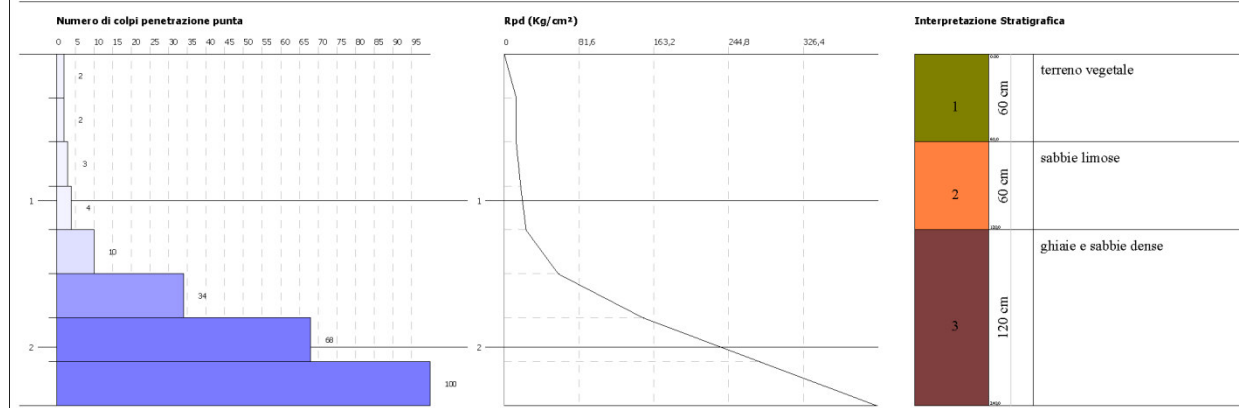
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	3	0,842	17,93	21,31	0,90	1,07
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	10	0,831	59,04	71,03	2,95	3,55
1,80	34	0,676	163,34	241,50	8,17	12,08
2,10	68	0,622	279,13	449,03	13,96	22,45
2,40	100	0,617	407,52	660,33	20,38	33,02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6 Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coop.Pro.Con Building - Coop Estense
Cantierista: Castell'Arco Emilia
Località: Piumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Terzaghi-Peck	0,25

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Robertson (1983)	8,06

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Stroud e Butler (1975)	18,49

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Apollonia	40,30

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Meyerhof ed altri	1,70

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Meyerhof ed altri	1,87

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	85,31

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Gibbs & Holtz 1957	20,06
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Gibbs & Holtz 1957	80,6

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Sowers (1961)	29,13
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Sowers (1961)	45,07

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Bowles (1982) Sabbia Media	379,75

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------

					(Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,74
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	152,66

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Meyerhof ed altri	1,50
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Meyerhof ed altri	2,30

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	(A.G.I.)	0,35
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	(A.G.I.)	0,23

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	240,94
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Ohsaki (Sabbie pulite)	3095,91

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Ohta & Goto (1978) Limi	85,31
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Ohta & Goto (1978) Limi	156,02

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Navfac 1971-1982	0,76
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Navfac 1971-1982	10,13

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

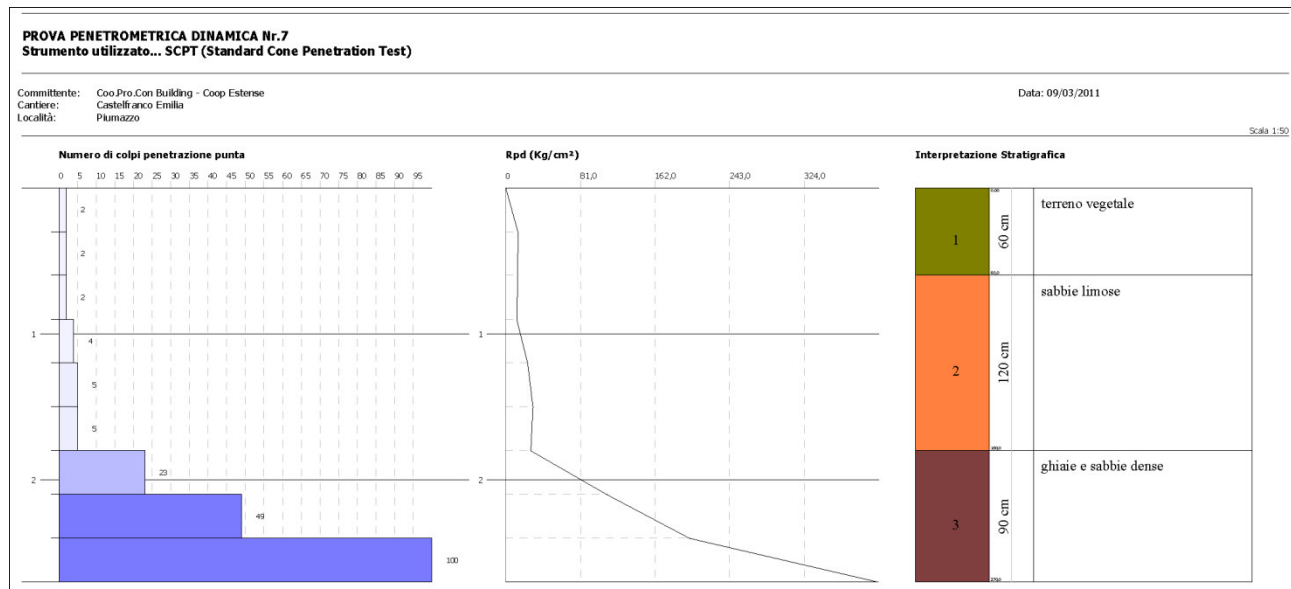
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	4,03	1,20	4,03	Robertson 1983	8,06
[3] - ghiaie e sabbie dense	60,95	2,40	60,95	Robertson 1983	121,90

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 2,70 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	5	0,826	29,35	35,52	1,47	1,78
2,10	23	0,722	109,60	151,88	5,48	7,59
2,40	49	0,617	199,69	323,56	9,98	16,18
2,70	100	0,613	404,67	660,33	20,23	33,02



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Terzaghi-Peck	0,29

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Correlazione	Qc
-------------	------	--------------	--------------	----

		(m)		(Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Robertson (1983)	9,20

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Stroud e Butler (1975)	21,11

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Apollonia	46,00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Meyerhof ed altri	1,74

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Meyerhof ed altri	1,87

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	92,27

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Gibbs & Holtz 1957	21,47
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Gibbs & Holtz 1957	81,09

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Sowers (1961)	29,29
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Sowers (1961)	46,46

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Bowles (1982) Sabbia Media	404,65

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,91
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	162,89

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Meyerhof ed altri	1,52
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Meyerhof ed altri	2,34

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	(A.G.I.)	0,22

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Ohsaki (Sabbie pulite)	272,84
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Ohsaki (Sabbie pulite)	3333,12

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Ohta & Goto (1978) Limi	92,27

[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Ohta & Goto (1978) Limi	165,12
-----------------------------	-------	------	-------	-------------------------	--------

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Navfac 1971-1982	0,89
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Navfac 1971-1982	11,43

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	4,6	1,80	4,6	Robertson 1983	9,20
[3] - ghiaie e sabbie dense	65,93	2,70	65,93	Robertson 1983	131,86

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 2,70 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

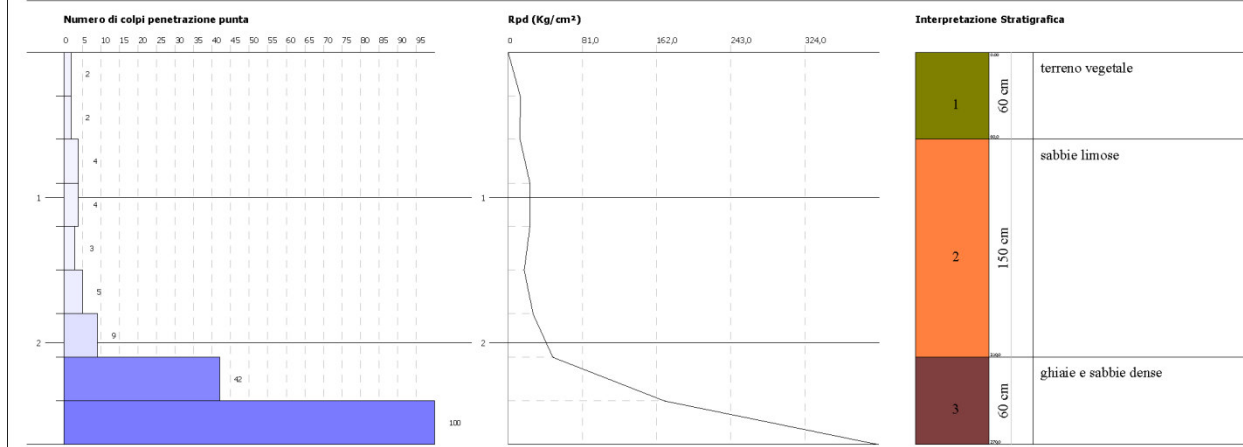
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	2	0,853	13,11	15,37	0,66	0,77
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	4	0,842	23,91	28,41	1,20	1,42
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	3	0,831	17,71	21,31	0,89	1,07
1,80	5	0,826	29,35	35,52	1,47	1,78
2,10	9	0,822	48,83	59,43	2,44	2,97
2,40	42	0,617	171,16	277,34	8,56	13,87
2,70	100	0,613	404,67	660,33	20,23	33,02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8 Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coop.Pro.Con Building - Coop Estense
 Cantiere: Castelfranco Emilia
 Località: Plumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Terzaghi-Peck	0,14
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Terzaghi-Peck	0,36

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Robertson (1983)	4,60
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Robertson (1983)	11,50

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Stroud e Butler (1975)	10,55
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Stroud e Butler (1975)	26,38

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Apollonia	23,00
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Apollonia	57,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Meyerhof ed altri	1,80

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Meyerhof ed altri	1,88

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2,3	0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	62,63
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	98,11

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Gibbs & Holtz	25,04

				1957	
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Gibbs & Holtz 1957	87,12

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Sowers (1961)	29,61
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Sowers (1961)	50,86

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Bowles (1982) Sabbia Media	483,25

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,28
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	195,18

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Meyerhof ed altri	1,57
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	(A.G.I.)	0,34
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	(A.G.I.)	0,19

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------

[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Ohsaki (Sabbie pulite)	336,51
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	4075,23

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Ohta & Goto (1978) Limi	98,11
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Ohta & Goto (1978) Limi	173,49

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Navfac 1971-1982	1,16
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - sabbie limose	5,75	2,10	5,75	Robertson 1983	11,50
[3] - ghiaie e sabbie dense	81,65	2,70	81,65	Robertson 1983	163,30

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 3,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

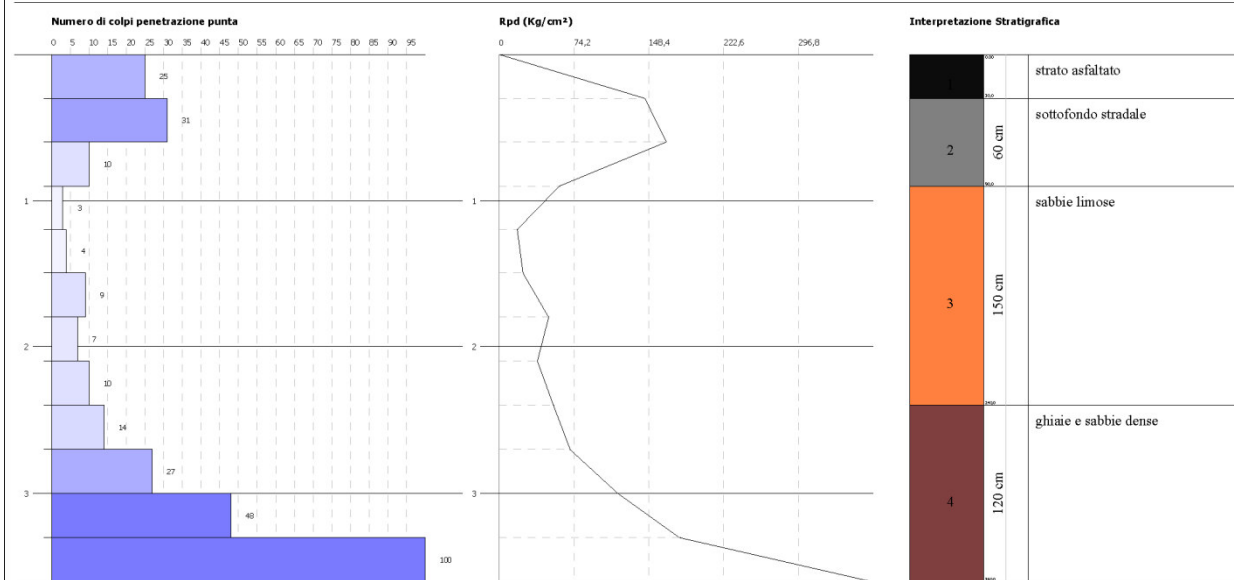
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	25	0,753	144,60	192,11	7,23	9,61
0,60	31	0,697	166,04	238,22	8,30	11,91
0,90	10	0,842	59,77	71,03	2,99	3,55
1,20	3	0,836	17,82	21,31	0,89	1,07
1,50	4	0,831	23,62	28,41	1,18	1,42
1,80	9	0,826	52,82	63,93	2,64	3,20
2,10	7	0,822	37,98	46,22	1,90	2,31
2,40	10	0,817	53,96	66,03	2,70	3,30
2,70	14	0,763	70,52	92,45	3,53	4,62
3,00	27	0,709	118,04	166,57	5,90	8,33
3,30	48	0,605	179,07	296,13	8,95	14,81
3,60	100	0,601	370,70	616,93	18,53	30,85

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coop Pro.Con Building - Coop Estense
Cantiere: Castell'alto Emilia
Località: Plumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Terzaghi-Peck	1,94
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Terzaghi-Peck	0,47

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Robertson (1983)	57,50
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Robertson (1983)	15,18

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Stroud e Butler (1975)	131,91
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Stroud e Butler (1975)	34,82

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Apollonia	287,50
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Apollonia	75,90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30		
[3] - sabbie limose	7,59	2,40		

[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Meyerhof ed altri	2,15
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Meyerhof ed altri	1,88

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Meyerhof ed altri	2,33
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Meyerhof ed altri	1,90

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	84,81
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	107

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Gibbs & Holtz 1957	67,29
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Gibbs & Holtz 1957	59,03
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Gibbs & Holtz 1957	28,64
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Gibbs & Holtz 1957	70,7

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Sowers (1961)	36,05
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Sowers (1961)	34,6
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Sowers (1961)	30,13
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Sowers (1961)	43,22

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Bowles (1982) Sabbia Media	218,75
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Bowles (1982) Sabbia Media	192,85
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Bowles (1982) Sabbia Media	346,70

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	86,52

[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	75,88
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,05
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	139,08

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Meyerhof ed altri	2,12
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Meyerhof ed altri	2,06
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Meyerhof ed altri	1,64
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Meyerhof ed altri	2,25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	(A.G.I.)	0,3
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	(A.G.I.)	0,31
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	(A.G.I.)	0,34
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	(A.G.I.)	0,24

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Ohsaki (Sabbie pulite)	1527,68

[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	1267,45
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Ohsaki (Sabbie pulite)	436,86
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Ohsaki (Sabbie pulite)	2779,24

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Ohta & Goto (1978) Limi	84,81
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Ohta & Goto (1978) Limi	107,08
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Ohta & Goto (1978) Limi	107
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Ohta & Goto (1978) Limi	168,8

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Navfac 1971-1982	5,43
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Navfac 1971-1982	4,65
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Navfac 1971-1982	1,58
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Navfac 1971-1982	8,84

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	28,75	0,30	28,75	Robertson 1983	57,50
[2] - sottofondo stradale	23,57	0,90	23,57	Robertson 1983	47,14
[3] - sabbie limose	7,59	2,40	7,59	Robertson 1983	15,18
[4] - ghiaie e sabbie dense	54,34	3,60	54,34	Robertson 1983	108,68

PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 09/03/2011
 Profondità prova 3,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	22	0,753	127,25	169,06	6,36	8,45
0,60	13	0,797	79,62	99,90	3,98	4,99
0,90	4	0,842	23,91	28,41	1,20	1,42
1,20	4	0,836	23,76	28,41	1,19	1,42
1,50	6	0,831	35,42	42,62	1,77	2,13

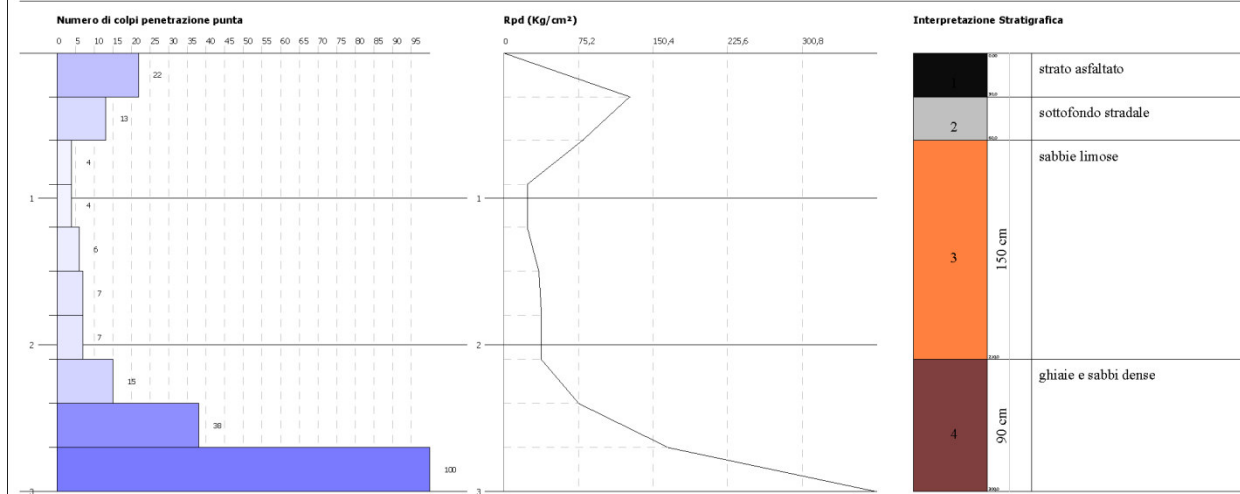
1,80	7	0,826	41,09	49,72	2,05	2,49
2,10	7	0,822	37,98	46,22	1,90	2,31
2,40	15	0,767	75,99	99,05	3,80	4,95
2,70	38	0,663	166,32	250,93	8,32	12,55
3,00	100	0,609	375,51	616,93	18,78	30,85

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Coo.Pro.Con Building - Coop Estense
Cantiere: Castell'alto Emilia
Località: Plumazzo

Data: 09/03/2011

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Terzaghi-Peck	1,71
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Terzaghi-Peck	0,40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Robertson (1983)	50,60
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Robertson (1983)	12,88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Stroud e Butler (1975)	116,08
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Stroud e Butler (1975)	29,55

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Apollonia	253,00
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Apollonia	64,40

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Meyerhof ed altri	2,12
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Meyerhof ed altri	1,83

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Meyerhof ed altri	2,23
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Meyerhof ed altri	1,89

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	82,96
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	100,05

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Gibbs & Holtz 1957	63,75
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Gibbs & Holtz 1957	48,47
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Gibbs & Holtz 1957	26,71
[4] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,00	58,65	Gibbs & Holtz 1957	75,34

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Sowers (1961)	35,08
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Sowers (1961)	32,19
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Sowers (1961)	29,8
[4] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,00	58,65	Sowers (1961)	44,42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Bowles (1982) Sabbia Media	201,50
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Bowles (1982) Sabbia Media	149,75
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - ghiaie e sabbie dense	58,65	3,00	58,65	Bowles (1982) Sabbia Media	368,25

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)

[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	79,43
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58,17
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40,69
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	147,93

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Meyerhof ed altri	2,08
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Meyerhof ed altri	1,88
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Meyerhof ed altri	1,60
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Meyerhof ed altri	2,28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	(A.G.I.)	0,3
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	(A.G.I.)	0,32
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	(A.G.I.)	0,34
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	(A.G.I.)	0,24

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	G
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	---

		(m)	presenza falda		(Kg/cm ²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Ohsaki (Sabbie pulite)	1354,71
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Ohsaki (Sabbie pulite)	826,18
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Ohsaki (Sabbie pulite)	374,34
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	2985,97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Ohta & Goto (1978) Limi	82,96
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Ohta & Goto (1978) Limi	93,63
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Ohta & Goto (1978) Limi	100,05
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Ohta & Goto (1978) Limi	165,77

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Navfac 1971-1982	4,92
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Navfac 1971-1982	3,12
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Navfac 1971-1982	1,32
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Navfac 1971-1982	9,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - strato asfaltato	25,3	0,30	25,3	Robertson 1983	50,60
[2] - sottofondo stradale	14,95	0,60	14,95	Robertson 1983	29,90
[3] - sabbie limose	6,44	2,10	6,44	Robertson 1983	12,88
[4] - ghiaie e sabbi dense	58,65	3,00	58,65	Robertson 1983	117,30

10 INDAGINI GEOGNOSTICHE DEL TIPO A CAROTAGGIO CONTINUO

Su incarico degli scriventi, la ditta Intergeo S.r.l. di Modena ha provveduto ad eseguire una campagna di indagini geognostiche in un lotto di terreno sito in comune di Castelfranco Emilia (MO), via Delle Grazie, allo scopo di verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geologiche dei terreni presenti nel sottosuolo, in quanto le prove penetrometriche effettuate non hanno consentito la definizione sia dello spessore dei materiali ghiaiosi presenti sul sito che della soggiacenza della falda idrica superficiale.

A tale scopo è stato eseguito un sondaggio geognostico spinto fino a 20 m di profondità dall'attuale piano di campagna, utilizzando una sonda Atlas Copco A65, montata su Camion Iveco Magirus 330-36H ed impiegando per la perforazione,

che è stata del tipo a carotaggio continuo, carotieri semplici del diametro di 101 mm, seguiti per l'intero sviluppo da tubi di rivestimento provvisori, del diametro di 127 mm per impedire franamenti nel foro di sondaggio.

Durante le operazioni di perforazione, in avanzamento, è stato prelevato, nei terreni coesivi, un campione indisturbato utilizzando un campionatore standard di tipo Shelby.

La quota di prelievo del campione indisturbato è risultata la seguente:

Sondaggio n°	Campioni n°	Profondità (m dal p.c.)
S1	CI 1	2,00 ÷ 2,50

Il campione indisturbato è stato immediatamente sigillato e consegnato allo scrivente per eventuali analisi di laboratorio, che in questa fase non sono state effettuate.

Sempre nel corso delle operazioni di perforazione e sempre in avanzamento, sono stati eseguiti, come concordato, un totale di 2 Prove Standard Penetration Test utilizzando campionatori Standard Raymond.

Le quote di ciascuna delle prove S.P.T. ed i risultati ottenuti sono i seguenti:

Sondaggio n°	Prova SPT n°	Profondità m da p.c.	N _{SPT} colpi/piede
S1	1	4.50	50 R (11cm)
S1	2	9.00	54

 		S.P.T. Standard Penetration Test		
Committente: c/o Dott. Masotti Giorgio		Certificato n. 223/11		
Località: Via delle Grazie Piumazzo di Castelfranco E.		Data emissione: 02/03/2011		
Cantiere: Piumazzo		Sondaggio: S1		
Impresa esecutrice: Intergeo S.r.l.				
Il Direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini		Lo Sperimentatore Dott. Geol. Marco Vagnarelli		
S.P.T. N.	PUNTA A (aperta) C (chiusa)	PROFONDITÀ	N _{SPT} colpi/piede	Data esecuzione
1	C	4,50÷4,61	Rif. (11 cm)	01-02/03/2011
2	C	9,00÷9,45	54	01-02/03/2011

Il sondaggio S1 è stato attrezzato con piezometro del tipo Norton da 2 pollici, cieco da p.c. a -14,00 m e fenestrato da -14,00 m a -20,00 m; piezometro al fine di potere monitorare la soggiacenza della falda idrica superficiale e la sua escursione temporale.

La testa del piezometro è stata protetta da un pozzetto in cemento con chiusino in ghisa carrabile, all'interno del quale si trova un chiusino cilindrico in ferro munito di lucchetto; lo schema costruttivo è allegato alla litostratigrafia.

Tutti i campioni di terreno prelevati (carote) sono stati posti in apposite cassette catalogatrici in plastica a scomparti che sono state consegnate agli scriventi per la loro conservazione.

Figura 26: STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO – PAGINA 1/2

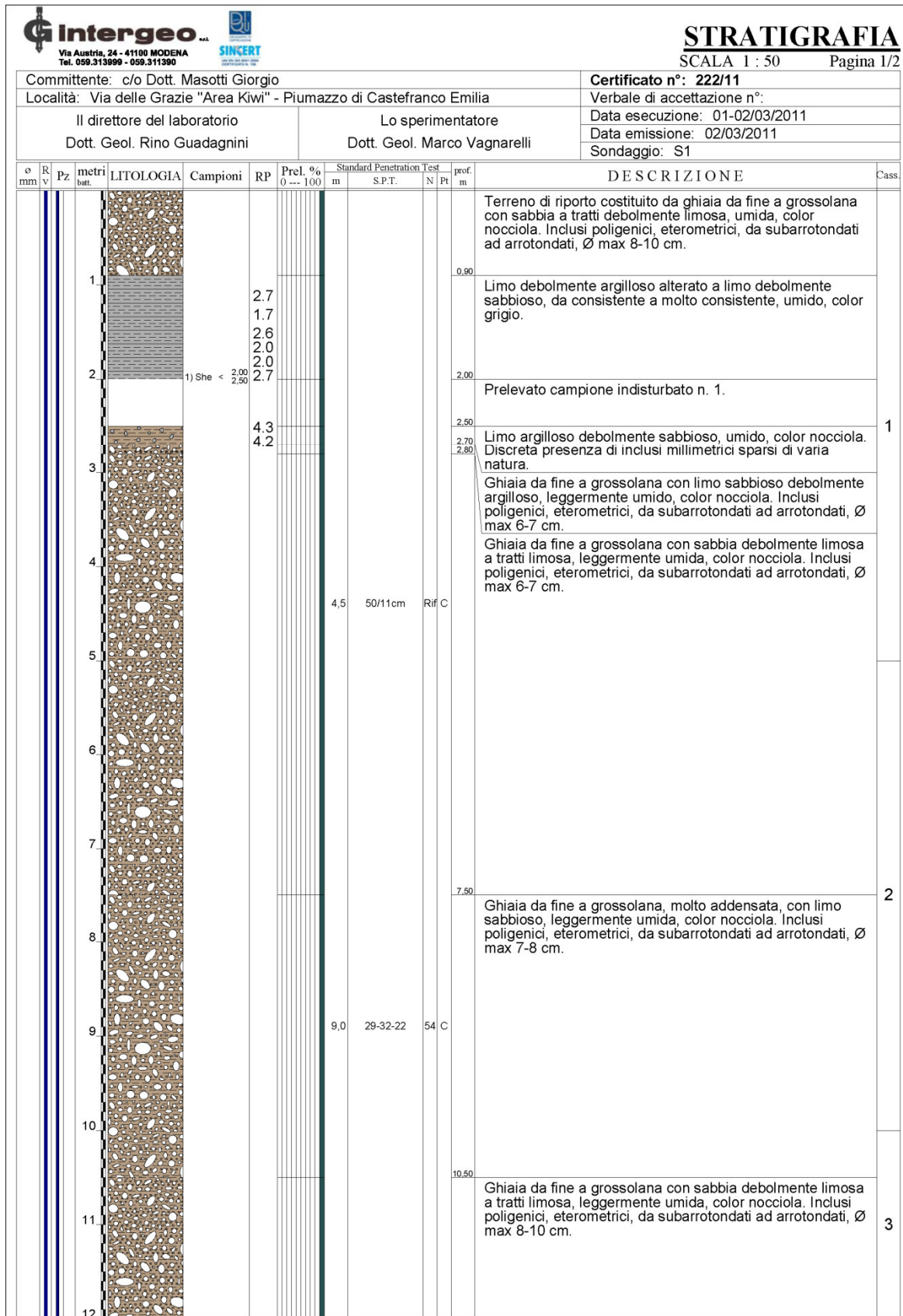


Figura 27: STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO – PAGINA 2/2

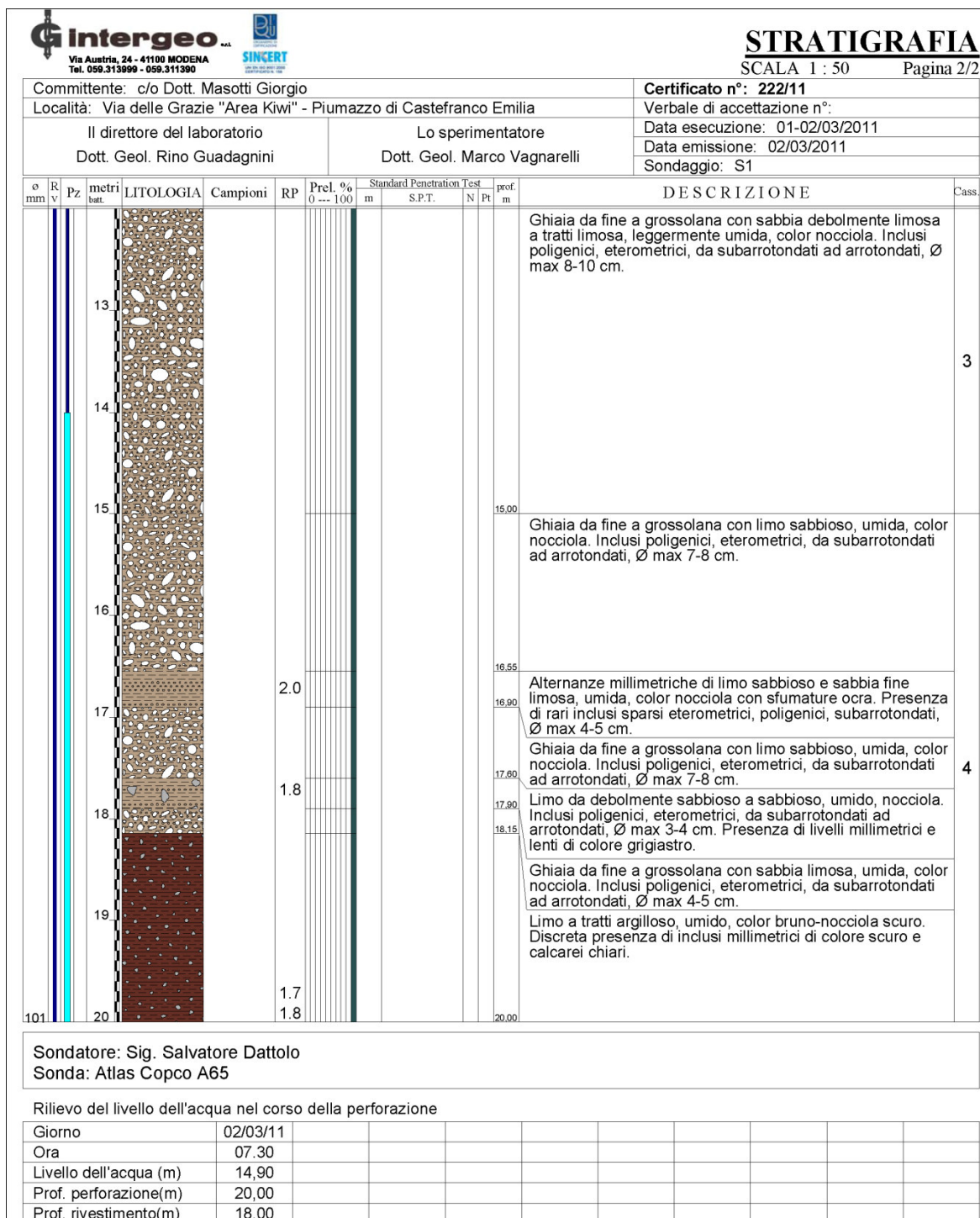


Figura 28: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI CAMPIONI – PAGINA1/2

 		STRATIGRAFIA	
Committente: c/o Dott. Masotti Giorgio Località: Via delle Grazie "Area Kiwi" - Piumazzo di Castelfranco Emilia		Certificato n°: 222/11 Verbale di accettazione n°: Data esecuzione: 01-02/03/2011 Data emissione: 02/03/2011 Sondaggio: S1	
Il direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini	Lo sperimentatore Dott. Geol. Marco Vagnarelli		



Cassa n. 1 da 0.00 m a -5.00 m



Cassa n. 2 da -5.00 m a -10.00 m

Figura 29: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI CAMPIONI – PAGINA2/2

STRATIGRAFIA

Committente: c/o Dott. Masotti Giorgio	Certificato n°: 222/11
Località: Via delle Grazie "Area Kiwi" - Piumazzo di Castelfranco Emilia	Verbale di accettazione n°:
Il direttore del laboratorio	Data esecuzione: 01-02/03/2011
Dott. Geol. Rino Guadagnini	Data emissione: 02/03/2011
Lo sperimentatore	Sondaggio: S1
Dott. Geol. Marco Vagnarelli	



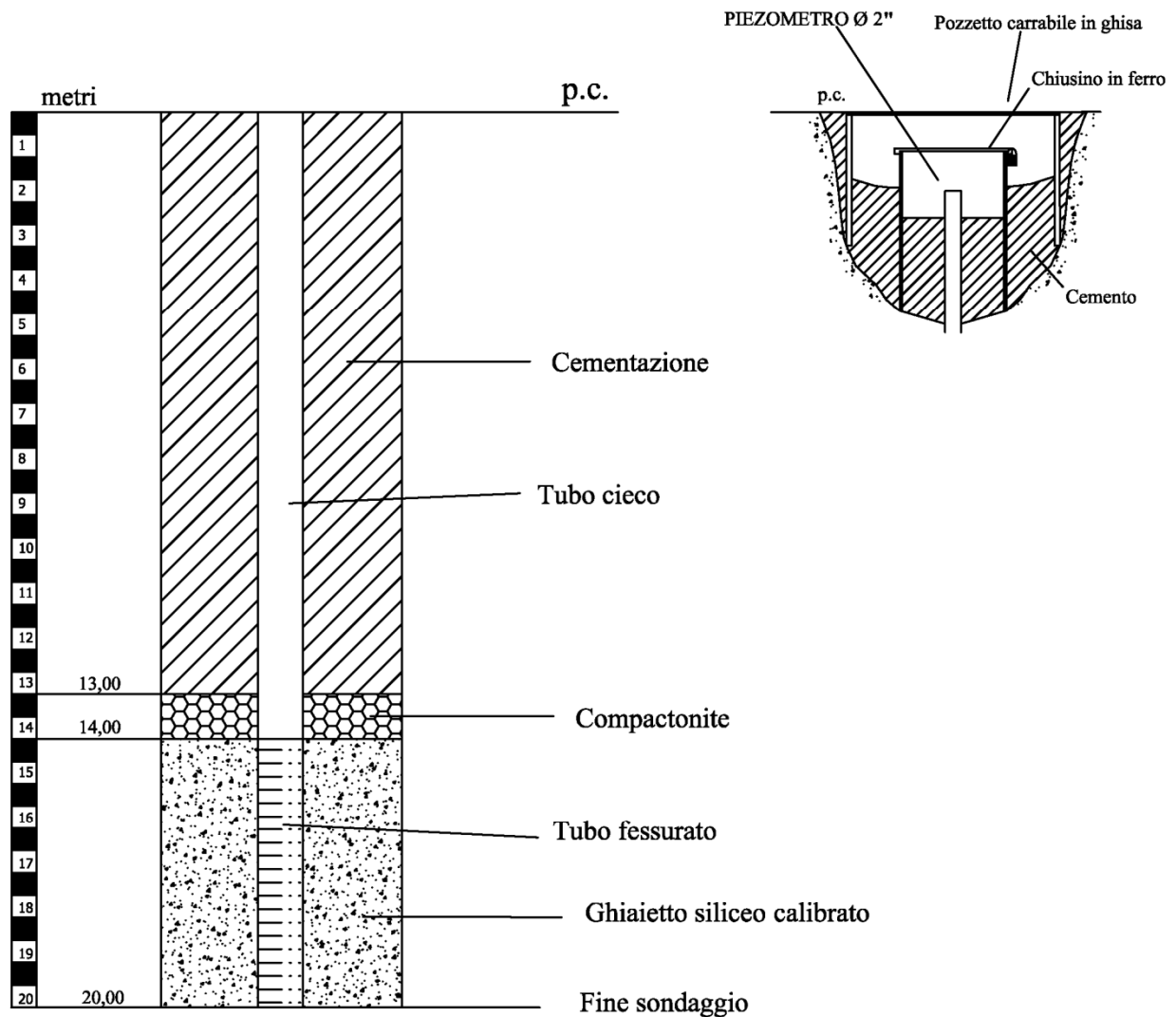
Cassa n. 3 da -10.00 m a -15.00 m



Cassa n. 4 da -15.00 m a -20.00 m

Figura 30: SCHEMA COSTRUTTIVO PIEZOMETRI INSTALLATO

SCHEMA PIEZOMETRO S1



PIEZOMETRO S1

Profondità sondaggio a carotaggio continuo -20,00 m

Tubo Piezometrico in P.V.C. tipo NORTON Ø 2 "

Cieco da p.c. a -14,00 m

Fessurato da -14,00 m a -20,00 m

11 INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE

Al fine di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere di progetto, in data **09/03/2011** è stata eseguita **nr. 1 base sismica** a rifrazione con sistema di acquisizione a 24 canali.

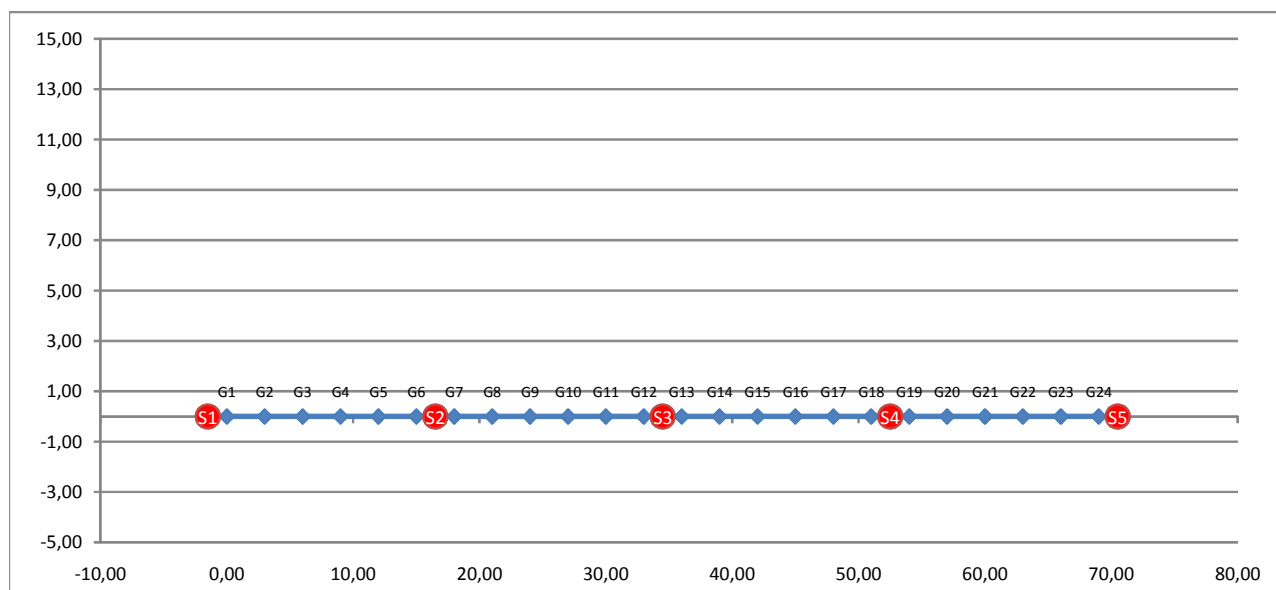
Si riporta di seguito l'elaborazione condotta e le caratteristiche dello stendimento sismico effettuato.

11.1 ELABORAZIONE ONDE SISMICHE – VP

Strumentazione geofisica utilizzata	PASI mod. 16S24 - s/n 06031086
Sistema di comunicazione a trasmissione del "Tempo zero"	Geofono trigger - 10 Hz
Lunghezza linea sismica	69 m
Interasse geofoni	3 m
Numero punti di energizzazione	5
Numero di trasduttori velocimetrici	24

Riferimento	Files Dati	Campionamento		Risoluzione	Tipologia Geofoni		Note
		Durata	Frequenza		Frequenza	Asse	
1	KIW1.DAT	128 ms	125 μ s	16 bit	4,5 Hz	verticale	
2	KIW67.DAT	128 ms	125 μ s	16 bit	4,5 Hz	verticale	
3	KIW1213.DAT	128 ms	125 μ s	16 bit	4,5 Hz	verticale	
4	KIW1819.DAT	128 ms	125 μ s	16 bit	4,5 Hz	verticale	
5	KIW24.DAT	128 ms	125 μ s	16 bit	4,5 Hz	verticale	

Coordinate di energizzazione					Metodo di Energizzazione
Sparo	Quota [m]	X [m]	Y [m]	Profondità [m]	
1	0,00	-1,50	0,00	-0,40	Fucile sismico con cartuccia industriale calibro 8 mm
2	0,00	16,50	0,00	-0,40	Fucile sismico con cartuccia industriale calibro 8 mm
3	0,00	34,50	0,00	-0,40	Fucile sismico con cartuccia industriale calibro 8 mm
4	0,00	52,50	0,00	-0,40	Fucile sismico con cartuccia industriale calibro 8 mm
5	0,00	70,50	0,00	-0,40	Fucile sismico con cartuccia industriale calibro 8 mm



Tempi di Arrivo Geofoni								
Geofono	Quota	X	Y	S1	S2	S3	S4	S5
	[m]	[m]	[m]	[ms]	[ms]	[ms]	[ms]	[ms]
1	0,00	0,00	0,00	4,00	25,46	40,72	57,50	70,06
2	0,00	3,00	0,00	9,92	22,83	38,19	55,75	68,30
3	0,00	6,00	0,00	13,34	20,81	36,30	54,72	67,34
4	0,00	9,00	0,00	16,24	18,70	33,17	52,85	65,84
5	0,00	12,00	0,00	19,49	15,63	29,23	50,48	63,91
6	0,00	15,00	0,00	22,88	5,88	25,64	47,95	61,28
7	0,00	18,00	0,00	26,07	5,53	23,00	44,66	59,00
8	0,00	21,00	0,00	29,33	16,86	19,58	41,37	55,31
9	0,00	24,00	0,00	32,93	20,89	17,29	38,08	52,24
10	0,00	27,00	0,00	35,82	24,58	14,49	34,79	50,29
11	0,00	30,00	0,00	38,01	28,09	11,24	31,87	47,63
12	0,00	33,00	0,00	40,56	31,38	4,70	29,85	44,51
13	0,00	36,00	0,00	43,72	35,12	4,90	25,72	42,58
14	0,00	39,00	0,00	46,09	37,93	11,59	22,74	39,77
15	0,00	42,00	0,00	48,72	39,95	14,49	20,63	36,87
16	0,00	45,00	0,00	51,63	41,96	17,38	17,31	32,31
17	0,00	48,00	0,00	53,38	44,07	20,53	13,17	29,15
18	0,00	51,00	0,00	55,25	46,09	23,55	6,15	25,20
19	0,00	54,00	0,00	58,25	48,46	26,78	6,67	21,68
20	0,00	57,00	0,00	60,84	50,66	30,19	12,38	18,88
21	0,00	60,00	0,00	63,60	53,73	33,03	17,12	16,25
22	0,00	63,00	0,00	65,58	55,92	35,73	20,02	13,46
23	0,00	66,00	0,00	68,21	58,65	38,19	22,39	11,15
24	0,00	69,00	0,00	70,50	60,14	41,44	24,84	4,83

Profondità Sismostrati					
Geofono	X	Strato 2	Strato 3	Strato 4	Strato 5
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	0,00	0,87	8,03	0,00	0,00
2	3,00	0,96	8,17	0,00	0,00
3	6,00	1,09	8,27	0,00	0,00
4	9,00	1,26	8,27	0,00	0,00
5	12,00	1,36	8,32	0,00	0,00
6	15,00	1,44	8,65	0,00	0,00
7	18,00	1,49	8,66	0,00	0,00
8	21,00	1,49	8,93	0,00	0,00
9	24,00	1,53	9,19	0,00	0,00
10	27,00	1,57	9,41	0,00	0,00
11	30,00	1,63	9,58	0,00	0,00
12	33,00	1,70	9,70	0,00	0,00
13	36,00	1,74	9,52	0,00	0,00
14	39,00	1,69	9,38	0,00	0,00
15	42,00	1,61	9,23	0,00	0,00
16	45,00	1,48	9,13	0,00	0,00
17	48,00	1,32	8,75	0,00	0,00
18	51,00	1,19	8,56	0,00	0,00
19	54,00	1,07	8,41	0,00	0,00
20	57,00	1,09	8,17	0,00	0,00
21	60,00	1,15	8,03	0,00	0,00
22	63,00	1,20	7,84	0,00	0,00
23	66,00	1,22	7,60	0,00	0,00
24	69,00	1,20	7,60	0,00	0,00

Velocità Sismostrati	
Strato	[m/s]
1	280
2	1022
3	1224
4	
5	

Figura 31: ANDAMENTO DELLE DROMOCRONE

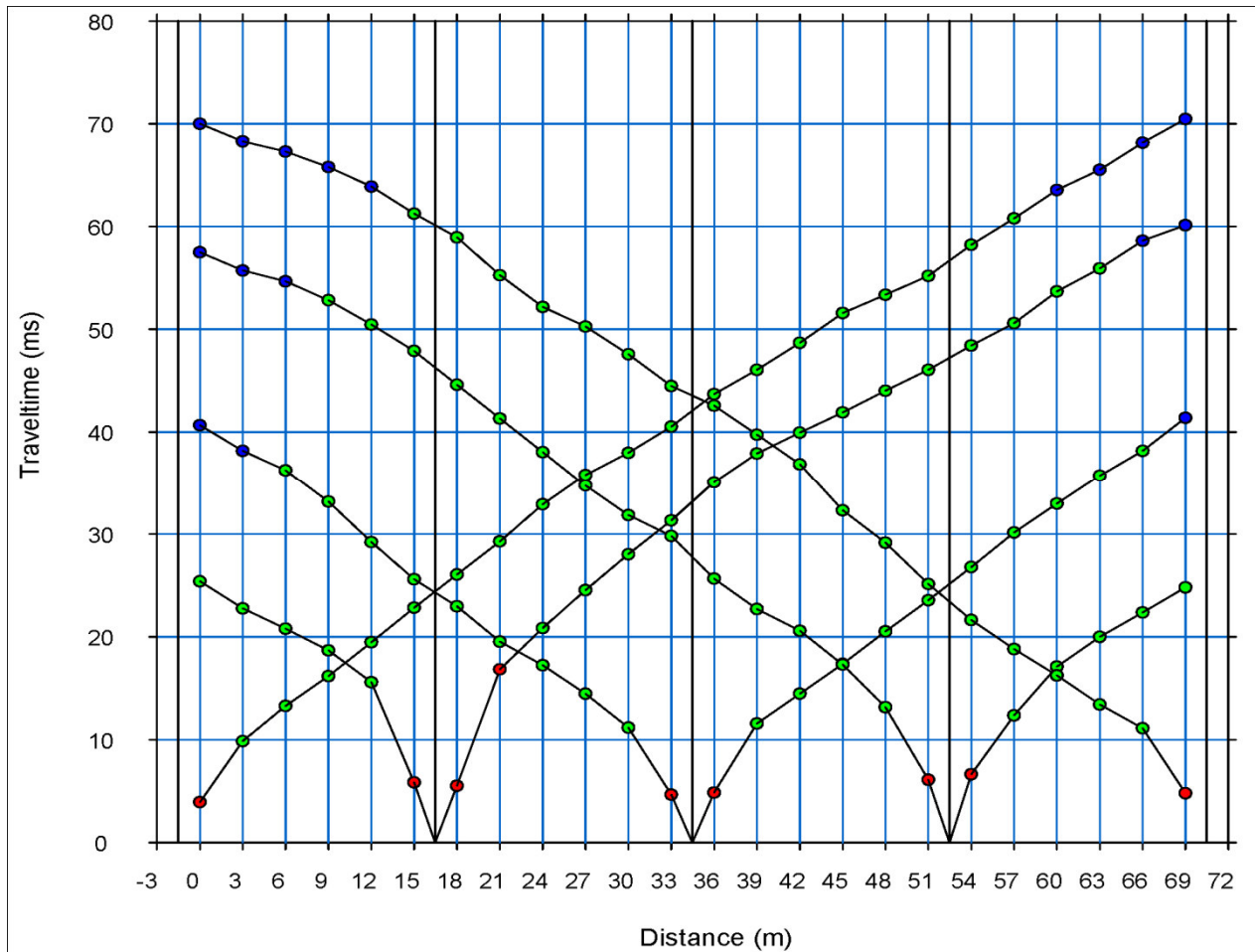


Figura 32: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA A ML. 1,50 ESTERNAMENTE AL GEOFONO NR. 1 IN POSIZIONE DI ESTREMO SINISTRO

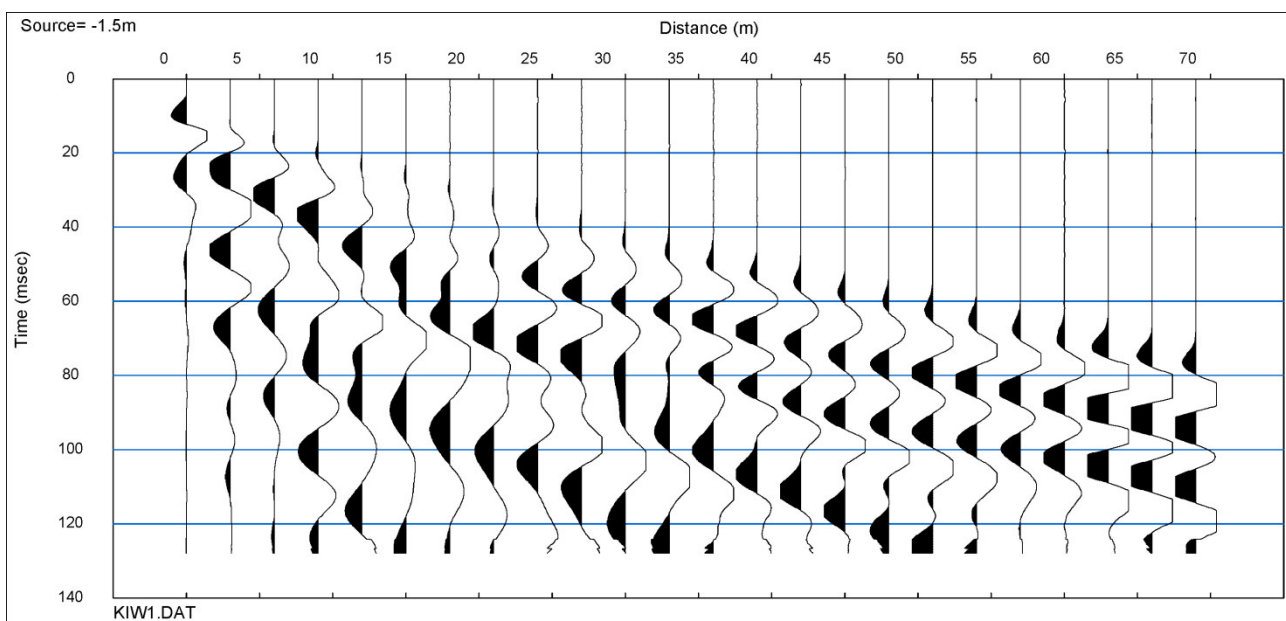


Figura 33: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 6 E NR. 7 IN POSIZIONE DI INTERMEDIO SINISTRO

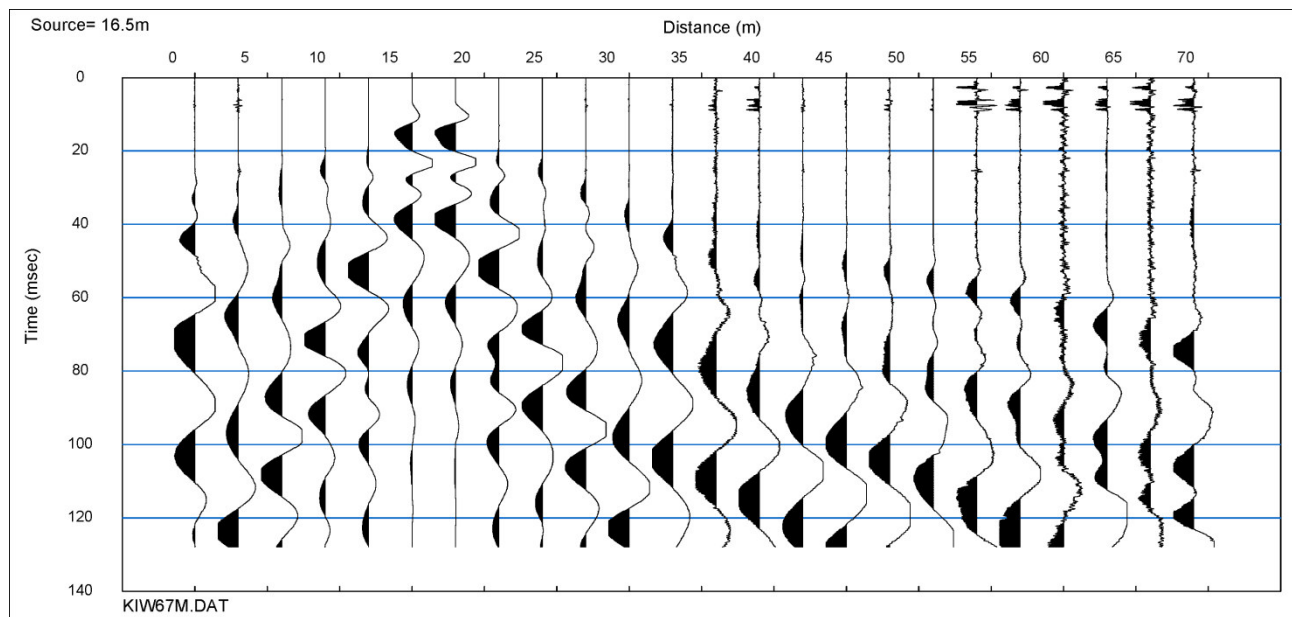


Figura 34: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 12 E NR. 13 IN POSIZIONE CENTRALE

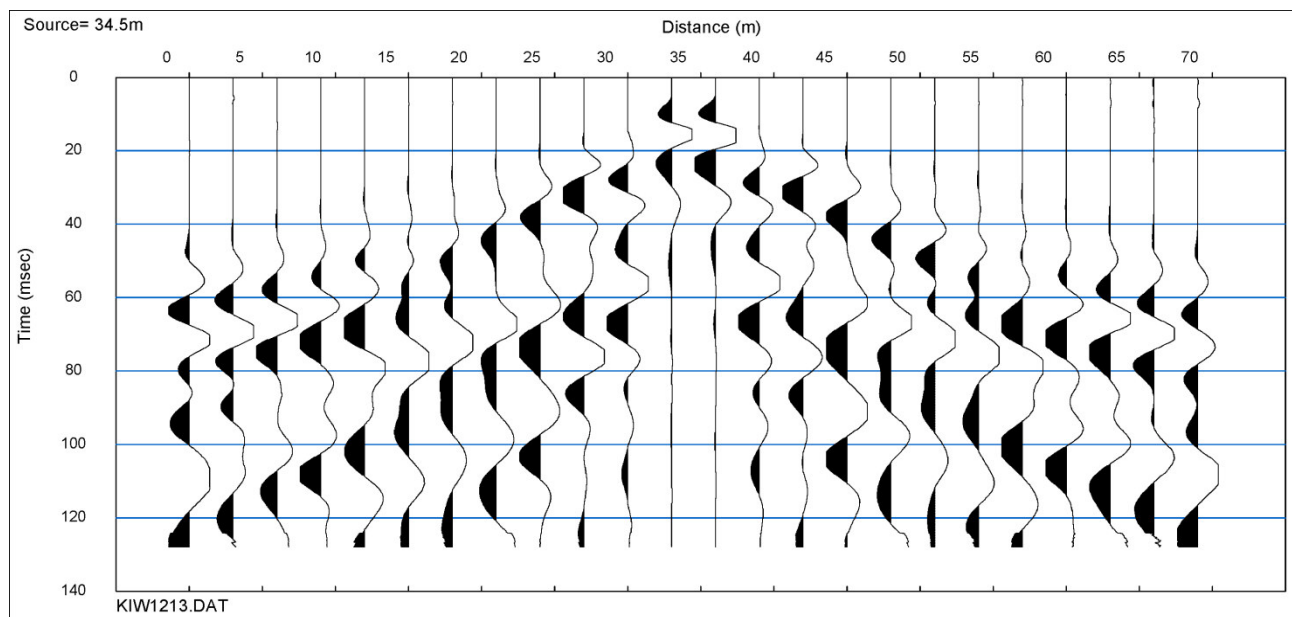


Figura 35: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA TRA I GEOFONI NR. 18 E NR. 19 IN POSIZIONE DI INTERMEDIO DESTRO

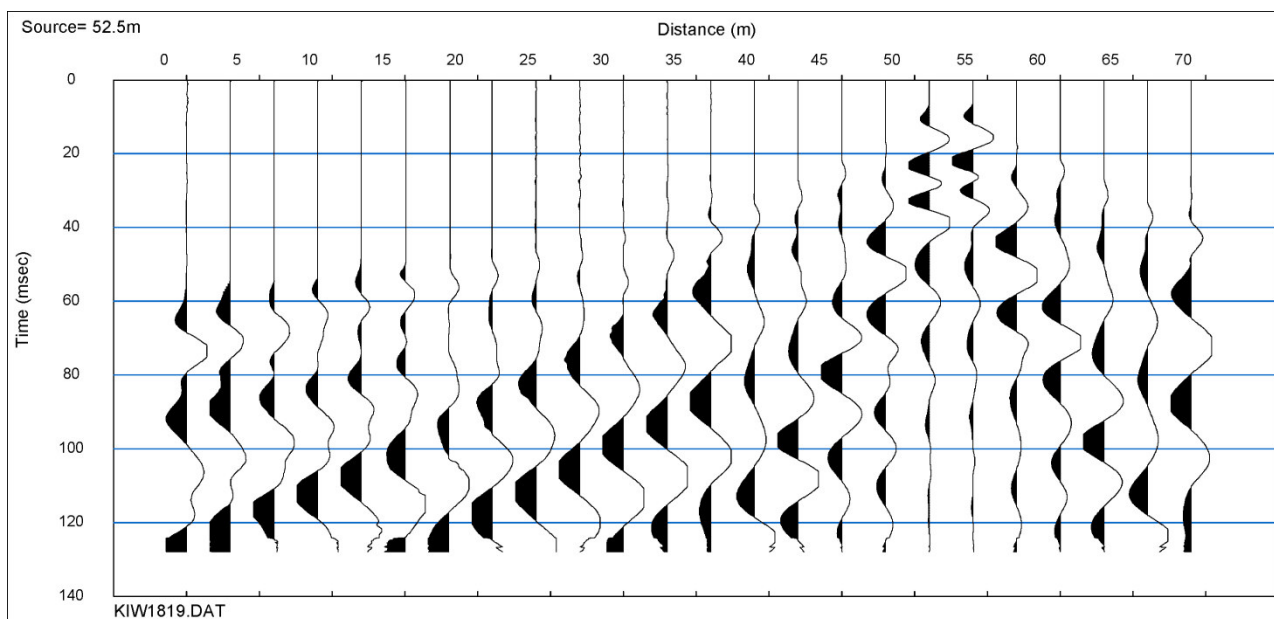


Figura 36: TRACCE SISMICHE RILEVATE CON ENERGIZZAZIONE POSTA A ML. 0,50 ESTERNAMENTE AL GEOFONO NR. 24 IN POSIZIONE DI ESTREMO DESTRO

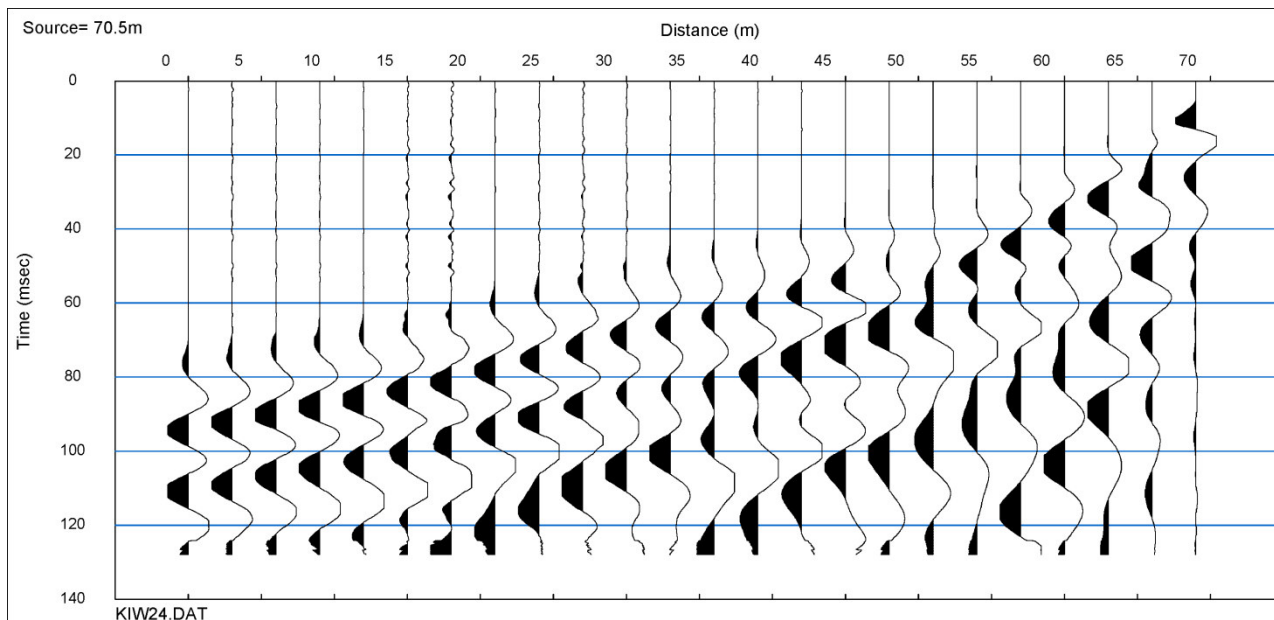
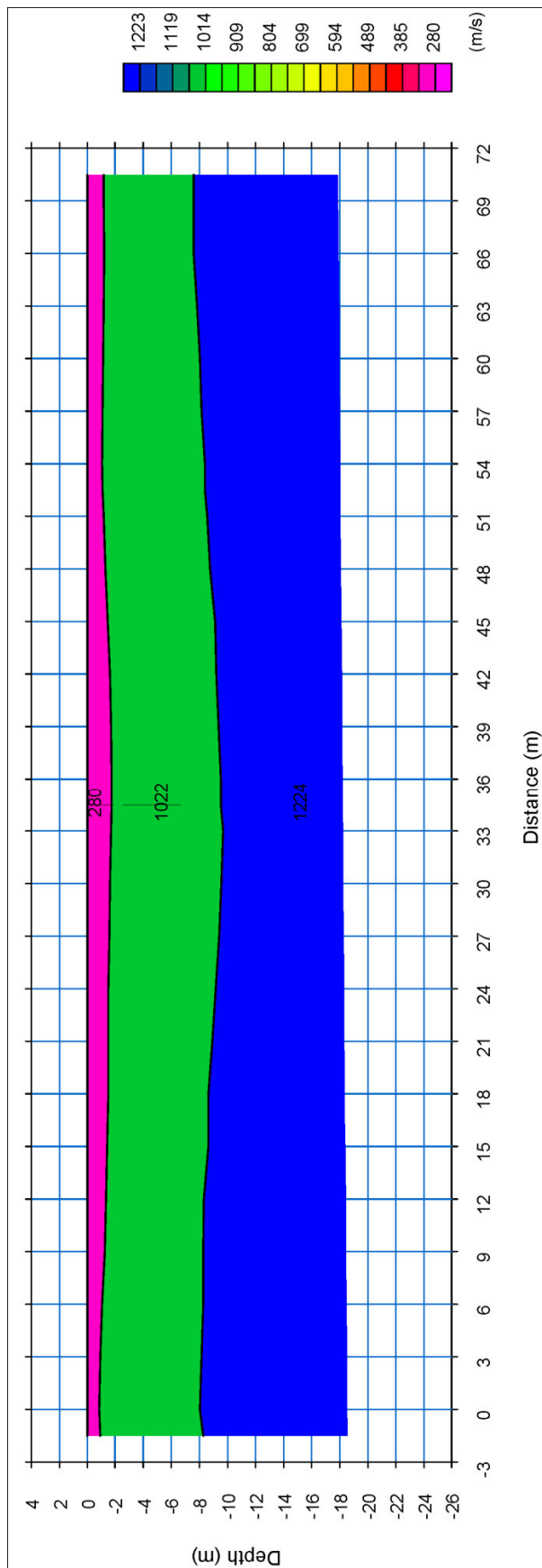


Figura 37: SEZIONE INTERPRETATIVA



11.2 ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA DELLE ONDE V_s

La determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) è stata effettuata mediante elaborazione con il metodo MASW, allo scopo di determinare la categoria sismica del terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato dalla Nuova Normativa Sismica (Ordinanza P.C.M. 2003 e s.m.i.) e dagli Eurocodici 7 e 8.

L'elaborazione ha riguardato l'intero campionamento della registrazione avente durata 2048 mS e una frequenza di campionamento di 500 microS. Le misure del moto in superficie sono state elaborate tramite una doppia trasformata del campo d'onda (trasformate Slant-Stack e di Fourier), con la quale viene rappresentato il segnale nel dominio ω - p (frequenza angolare - slowness), in modo da identificare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh. Successivamente si procede con la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s attraverso un processo di inversione delle stesse curve di dispersione.

Il metodo consiste nell'assumere un profilo di velocità iniziale di primo tentativo e attraverso un opportuno software si calcola la velocità di fase apparente delle onde di Rayleigh corrispondente al profilo stratigrafico di velocità ipotizzato (curva di dispersione teorica). Dal confronto tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica vengono modificati gli spessori e le velocità del modello per minimizzare la distanza tra le due curve. Il processo di identificazione si conclude quando si raggiunge la sovrapposizione ottimale fra le due curve sperimentale e teorica.

Per l'elaborazione MASW si è tenuta in considerazione la traccia sismica rilevata a seguito dell'energizzazione effettuata a **ml 1,50** dal **geofono n. 1** in posizione di sparo **estremo sinistro** rispetto alla base sismica.

Figura 38: ANDAMENTO TRACCE SISMICHE RILEVATE

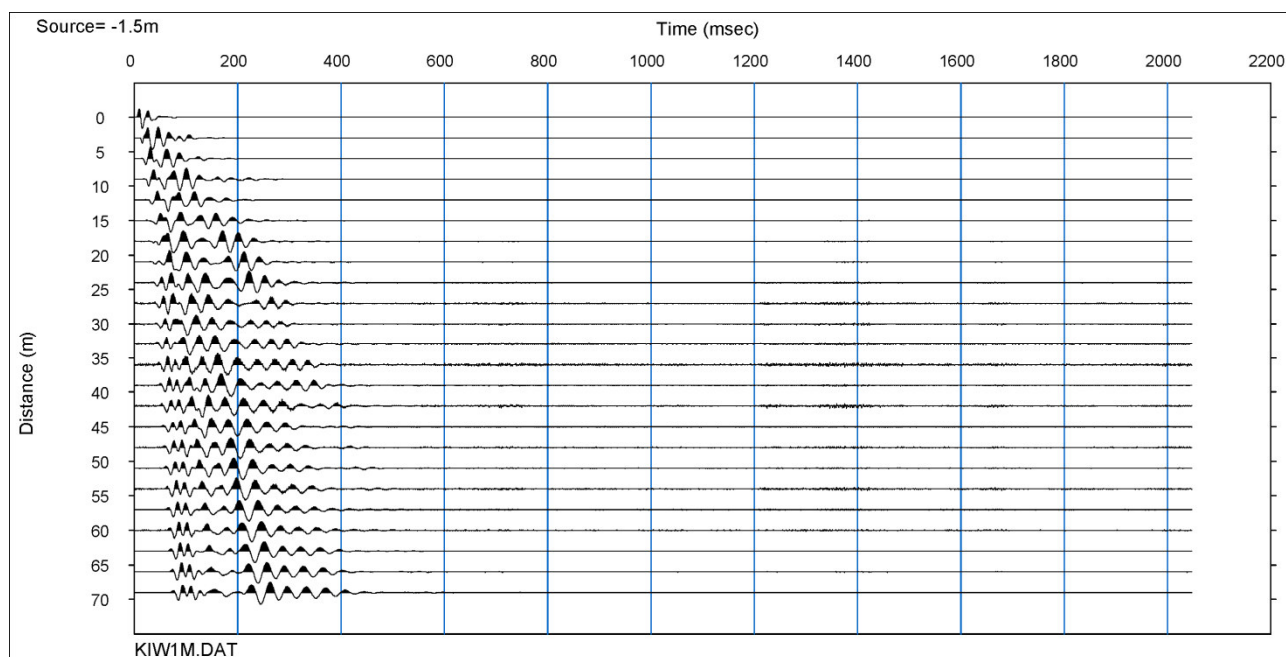


Figura 39: ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE MISURATA

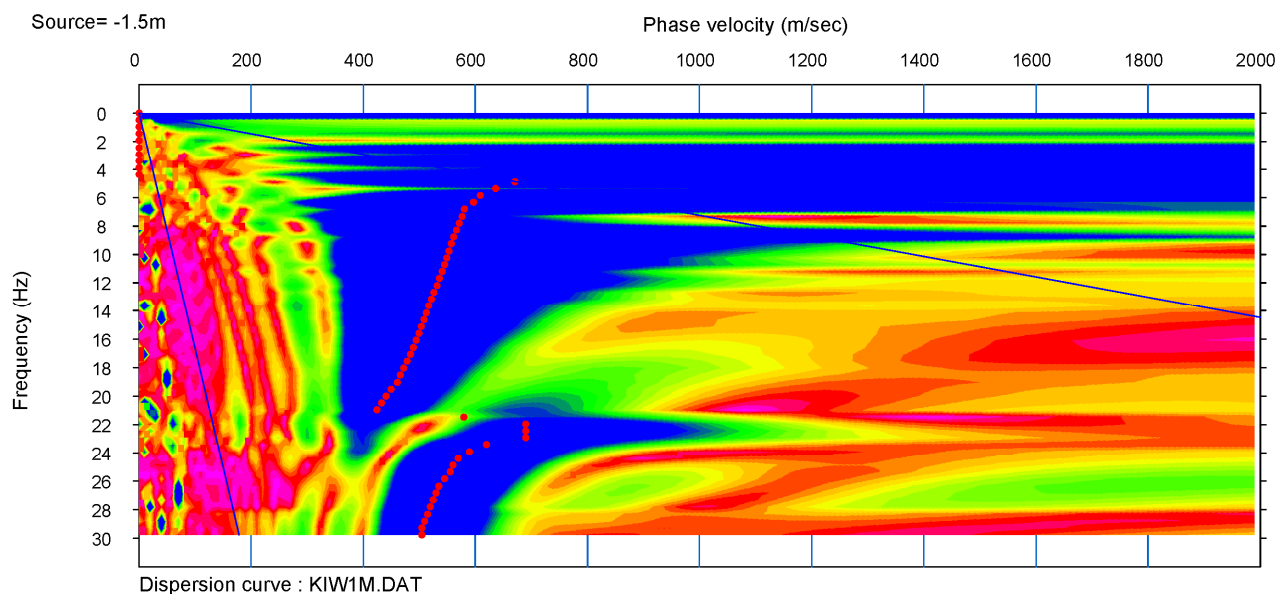


Figura 40: ANDAMENTO DELLE FREQUENZE RILEVATE E DELLA VELOCITA' DI FASE

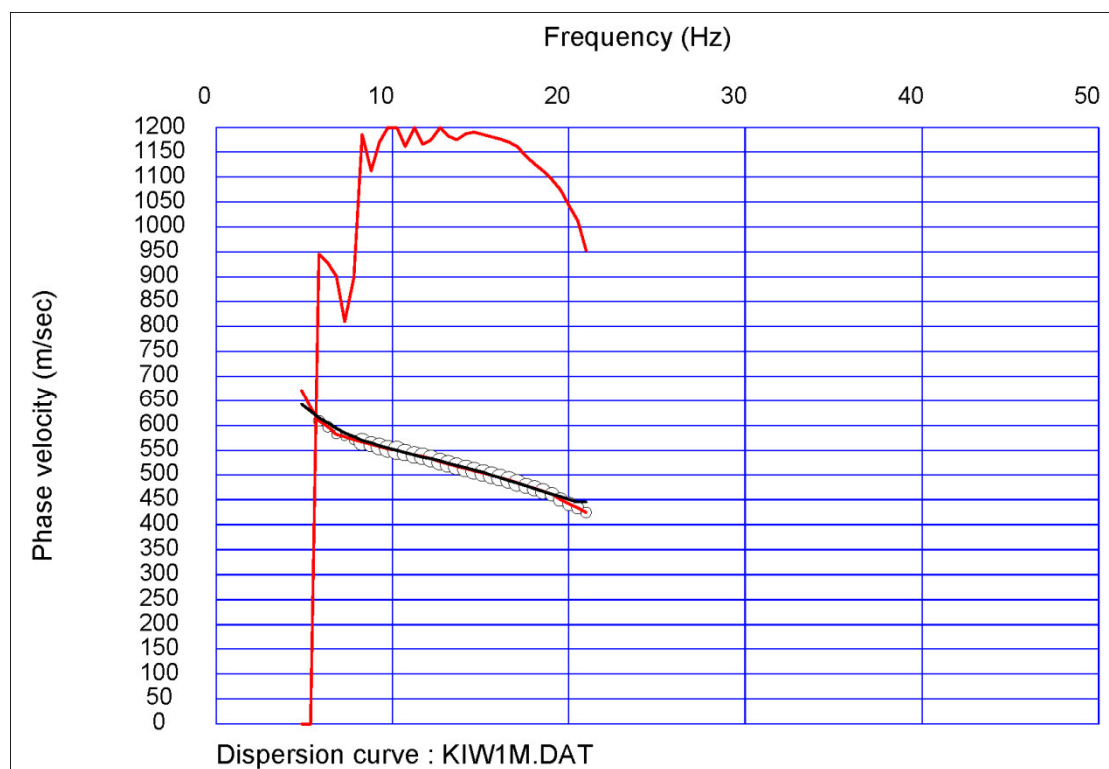


Figura 41: ANDAMENTO DELLE VELOCITA' DI TAGLIO DELLE ONDE SISMICHE CON IL PROCESSO DI INVERSIONE

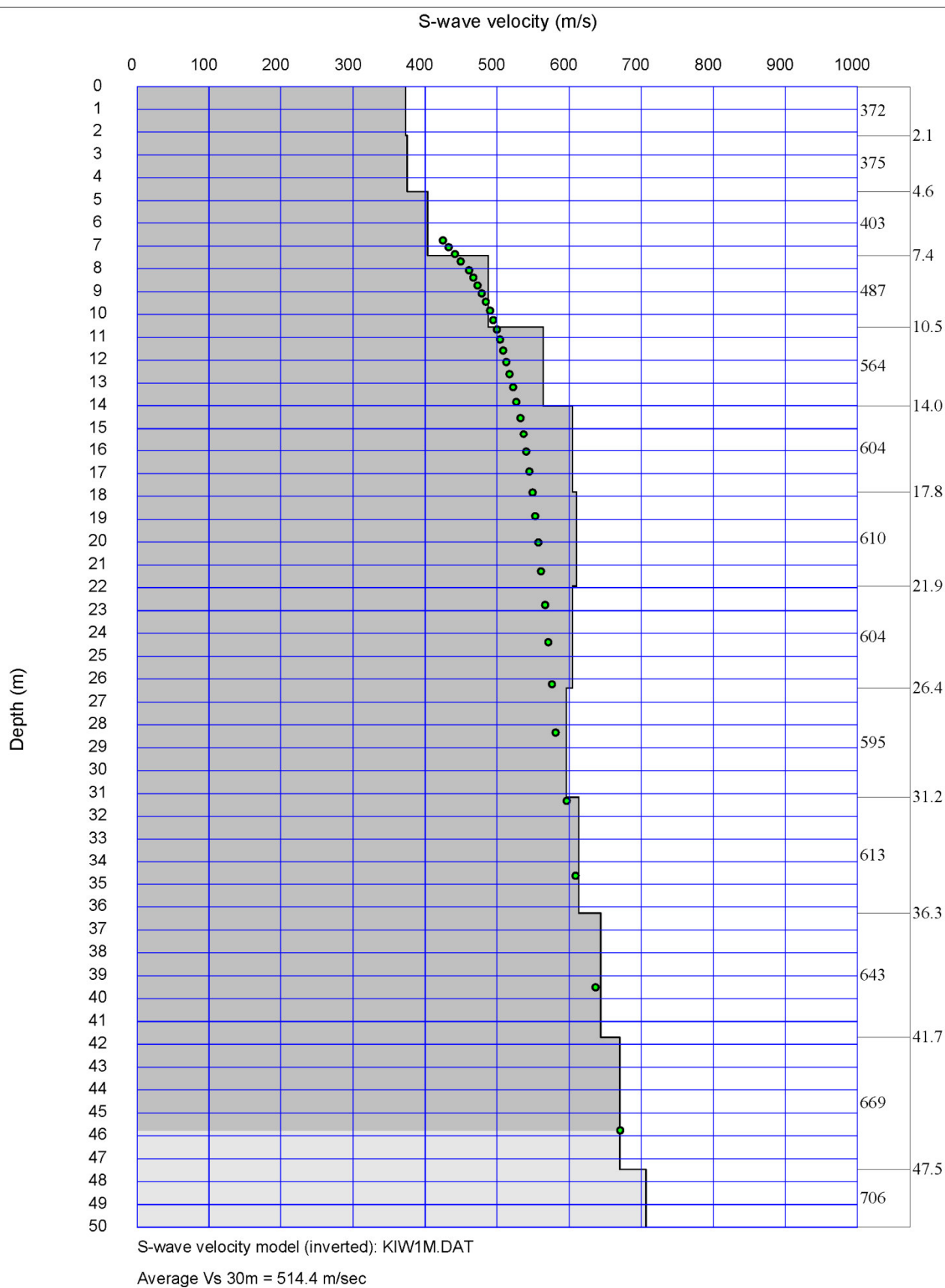


Figura 42: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA LINEA SISMICA EFFETTUATA



11.3 MODELLO RISULTANTE RIFERITO ALLE INDAGINI EFFETTUATE

ONDE V_p

L'analisi dei risultati ottenuti dall'indagine di sismica a rifrazione superficiale ha portato alla classificazione sismo-stratigrafica dei terreni sottoposti a test investigativo di tipo geometrico e meccanico (profondità dei sismostrati e velocità sismiche longitudinali medie di riferimento).

Per quanto riguarda la profondità degli orizzonti sismo-stratigrafici si rimanda alle sezioni interpretative allegate in precedenza.

Le osservazioni ricavate dall'interpretazione dei dati permettono di ricostruire un'immagine sismica del sottosuolo investigato costituita da **tre sismostrati** con $V_{p(media)}$ rispettivamente pari a circa **280 m/sec**, **1022 m/sec** e **1224 m/sec**.

ONDE V_s

L'analisi dei risultati ottenuti dall'indagine MASW ha portato alla determinazione degli strati e delle velocità delle onde sismiche trasversali (V_s) fino a una profondità di circa **46,00 ml.** dal piano campagna.

Dall'analisi delle elaborazioni si evidenzia la presenza dei seguenti livelli:

Velocità onde V_s da elaborazione MASW			
Strato	Base strato [m]	Spessore strato [m]	VS [m/s]
h1	-2,14	2,14	373
h2	-4,62	2,47	375
h3	-7,42	2,80	403
h4	-10,55	3,13	487
h5	-14,01	3,46	564
h6	-17,80	3,79	604
h7	-21,92	4,12	610
h8	-26,37	4,45	605
h9	-31,15	4,78	596
h10	-36,26	5,11	613
h11	-41,70	5,44	644
h12	-47,47	5,77	670
h13	-53,57	6,10	706
h14	-72,86	19,29	748

Al termine della elaborazione si è rilevato riscontrato una convergenza dei valori pari **0.926906%**, come riportato nella tabella sottostante:

Iteration=0 RMS=30.015612 m/s (5.070196%)	Iteration=1 RMS=24.960101 m/s (4.124743%)
Iteration=2 RMS=20.943586 m/s (3.361439%)	Iteration=3 RMS=17.762382 m/s (2.745274%)
Iteration=4 RMS=15.223294 m/s (2.259257%)	Iteration=5 RMS=13.204813 m/s (1.868910%)
Iteration=6 RMS=11.575508 m/s (1.549311%)	Iteration=7 RMS=10.266256 m/s (1.292214%)
Iteration=8 RMS=9.205194 m/s (1.083462%)	Iteration=9 RMS=8.339511 m/s (0.926906%)

11.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (D.M. 14.01.2008)

Ai sensi del DM 14.01.2008 (GU del 04.02.2008, n. 29 – S.O. n. 30), punto 3.2.2. “Categoria di suolo e condizioni topografiche”, il valore della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri ($V_{s,30}$) può essere considerato come segue:

Calcolo $V_{s,30}$ ottenuto dall'elaborazione MASW				
Strato	Quota da p.c. [m]	h_i [m]	$V_{s,i}$ [m/s]	$h_i / V_{s,i}$ [s]
h1	-2,14	2,14	373	0,00574
h2	-4,62	2,48	375	0,00661
h3	-7,42	2,80	403	0,00694
h4	-10,55	3,13	487	0,00642
h5	-14,01	3,46	564	0,00613
h6	-17,80	3,79	604	0,00627
h7	-21,92	4,12	610	0,00675
h8	-26,37	4,45	605	0,00736
h9	-30,00	3,63	596	0,00609
h10	-30,00	0,00	0	0,00000
h11	-30,00	0,00	0	0,00000
h12	-30,00	0,00	0	0,00000
h13	-30,00	0,00	0	0,00000
h14	-30,00	0,00	0	0,00000
		$V_{s,30}$	514	[m/s]

In base al valore di $V_{s,30}$ si può considerare l'area in esame di **tipo B**.

Sulla base dell'effettiva profondità di posa delle fondazioni si riporta di seguito la classificazione dei terreni in base alla normativa sismica vigente:

Categoria di sottosuolo alla quota di posa delle fondazioni		
Quota di posa delle fondazioni	$V_{s,30}$	Categoria di Sottosuolo
Fondazioni posate ad una quota pari a 00.00 da p.c.	514	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 00.50 da p.c.	519	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 01.00 da p.c.	523	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 01.50 da p.c.	528	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 02.00 da p.c.	533	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 02.50 da p.c.	538	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 03.00 da p.c.	543	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 03.50 da p.c.	548	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 04.00 da p.c.	553	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 04.50 da p.c.	559	TIPO B
Fondazioni posate ad una quota pari a - 05.00 da p.c.	563	TIPO B

12 AZIONE SISMICA DA N.T.C. 2008

Sulla base del reticolo sismico di riferimento nazionale sono stati calcolati, mediante apposito software, i valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_r associati a ciascun periodo di ritorno di riferimento e stato limite.

Più precisamente è stata suddivisa l'area in due settori come si seguito riportato:

Area nord: destinazione urbanistica commerciale
Area sud: destinazione urbanistica residenziale

Si riportano di seguito le verifiche secondo la suddivisione riportata in precedenza.

12.1 AREA NORD – DESTINAZIONE COMMERCIALE

Figura 43: PUNTI DELLA GRIGLIA UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI VALORI DEI PARAMETRI

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
11.06414

LATITUDINE
44.54214

☐ Ricerca per comune

REGIONE
Emilia-Romagna

PROVINCIA
Modena

COMUNE
Castelfranco Emilia

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

☐ Sito esterno al reticolo
 ☐ Interpolazione su 3 nodi
 ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.051	2.486	0.256
50	0.064	2.502	0.270
72	0.074	2.483	0.276
101	0.086	2.476	0.281
140	0.099	2.444	0.284
201	0.117	2.399	0.287
475	0.163	2.368	0.304
975	0.208	2.406	0.313
2475	0.278	2.440	0.322

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.051	2.486	0.256
SLD	50	0.064	2.502	0.270
SLV	475	0.163	2.369	0.304
SLC	975	0.208	2.406	0.313

Successivamente, sulla base della Categoria del Sottosuolo ottenuta dal metodo di elaborazione MASW (**categoria B**) e sulla base della Categoria Topografica (categoria T1), si sono determinati i sotto riportati parametri, riferiti sia agli stati limite di esercizio sia agli stati limite ultimi.

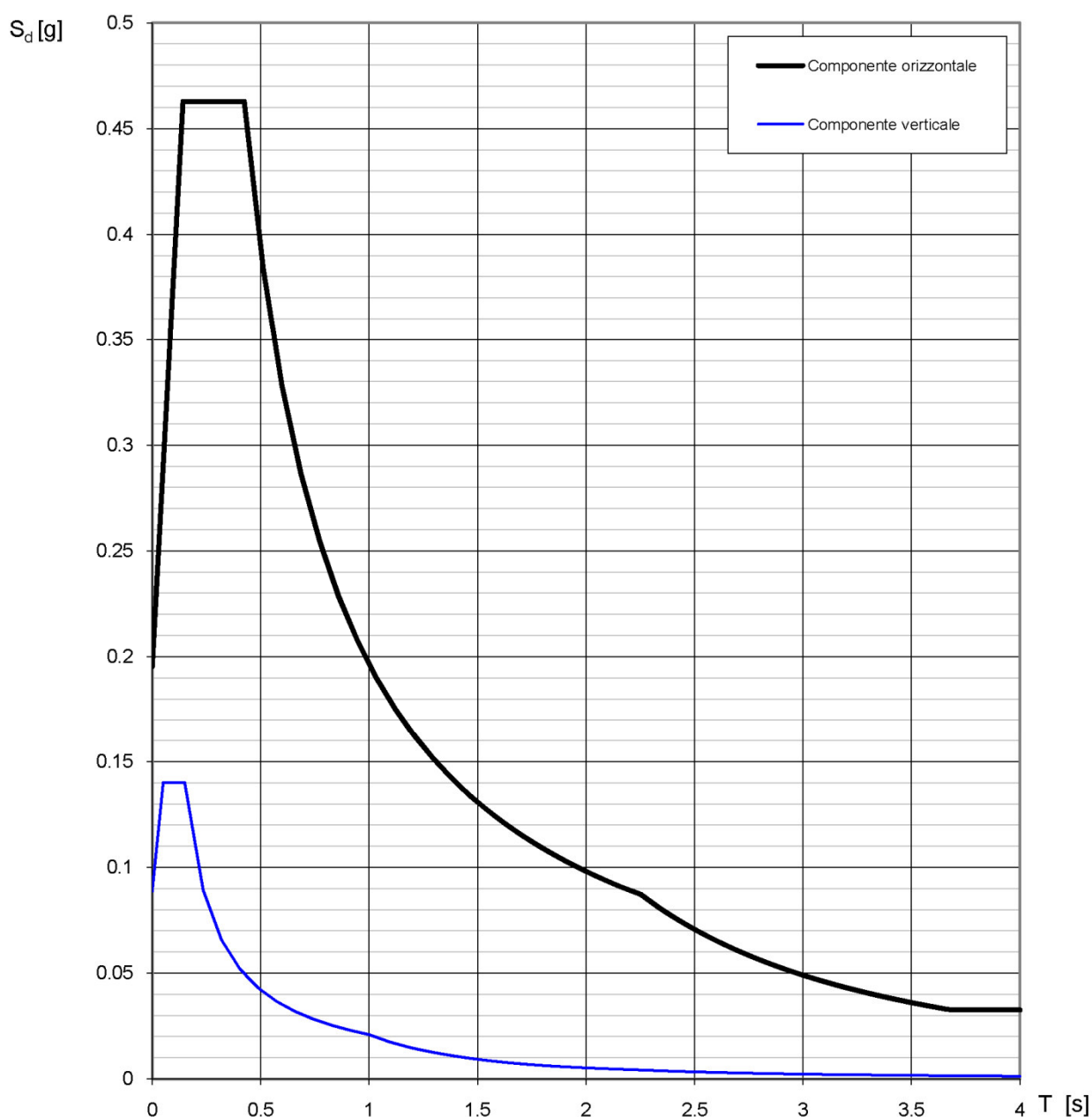
Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica;

Cc: coefficiente di correzione del valore di T_C^* ;

St: coefficiente di amplificazione topografica.

Da questi sono stati ricavati il coefficiente S, che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni stratigrafiche, e i periodi caratteristici T_B , T_C e T_D dello spettro di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Di seguito sono riportati gli spettri di risposta della componente orizzontale e verticale per la categoria di sottosuolo e per la categoria di topografica determinati per il sito per lo Stato Limite di Salvaguardia della vita (SLV).

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.163 g
F_o	2.369
T_c^*	0.304 s
S_s	1.200
C_c	1.396
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.141 s
T_C	0.424 s
T_D	2.251 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
$T_B \leftarrow$	0.141	0.463
$T_C \leftarrow$	0.424	0.463
	0.511	0.384
	0.598	0.328
	0.685	0.286
	0.772	0.254
	0.859	0.228
	0.946	0.207
	1.033	0.190
	1.120	0.175
	1.207	0.163
	1.294	0.152
	1.381	0.142
	1.468	0.134
	1.555	0.126
	1.642	0.120
	1.729	0.114
	1.816	0.108
	1.903	0.103
	1.990	0.099
	2.077	0.094
	2.164	0.091
$T_D \leftarrow$	2.251	0.087
	2.335	0.081
	2.418	0.076
	2.501	0.071
	2.584	0.066
	2.668	0.062
	2.751	0.058
	2.834	0.055
	2.917	0.052
	3.001	0.049
	3.084	0.046
	3.167	0.044
	3.251	0.042
	3.334	0.040
	3.417	0.038
	3.500	0.036
	3.584	0.034
	3.667	0.033
	3.750	0.033
	3.833	0.033
	3.917	0.033
	4.000	0.033

12.2 AREA SUD-EST E SUD-OVEST – DESTINAZIONE RESIDENZIALE

Figura 44: PUNTI DELLA GRIGLIA UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI VALORI DEI PARAMETRI

☒ Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE
11.06414
 LATITUDINE
44.54214

☐ Ricerca per comune
 REGIONE
Emilia-Romagna
 PROVINCIA
Modena
 COMUNE
Castelfranco Emilia

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☒ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
 superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.051	2.486	0.256
50	0.064	2.502	0.270
72	0.074	2.483	0.276
101	0.086	2.476	0.281
140	0.099	2.444	0.284
201	0.117	2.399	0.287
475	0.163	2.368	0.304
975	0.208	2.406	0.313
2475	0.278	2.440	0.322

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.051	2.486	0.256
SLD	50	0.064	2.502	0.270
SLV	475	0.163	2.369	0.304
SLC	975	0.208	2.406	0.313

Successivamente, sulla base della Categoria del Sottosuolo ottenuta dal metodo di elaborazione MASW (**categoria B**) e sulla base della Categoria Topografica (categoria T1), si sono determinati i sotto riportati parametri, riferiti sia agli stati limite di esercizio sia agli stati limite ultimi.

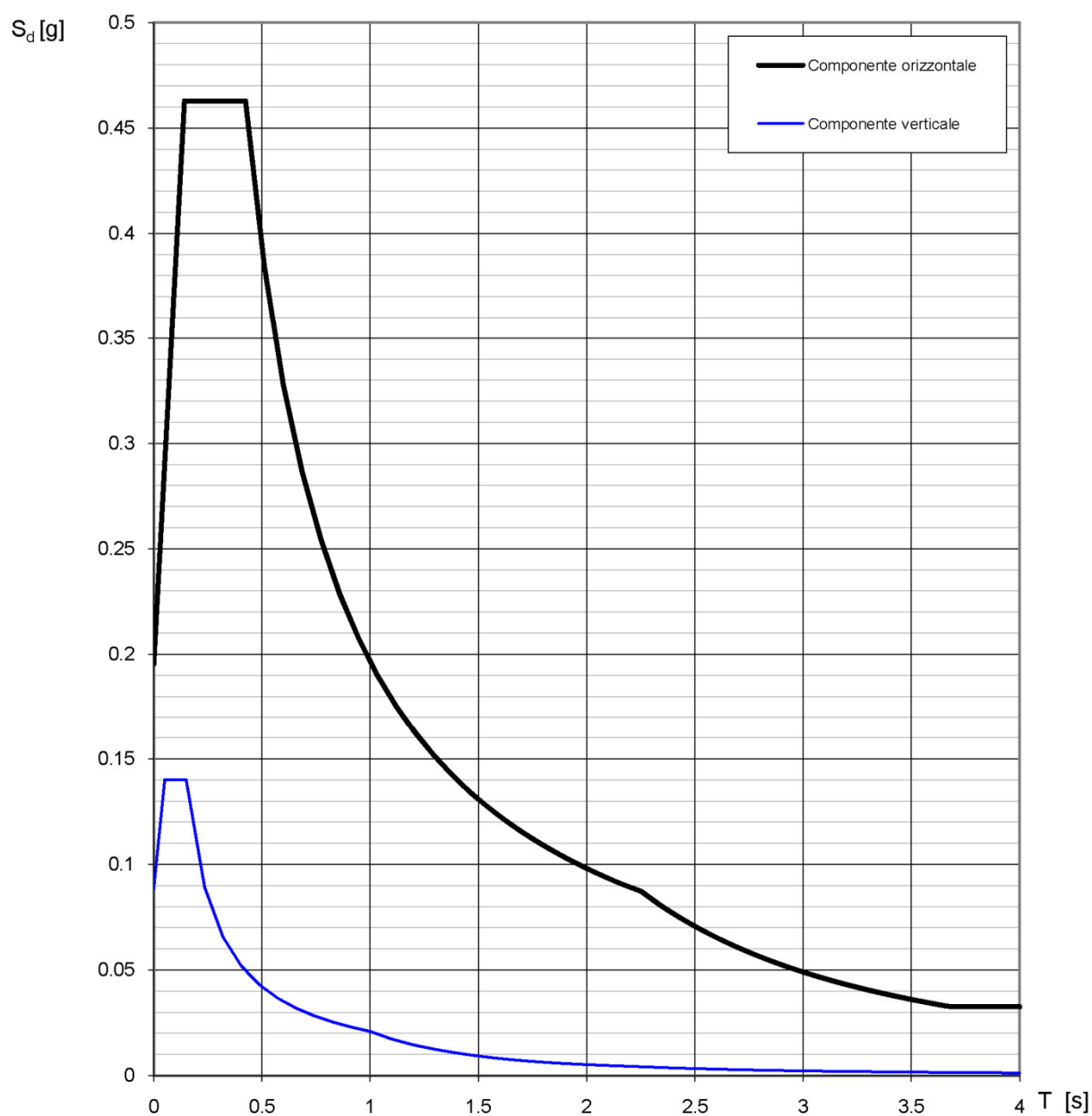
Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica;

Cc: coefficiente di correzione del valore di T_C^* ;

St: coefficiente di amplificazione topografica.

Da questi sono stati ricavati il coefficiente S, che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni stratigrafiche, e i periodi caratteristici T_B , T_C e T_D dello spettro di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Di seguito sono riportati gli spettri di risposta della componente orizzontale e verticale per la categoria di sottosuolo e per la categoria di topografica determinati per il sito per lo Stato Limite di Salvaguardia della vita (SLV).

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.163 g
F_o	2.369
T_C^*	0.304 s
S_S	1.200
C_C	1.396
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.141 s
T_C	0.424 s
T_D	2.251 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
$T_B \leftarrow$	0.141	0.463
$T_C \leftarrow$	0.424	0.463
	0.511	0.384
	0.598	0.328
	0.685	0.286
	0.772	0.254
	0.859	0.228
	0.946	0.207
	1.033	0.190
	1.120	0.175
	1.207	0.163
	1.294	0.152
	1.381	0.142
	1.468	0.134
	1.555	0.126
	1.642	0.120
	1.729	0.114
	1.816	0.108
	1.903	0.103
	1.990	0.099
	2.077	0.094
	2.164	0.091
$T_D \leftarrow$	2.251	0.087
	2.335	0.081
	2.418	0.076
	2.501	0.071
	2.584	0.066
	2.668	0.062
	2.751	0.058
	2.834	0.055
	2.917	0.052
	3.001	0.049
	3.084	0.046
	3.167	0.044
	3.251	0.042
	3.334	0.040
	3.417	0.038
	3.500	0.036
	3.584	0.034
	3.667	0.033
	3.750	0.033
	3.833	0.033
	3.917	0.033
	4.000	0.033

13 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Con il termine risposta sismica locale si intende l'insieme delle modifiche che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base, posta ad una certa profondità del sottosuolo, subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

Per giungere alla determinazione della risposta sismica locale, un sito deve essere sottoposto a specifiche indagini di dettaglio finalizzate alla definizione di tutte le proprietà puntuali che la caratterizzano.

Tali indagini riguardano la definizione di tali aspetti:

- Stratigrafia delle formazioni superficiali con dettagliata definizione dell'andamento dei contatti tra esse;
- Profili di velocità delle onde sismiche trasversali e longitudinali dentro le formazioni superficiali;
- Caratteristiche meccaniche dei terreni delle formazioni superficiali con particolare riferimento al loro comportamento sotto l'azione di carichi ciclici e dinamici;
- Morfologia di dettaglio dell'area.

Per gli studi di risposta sismica locale finalizzati alla previsione delle azioni sismiche si progetta sui manufatti è necessario caratterizzare il comportamento meccanico del terreno mediante la determinazione dei parametri V_s (velocità delle onde di taglio) G_0 (modulo di taglio a piccole deformazioni), R (rigidità sismica), E_d (modulo di elasticità dinamico) ed a (amplificazione sismica).

Dall'indagine sismica effettuata nell'area in esame, è stato possibile derivare i seguenti parametri:

- *Velocità delle onde di taglio (V_s)*
- *Modulo di taglio a piccole deformazioni*

$$G_0 = \frac{\gamma_t}{g} \cdot (V_s)^2$$

dove:

γ_t = peso di volume naturale

g = accelerazione di gravità (9.81 m/s²)

- *Modulo di elasticità dinamico*

$$E_d = V_p \cdot \rho \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)}$$

dove:

V_p è la velocità delle onde longitudinali

ρ = è la densità del terreno

ν = è il modulo di Poisson

- *Rigidità sismica*

$$R = \gamma_t \cdot V_s$$

definito come il prodotto della velocità per il peso su unità di volume del mezzo in cui si propaga l'onda, fornisce come risultato un parametro legato all'amplificazione sismica locale dove l'incidenza dei danni tende a diminuire con l'aumentare della rigidità sismica.

- *Frequenza e Periodo fondamentale dello strato*

$$f = \frac{V_s}{4 \cdot H} \quad T = \frac{4 \cdot H}{V_s}$$

dove:

H = spessore dello strato

V_s = velocità delle onde di taglio

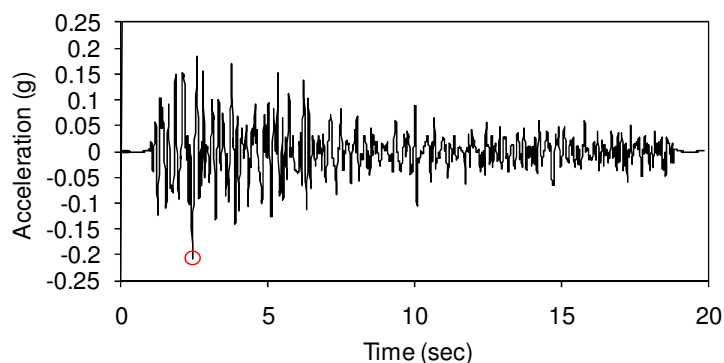
Questi ultimi due parametri, pur nella loro semplicità, assumono un importante significato dal punto di vista applicativo.

Assimilando il sottosuolo ad uno strato omogeneo equivalente, essi forniscono una prima indicazione dei campi di frequenza in cui attendersi fenomeni di amplificazione locale.

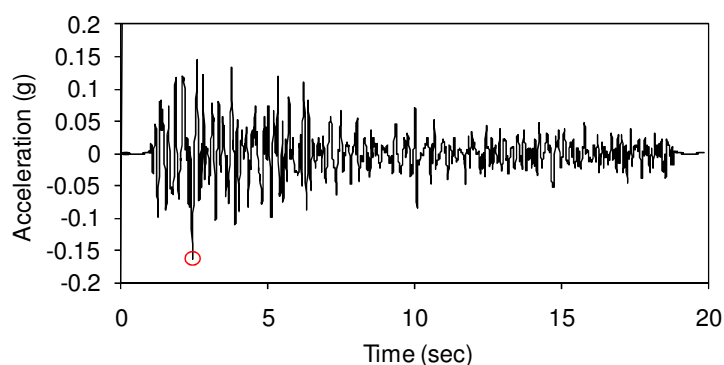
14 INPUT SISMICO DI RIFERIMENTO

In base alla normativa regionale nr. 112 del 2007, la Regione Emilia-Romagna fornisce 3 terremoti di riferimento al fine della valutazione della risposta sismica locale. Di seguito riportiamo gli accelerogrammi dei 3 terremoti relativi al sito in esame, che sono stati opportunamente scalati per la correzione determinata dalla maggiorazione del fattore a_g che ha dovuto tenere conto della classe d'uso dell'area commerciale oggetto di studio come riportato nelle NTC 2008 (par. 2.4.2 e 2.4.3)

Figura 45: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000046xa 036006CastelfrancoEmilia

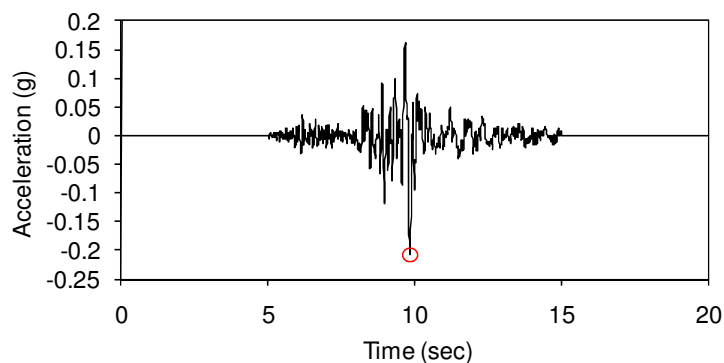


Accelerogramma scalato (zona commerciale)

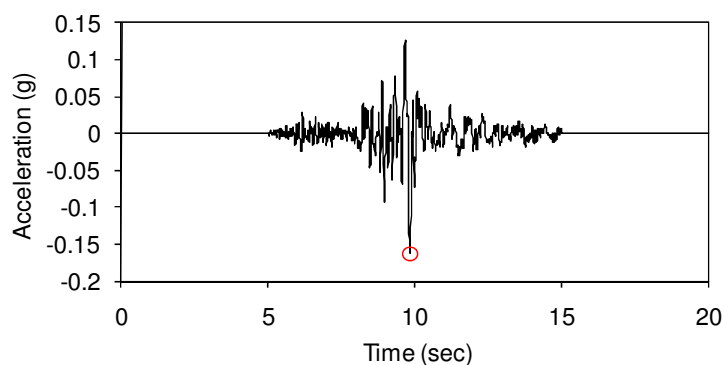


Accelerogramma non scalato (zona residenziale)

Figura 46: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000126xa 036006CastelfrancoEmilia

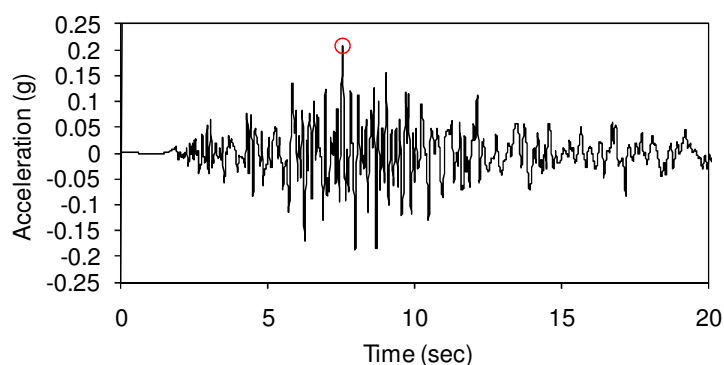


Accelerogramma scalato (zona commerciale)

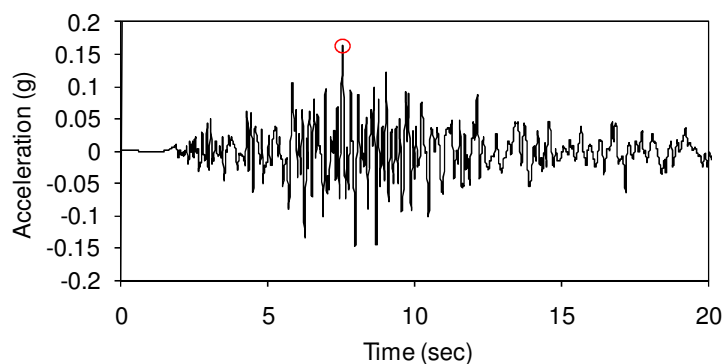


Accelerogramma non scalato (zona residenziale)

Figura 47: ACCELEROGRAMMA TERREMOTO RIFERIMENTO 000354xa 036006CastelfrancoEmilia



Accelerogramma scalato (zona commerciale)



Accelerogramma non scalato (zona residenziale)

MODELLO GEOLOGICO

Le indagini sismiche effettuate mediante metodo MASW hanno permesso di ricostruire un profilo delle velocità delle onde di taglio in profondità sino ad una profondità di circa **46,00 m** che non hanno consentito di individuare la collocazione del bedrock convenzionale, caratterizzato da velocità superiori a 800 m/sec.

E' stata pertanto eseguita una interpolazione lineare delle velocità delle onde Vs al fine di individuare il bedrock sismico di riferimento (bedrock convenzionale) che è stato posto ad una profondità di **72,86 m.** da pc.

In termini stratigrafici si può assumere la seguente situazione in profondità:

- da 0,00 a 2,14 m depositi costituiti prevalentemente da terreni limo-sabbiosi di ricopertura (terreno vegetale);
- da 2,14 a 4,62 m depositi costituiti prevalentemente da sabbie limose con ghiaie fini;

da 4,62 a 21,92 m depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie ad elevato addensamento con presenza di falda idrica con intercalazione di livelli argillosi stratificati

da 21,92 a 72,86 m depositi costituiti prevalentemente da argille sovraconsolidate con intercalazioni sabbiose-limose

a 72,86 m si attesta il bedrock convenzionale

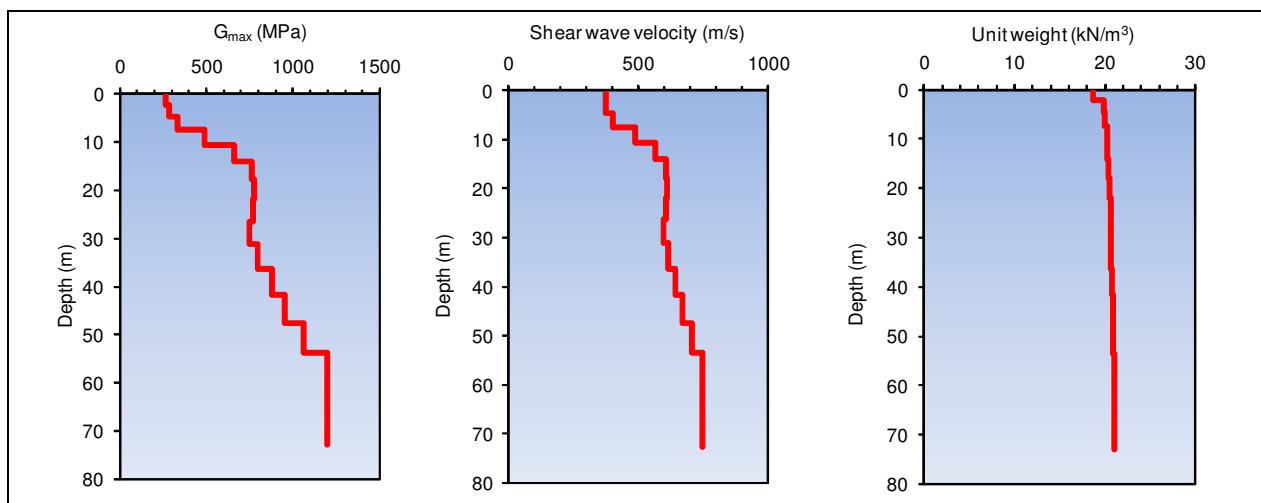
15 SPETTRO DI RISPOSTA REALE

Tra i diversi programmi di calcolo per eseguire modellazioni numeriche ai fini della valutazione della risposta sismica locale, si è utilizzato il programma EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analysis of Layered Soil Deposits), basato sul codice SHAKE per quanto concerne le soluzioni relative alle propagazioni delle onde di taglio. Si tratta di un modello monodimensionale applicabile al sito in esame, in cui le cause principali di amplificazione del moto sismico sono il fenomeno di intrappolamento di onde S all'interno del deposito, favorito dal contrasto di impedenza fra terreno e basamento roccioso e la risonanza, determinata dalla prossimità tra le frequenze del moto al substrato e quelle naturali di vibrazione del deposito. L'analisi è di tipo lineare equivalente che consiste nell'esecuzione di una sequenza di analisi lineari complete con aggiornamento successivo dei parametri di rigidezza e smorzamento fino al soddisfacimento di un prefissato criterio di convergenza.

Il calcolo è stato eseguito inserendo come input il terremoto risultante dalla media dei 3 terremoti forniti dalla normativa, provvedendo al taglio delle frequenze superiori ai 25 Hz. Si è quindi inserito il profilo del terreno sino alla profondità di **72,86 m**, che corrisponde al substrato sismico individuato, secondo lo schema riportato di seguito:

Example --

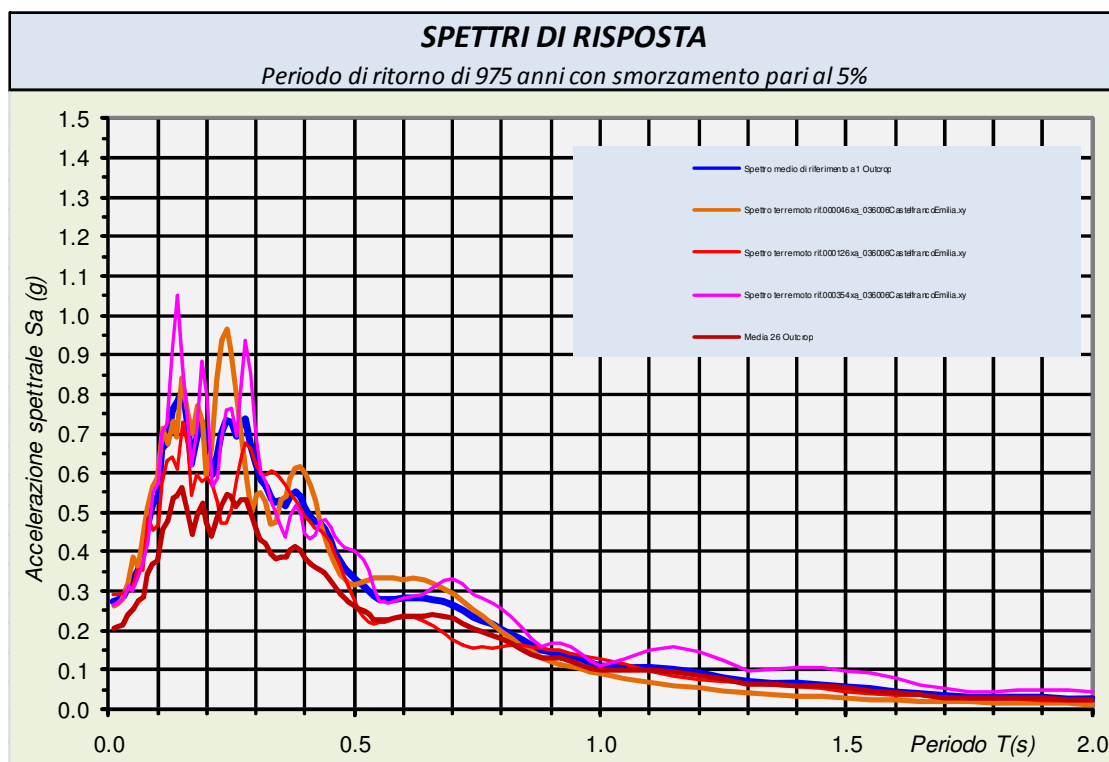
Fundamental period (s) =					0.46							
Average shear wave velocity (m/sec) =					630.25							
Total number of sublayers =					26							
	Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m ³)	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion	Location of water table	Depth at middle of layer (m)	Vertical effective stress (kPa)
<div style="text-align: center;"> Surface ↓ Bedrock </div>	1	1	1	2.14	264.11		18.65	373			1.1	19.98
	2	2	1	2.47	284.34		19.80	375			3.4	64.44
	3	3	1	2.80	331.82		20.00	403			6.0	116.94
	4	3	1	3.13	488.95		20.20	487			9.0	176.60
	5	3	1	3.46	658.27		20.30	564			12.3	243.36
	6	3	1	3.79	759.30		20.40	604		W	15.9	298.57
	7	3	2	4.12	778.13		20.50	610			18.8	329.66
	8	1	2	4.45	768.01		20.60	605			20.9	351.69
	9	1	2	4.78	748.51		20.70	596			23.0	374.70
	10	1	2	5.11	793.96		20.70	613			25.3	398.71
	11	1	2	5.44	878.40		20.80	644			27.6	423.73
	12	1	2	5.77	955.30		20.90	670			30.0	449.76
	13	1	3	6.10	1062.38		20.90	706			32.4	476.69
	14	1	4	19.29	1198.89		21.00	748			35.0	504.51
	15				1370.03	1	21.00	800	Outcrop		37.6	533.37



Sono stati pertanto definiti gli spettri di risposta al sito in accelerazione per la componente orizzontale per i tre input sismici di riferimento e riportati in precedenza, considerando un valore di smorzamento critico pari al 5%.

15.1 AREA NORD - ZONA COMMERCIALE

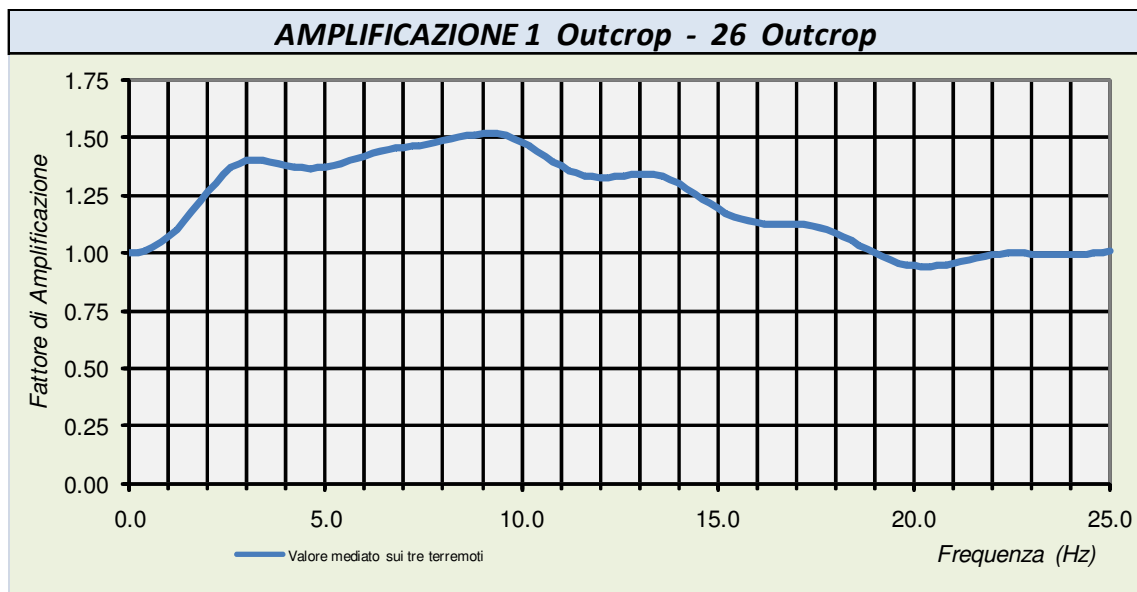
Di seguito vengono riportate pertanto le forme spettrali ottenute, e la loro media, che ha portato ad un valore di PGA al sito (1 OUTCROP) pari a **0,273 g** a partire da un valore pari a **0,187 g** relativo all'accelerazione di ancoraggio prevista per il **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** dalla normativa regionale.



Nella tabella precedente sono stati inoltre inseriti, per il sito in esame, gli spettri di risposta ottenuti per un suolo di tipo A e per un suolo di **tipo B** secondo quanto previsto dalla nuova normativa sismica (NTC 2008).

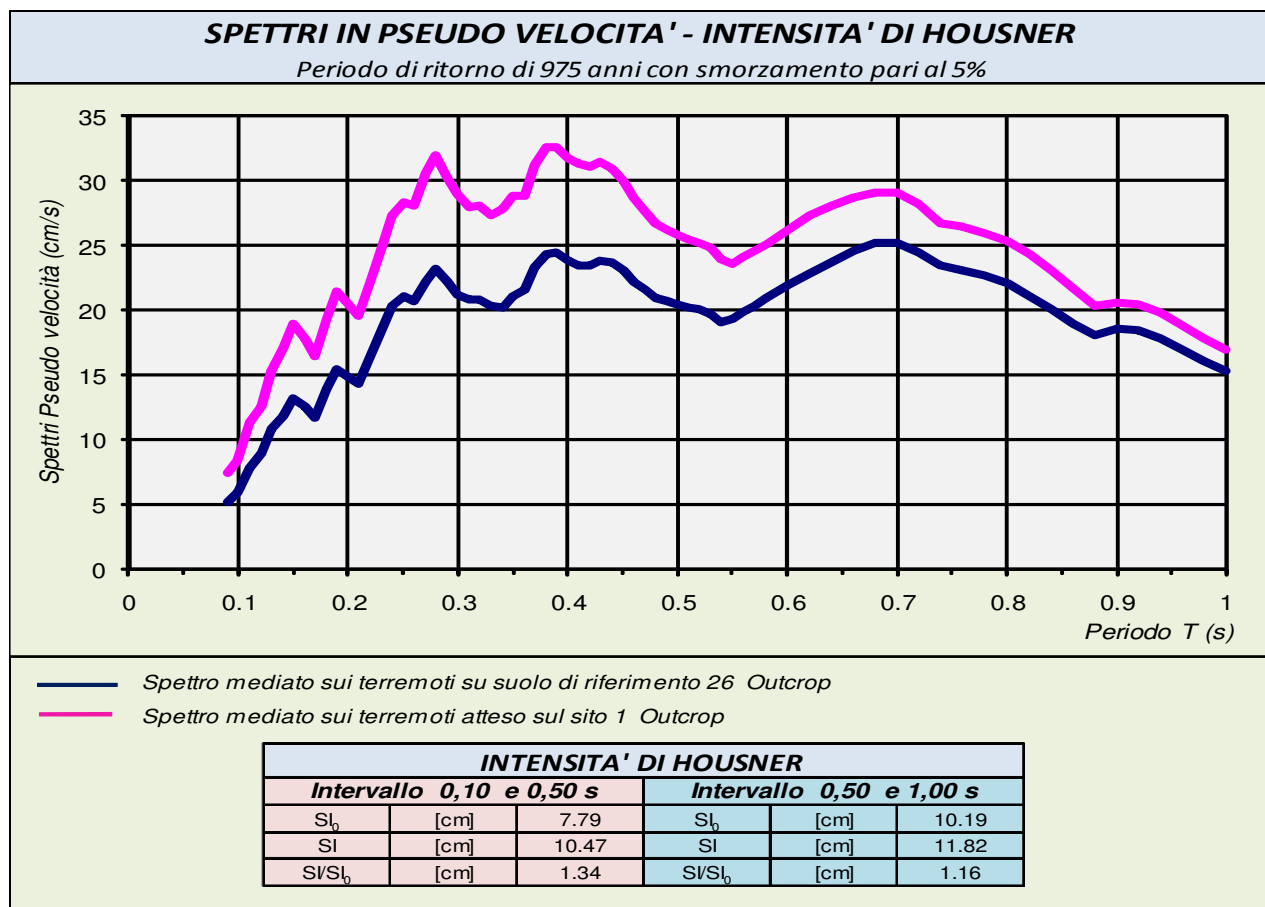
La figura seguente riporta la funzione di amplificazione locale come rapporto tra ampiezza degli spettri al suolo (**1 OUTCROP**) e quello in corrispondenza dell'affioramento della formazione rocciosa (**26 OUTCROP**) per un valore di smorzamento critico pari al 5%.

Figura 48: AMPLIFICAZIONE TRA SUPERFICIE E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO



In base allo spettro delle pseudovelocità mediato sui tre terremoti di riferimento utilizzati, si sono ricavati i coefficienti di amplificazione sismica espressi come rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) negli intervalli di tempo $0,1 < T_0 < 0,5$ sec e $0,5 < T_0 < 1,0$ sec.

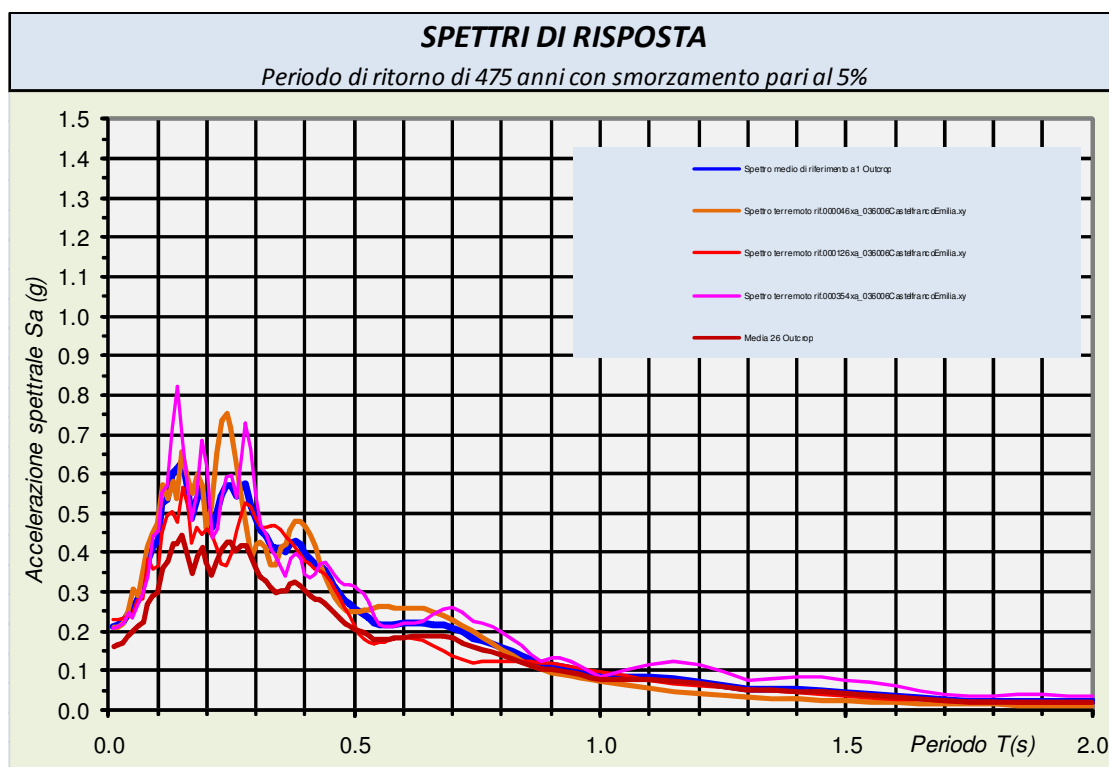
Figura 49: CONFRONTO TRA GLI SPETTRI IN PSEUDO VELOCITA' IN SUPERFICIE (1 OUTCROP) E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO (26 OUTCROP)



I coefficienti di amplificazione sismica espressi in termini di SI/SI_0 risultano essere pari a **1,34** per l'intervallo di tempo $0,1 - 0,5$ sec e **1,16** per l'intervallo di tempo $0,5 - 1,0$ sec.

15.2 AREA SUD-OVEST E SUD-EST - ZONA RESIDENZIALE

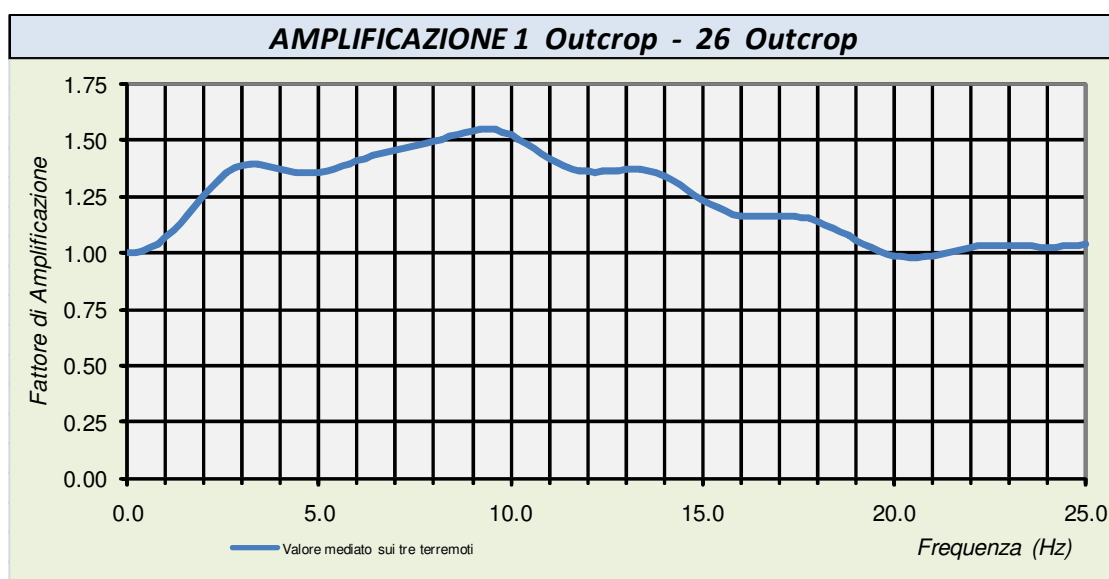
Di seguito vengono riportate pertanto le forme spettrali ottenute, e la loro media, che ha portato ad un valore di PGA al sito (1 OUTCROP) pari a **0,214 g** a partire da un valore pari a **0,186 g** relativo all'accelerazione di ancoraggio prevista per il **Comune di Castelfranco Emilia (MO)** dalla normativa regionale.



Nella tabella precedente sono stati inoltre inseriti, per il sito in esame, gli spettri di risposta ottenuti per un suolo di tipo A e per un suolo di **tipo B** secondo quanto previsto dalla nuova normativa sismica (NTC 2008).

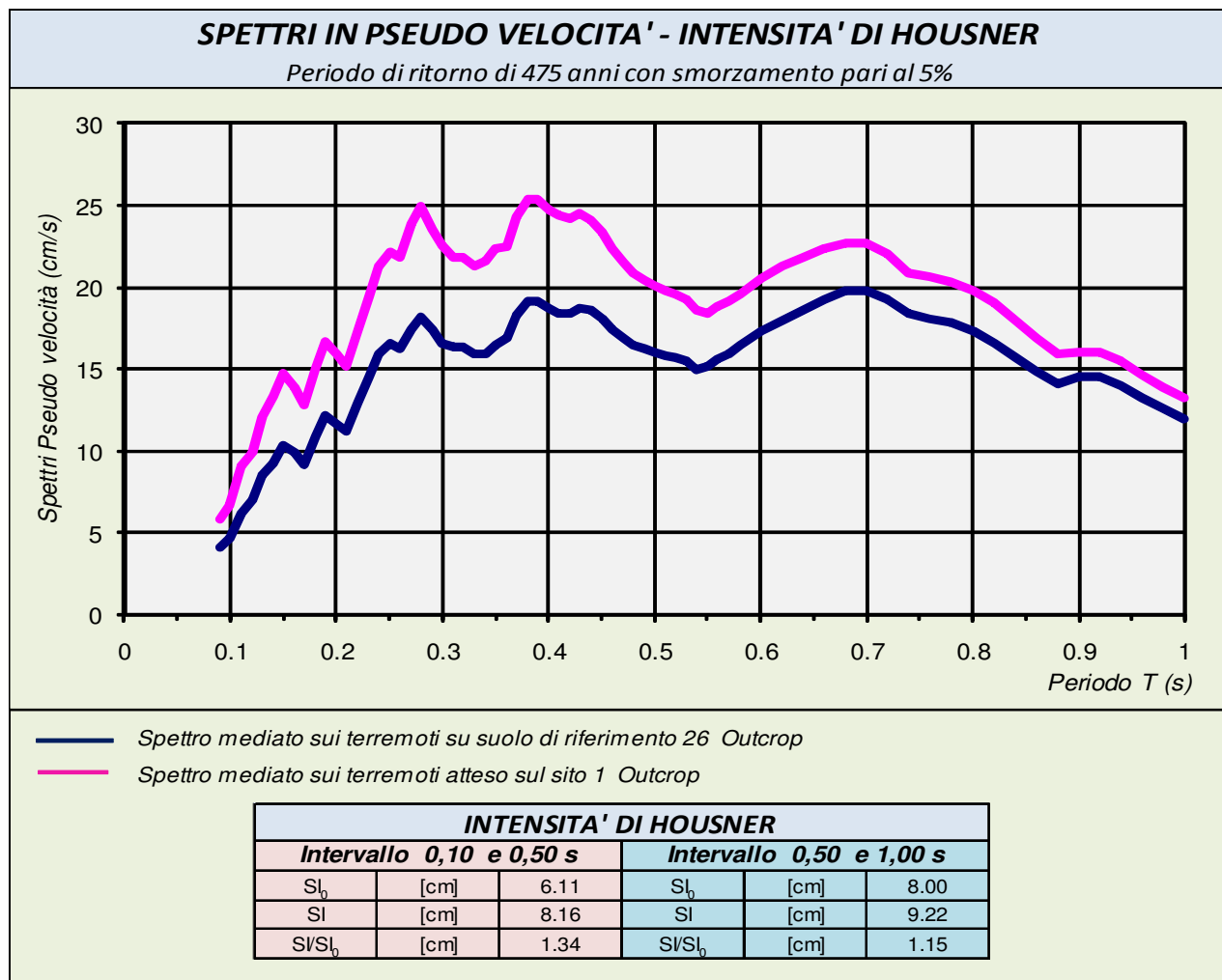
La figura seguente riporta la funzione di amplificazione locale come rapporto tra ampiezza degli spettri al suolo (1 **OUTCROP**) e quello in corrispondenza dell'affioramento della formazione rocciosa (**26 OUTCROP**) per un valore di smorzamento critico pari al 5%.

Figura 50: AMPLIFICAZIONE TRA SUPERFICIE E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO



In base allo spettro delle pseudovelocità mediato sui tre terremoti di riferimento utilizzati, si sono ricavati i coefficienti di amplificazione sismica espressi come rapporto di Intensità di Housner (SI/S_0) negli intervalli di tempo $0,1 < T_0 < 0,5$ sec e $0,5 < T_0 < 1,0$ sec.

Figura 51: CONFRONTO TRA GLI SPETTRI IN PSEUDO VELOCITA' IN SUPERFICIE (1 OUTCROP) E FORMAZIONE ROCCIOSA IN AFFIORAMENTO (26 OUTCROP)



I coefficienti di amplificazione sismica espressi in termini di SI/S_0 risultano essere pari a **1,34** per l'intervallo di tempo 0,1 – 0,5 sec e **1,15** per l'intervallo di tempo 0,5 – 1,0 sec.

16 ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI DALLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Sulla base delle elaborazioni riportate in precedenza si evidenziano per il sito in esame i sotto riportati valori caratteristici:

AREA NORD - ZONA COMMERCIALE

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	
Valore della PGA_0 di riferimento da Norme Tecniche per la Costruzioni (NTC 2008)	0.187
Valore della PGA rilevata sul sito in esame	0.273
Fattore di Amplificazione (FA) della PGA	1.461
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI_0 – intervallo di frequenza 0,10÷0,50s	1.34
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI_0 – intervallo di frequenza 0,50÷1,00s	1.16

AREA SUD-OVEST E SUD-EST - ZONA RESIDENZIALE

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	
Valore della PGA_0 di riferimento da Norme Tecniche per la Costruzioni (NTC 2008)	0.163
Valore della PGA rilevata sul sito in esame	0.214
Fattore di Amplificazione (FA) della PGA	1.317
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI_0 – intervallo di frequenza 0,10÷0,50s	1.34
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI_0 – intervallo di frequenza 0,50÷1,00s	1.15

17 CARTE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

Sulla base dei dati ottenuti dall'elaborazione di risposta sismica locale sono state elaborate alcune carte tematiche riportanti:

- CARTA DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (NTC 2008)
- CARTA DELLA AMPLIFICAZIONE PGA
- CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE (0,10 s < T_0 < 0,50 s)
- CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE (0,50 s < T_0 < 1,00 s)

Figura 52: CARTA DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (NTC 2008)

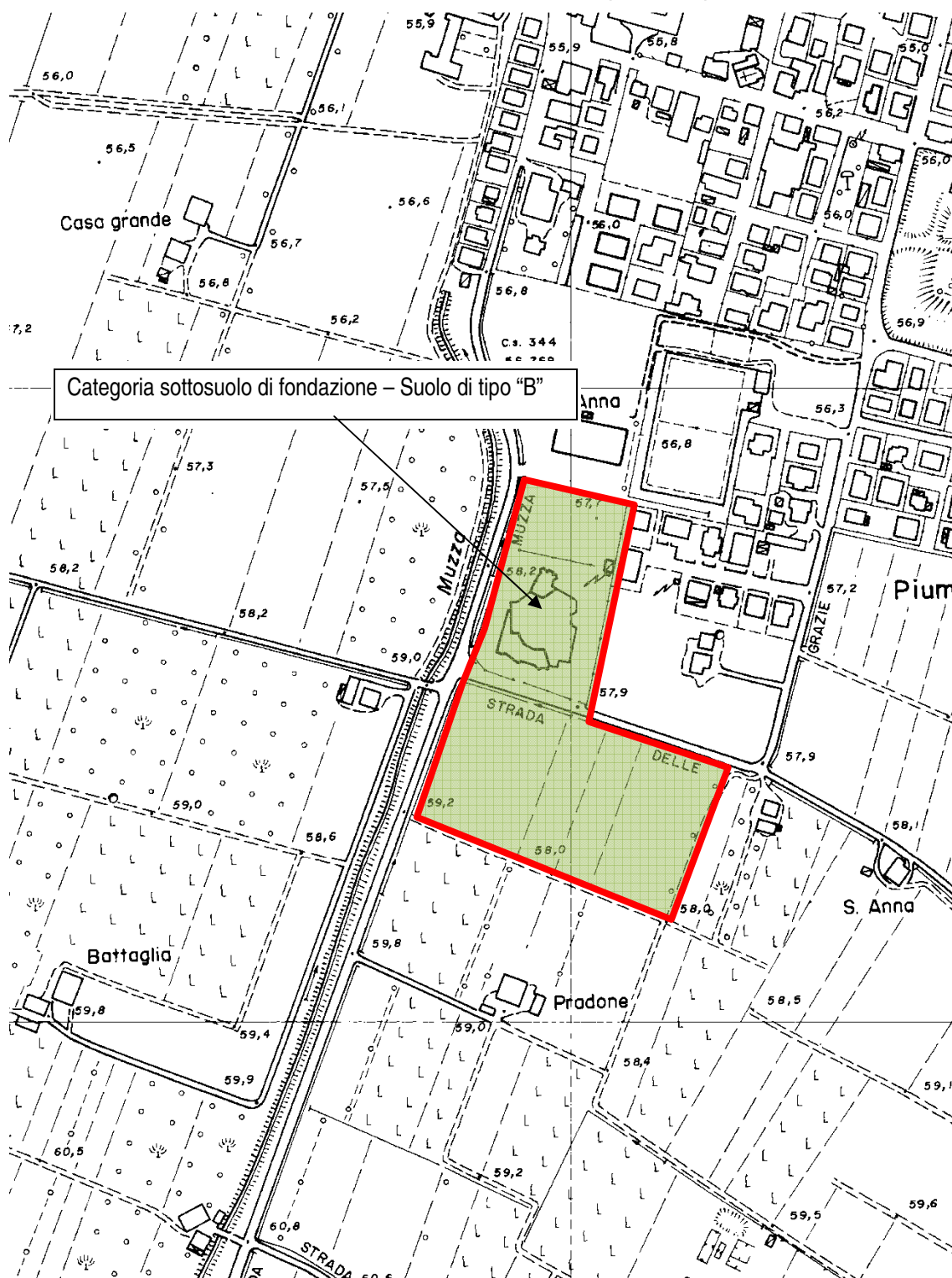


Figura 53: CARTA DELLA AMPLIFICAZIONE PGA

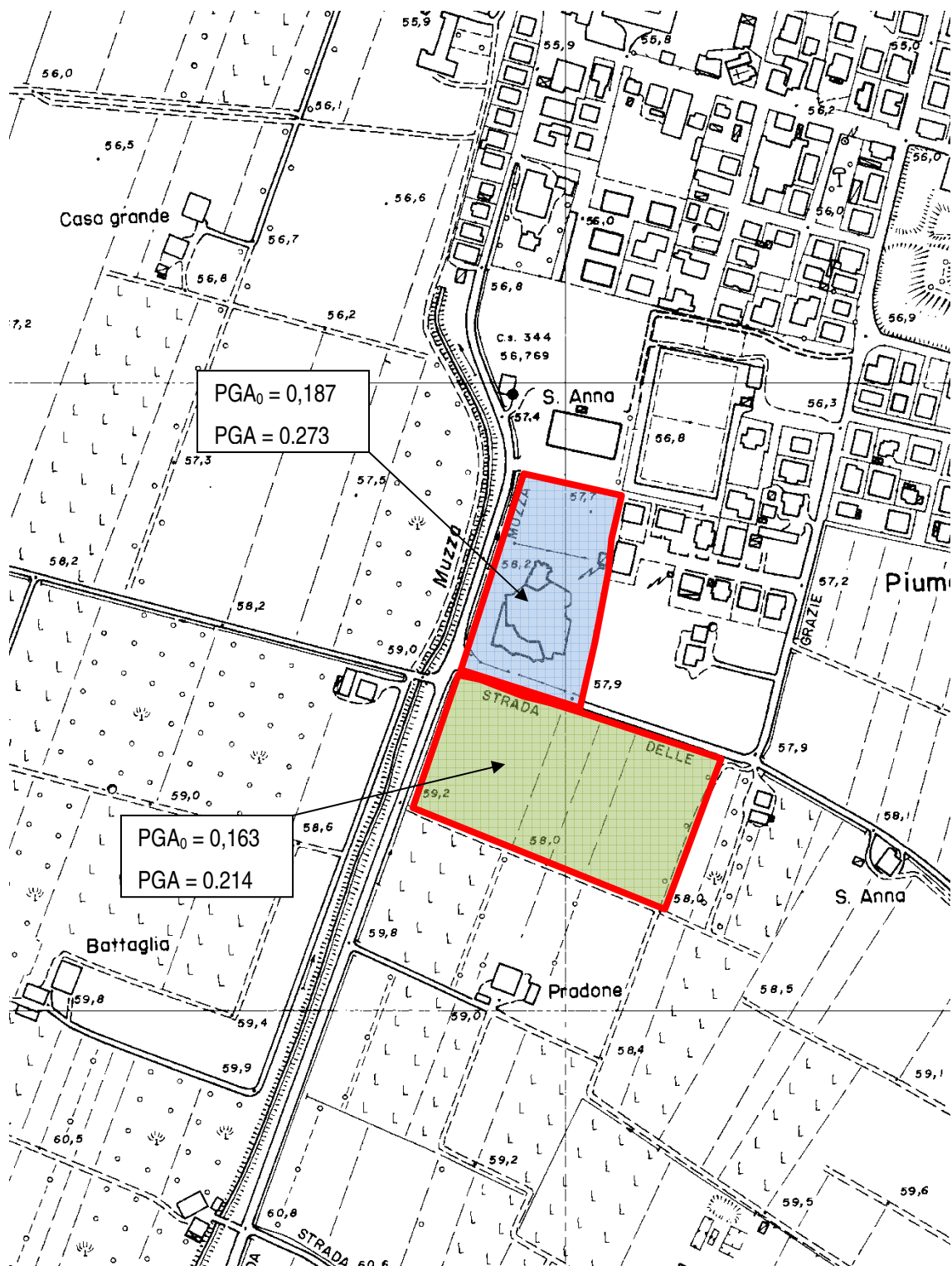


Figura 54: CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE ($0,10 \text{ s} < T_0 < 0,50 \text{ s}$)

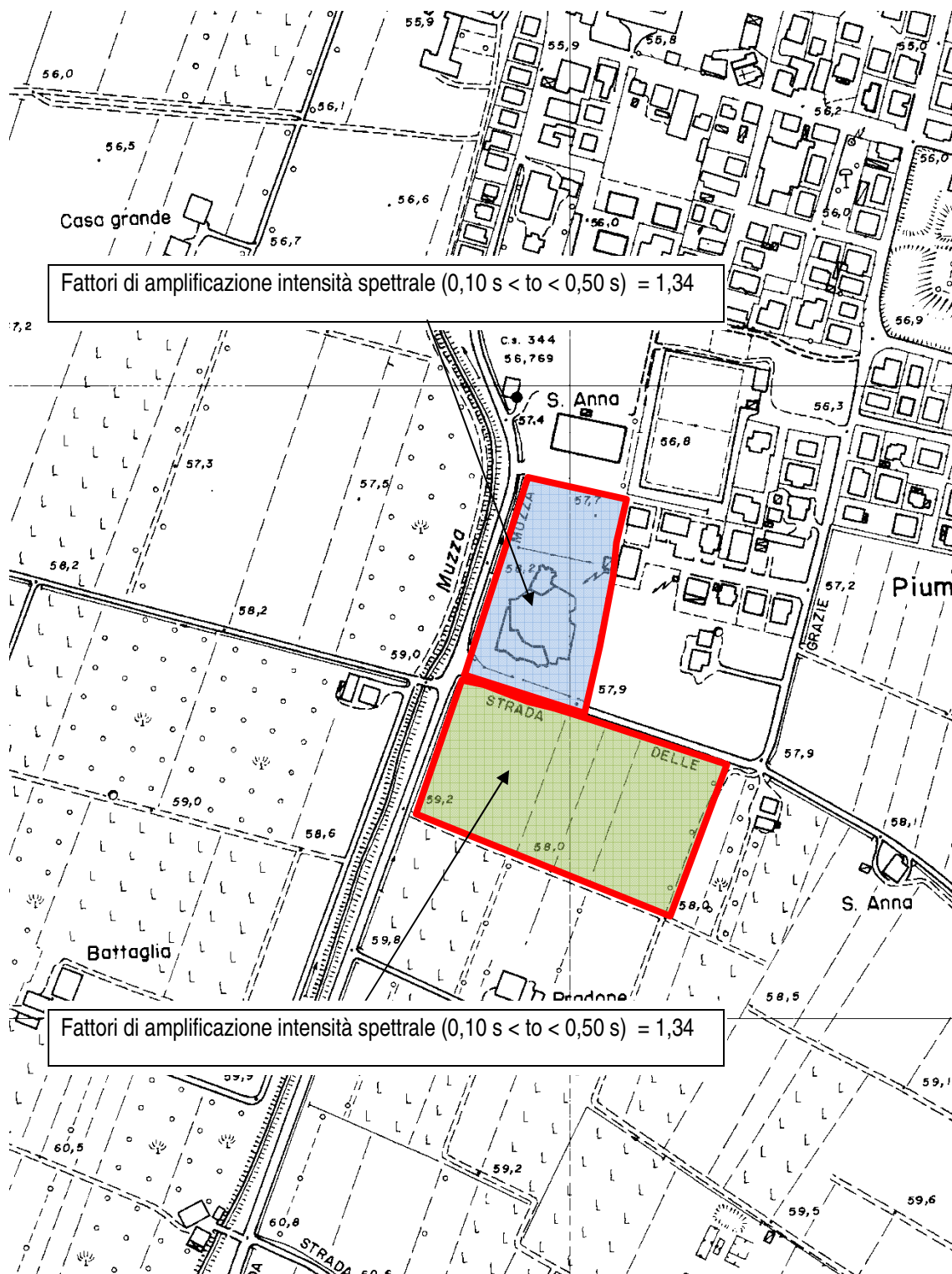
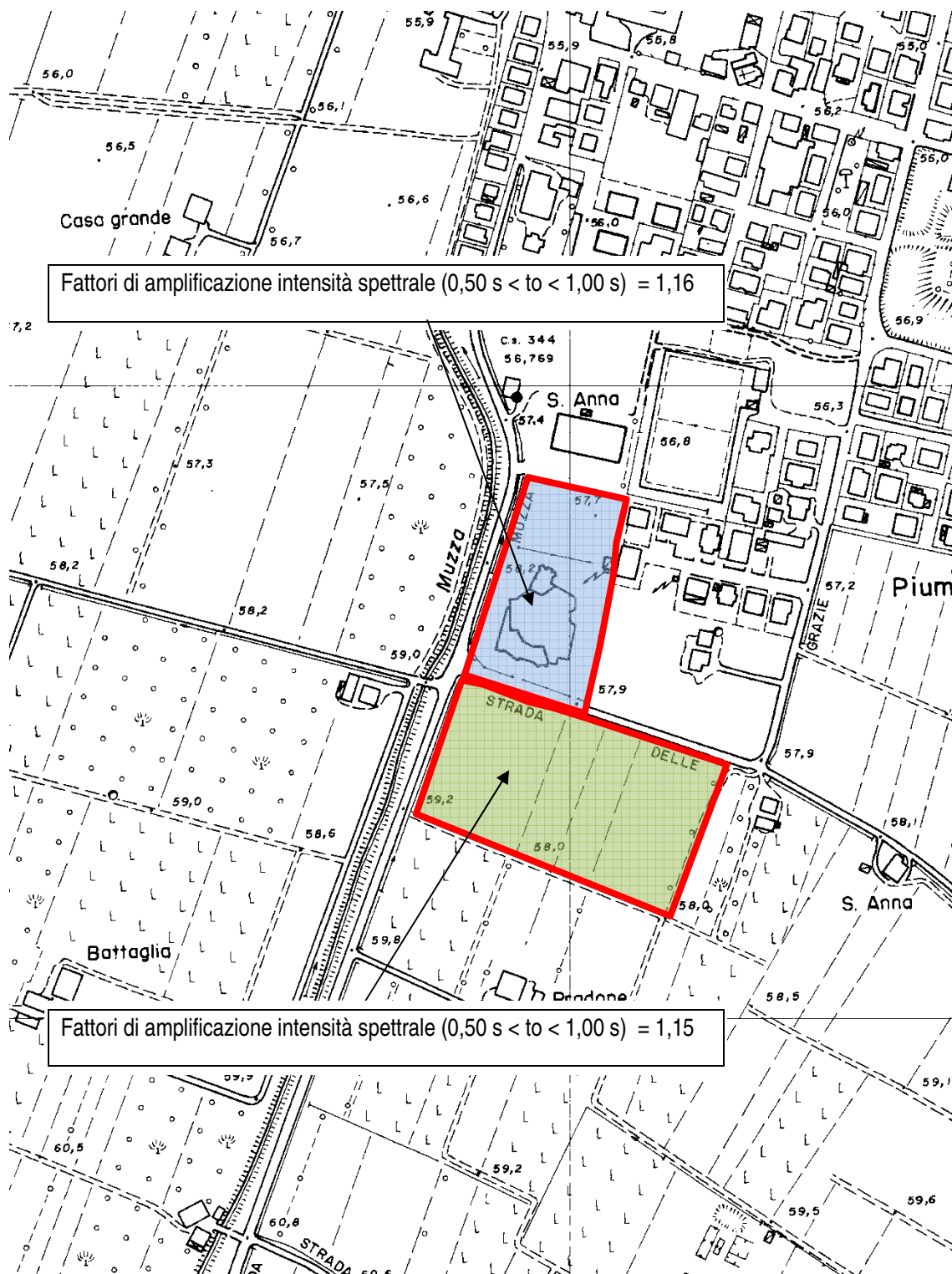


Figura 55: CARTA DELLA INTENSITA' SPETTRALE ($0,50 \text{ s} < T_0 < 1,00 \text{ s}$)



18 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle indagini geognostiche di tipo penetrometrico dinamico pesante correlate con le indagini geofisiche di tipo sismico a rifrazione è stato redatto il modello litostratigrafico locale, tenendo anche in considerazione delle numerose indagini di cui si dispone effettuate nella zona.

Litologicamente si è evidenziata la presenza di un modesto strato avente uno spessore massimo pari a 1.50 ml. di terreni coesivi di natura argilloso-limosa a copertura di un banco ghiaioso estremamente addensato arealmente continuo e di spessore pari a circa 15,00 ml il cui tetto, evidenziato da un netto e deciso aumento dei valori di portanza, è stato intercettato con tutte le prove eseguite in zona tra i $- 1.80 \div 2.10$ m dall'attuale p.c.

Da un punto di vista geotecnico lo strato di copertura si è rivelato ben drenato e consistente, anche a causa dell'opera di essiccazione comportata dalla presenza di alberature ad alto fusto con valori di R_d (resistenza dinamica alla punta) pari o superiori a 30 kg/cm^2 seguiti in profondità dai terreni granulari grossolani rappresentati da ghiaie in matrice prevalentemente costituita da sabbie più o meno grossolane con limi ed subordinatamente argille, caratterizzati da una resistenza alla punta sempre molto elevata e tendenzialmente crescente con la profondità, evidenziandosi valori di R_d superiore a 300 kg/cm^2 già al tetto dello strato.

Sulla base delle correlazioni d'uso comune nella progettazione geotecnica ai depositi superficiali a comportamento prevalentemente coesivo, ovvero quelli direttamente interessati dalle strutture fondazionali dirette in edificazione, potranno essere ragionevolmente assegnati valori caratteristici:

Valori caratteristici strutture di fondazione posate a tra $0,30 \div 1,80$ da p.c. (sabbie limi ed argille)

c_u (coesione non drenata)	$0,2 \div 0,30 \text{ kg/cm}^2$,
γ_t (peso naturale di volume)	$1,7 \div 1,8 \text{ ton/m}^3$
φ (angolo di attrito interno)	22°
Costante di Winkler	$0,80 \div 1,00 \text{ kg/cm}^3$

Valori caratteristici strutture di fondazione posate a tra $1,80 \div 2.50$ da p.c. (ghiaie e sabbie dense)

γ_t (peso naturale di volume)	$2,00 \div 2,20 \text{ ton/m}^3$
φ (angolo di attrito interno)	$30 \div 35^\circ$
Costante di Winkler	$30,00 \div 40,00 \text{ kg/cm}^3$

All'interno del foro penetrometrico le aste sono risultate asciutte, è pertanto non è stato possibile la misura diretta della falda freatica presente che comunque è stata possibile l'effettuazione di una misura all'interno della tubazione piezometrica posata in corrispondenza del sondaggio geognostico che si è riscontrato che la falda si attesta a profondità di circa 15,10 m da p.c. escludendo quindi interazione con l'intervento edilizio pur considerando la massima escursione prevedibile.

19 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente ed è finalizzata a verificare la fattibilità geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica per un'area sita in Comune di Castelfranco Emilia – Frazione Piumazzo da inserirsi nel POC del comune di Castelfranco Emilia.

Per quanto di competenza si ritiene l'area idonea all'edificazione per quanto riguarda gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici.

Si riporta di seguito il piano di controlli e lavori:

- realizzazione delle eventuali scarpate di scavo con pendenze non superiore a 45°;
- a piano di sbancamento e livellamento ultimato sarà necessario accertare la litologia dei terreni di fondazione, finalizzata all'effettiva valutazione della capacità portante dei terreni, con esecuzione di indagini di dettaglio
- le strutture di fondazione nel caso di raggiungimento degli strati ghiaiosi rilevati durante le fasi di indagine geognostica/geofisica, potranno essere dimensionate in via preliminare con valori massimi non superiori a 140 kN/m², anche se non si escludono valori di carico trasmessi alle fondazioni superiori, previa verifica da parte del tecnico calcolatore delle geometrie di fondazione e dei cedimenti assoluti e/o differenziali.
- durante i lavori di scavo si dovranno realizzare le corrette pendenze in modo da evitare la formazione di ristagni d'acqua, al fine di garantire il corretto deflusso delle acque superficiali
- raccolta con condotte a tenuta di tutte le acque reflue e loro convogliamento a collettore fognario al fine di evitare fenomeni di inquinamento della falda.

Durante le fasi di progettazione saranno necessarie a corredo di ogni progetto esecutivo la redazione di opportune perizie geologiche-geotecniche, da parte di professionista abilitato.

Negli studi geologici-geotecnici esecutivi si valuterà la possibilità di adottare tipologie di fondazioni diverse da quelle indicate in questa sede, come specificato nel D.M. 11.03.1988.

A Vs. disposizione per ogni chiarimento e/o informazione si porgono distinti saluti.

Vignola, 10/03/2011

(Dott. Geol. Giorgio Masotti)

(Dott. Laura Guadagnini)