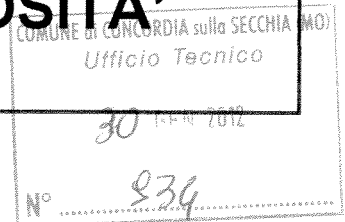


**RELAZIONE GEOTECNICA E
GEOLOGICA SULLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITO**

**CARATTERIZZAZIONE E
MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
E DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI
TERRENO INTERESSATO DALLA
RISTRUTTURAZIONE DI FABBRICATO
PER LA FORMAZIONE DI N. 3
APPARTAMENTI**

**ANALISI SISMICA DEL SITO
RIPORTANTE LA PERICOLOSITA'
SISMICA DI BASE**



D.P.R. 380/2001

DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008

Legge Regionale 30 Ottobre 2008 n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico"

CIRCOLARE 02/02/2009 n. 617

Atto C.P. 112 del 22/07/2008 di Adozione della Variante Generale al P.T.C.P. della
Provincia di Modena approvato con D.C.P. n°46 del 18/03/2009

COMMITTENTE: PARROCCHIA DI NOSTRA SIGNORA DI FATIMA

CANTIERE : Via Borgo San Giovanni n. 5,7,9,11 – CONCORDIA sulla SECCHIA -

UBICAZIONE CATASTALE:Foglio n. 42 - Mappale n. 51

DATA: MARZO 2011



1.PREMESSA	pag.3
2.RIFERIMENTI NORMATIVI	pag.3
3.MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	pag.3
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO PAESAGISTICO	pag.3
3.2 DESCRIZIONE DEI PROCESSI DI MODELLAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	pag.6
3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DI INDAGINE	pag.9
3.4 INTERPRETAZIONE LITOLOGICA	pag.9
3.5 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI E CARATTERISTICI	pag.12
3.6 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	pag.13
4.ANALISI SISMICA RIPORTANTE LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO	pag.14
4.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO E VALUTAZIONE CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO	pag.14
4.2 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	pag.16
4.2.1 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI	pag.17
4.2.2 ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DA PROVE IN SITO	pag.22
5.RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI	pag.23
5.1 TIPOLOGIA DELLE FONDAZIONI E DELLA STRUTTURA	pag.23
5.2 ANALISI DELLE AZIONI E DELLE RESISTENZE DI PROGETTO	pag.23
5.3 VERIFICA STATO LIMITE ULTIMO	pag.24
5.4 VALUTAZIONE CEDIMENTI	pag.26
CONCLUSIONI	pag.27
ALLEGATI	pag.30

1.PREMESSA

Su incarico e per conto del Committente si produce una relazione geologica e geotecnica sulle indagini geognostiche eseguite in sito e una caratterizzazione del volume significativo di terreno interessato dalla ristrutturazione ed ampliamento di fabbricato per la formazione di 3 appartamenti da realizzare in Comune di Concordia sulla Secchia in Via Borgo San Giovanni.

La caratterizzazione litologica e la definizione dei parametri geotecnici del volume di terreno influenzato dalla costruzione sono ricavati dai risultati di n. 1 prova penetrometrica statica di tipo meccanico, eseguita in sito in data 10/03/2011 dal Laboratorio di prove geotecniche in sito GEOPROGETTI S.a.s. di Medolla.

Una prova è stata spinta alla profondità di – 30.00 m per la definizione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche fino a tale quota e per il calcolo indiretto del valore della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m.

Facendo riferimento all'indagine geognostica indiretta eseguita in sito si produce una modellazione sismica dell'area in epigrafe riportando un'analisi di pericolosità sismica locale sulla base dell'opera da realizzare.

Scopo dell'indagine è stato fornire un modello geologico dell'area di espansione urbanistica e uno studio geotecnico del volume di terreno influenzato dalla costruzione, definendo il tipo di fondazioni da adottare per l'intervento di progetto considerando l'interazione fondazione-terreno, i cedimenti e la profondità del piano di posa tenendo in debita considerazione i risultati dell'analisi di pericolosità sismica locale.

I calcoli fanno riferimento alla quota d'esecuzione prova realizzata sull'attuale terreno vegetale.

Il rapporto di prova dell'indagine eseguita in sito e l'ubicazione della prova sono allegati alla presente relazione. All. n. 2 e 3 .

2.RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. 380/2001

DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008

Legge Regionale 30 Ottobre 2008 n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico"

CIRCOLARE 02/02/2009 n. 617

Atto C.P. 112 del 22/07/2008 di Adozione della Variante Generale al P.T.C.P. della Provincia di Modena approvato con D.C.P. n°46 del 18/03/2009

3.MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO PAESAGGISTICO

L'area di studio si trova nel centro cittadino del Comune di Concordia sulla Secchia ai piedi dell'argine esterno attuale del fiume Secchia ed è censito al Nuovo Catasto Terreni al Foglio n. 42 Mappale n. 51.

Le coordinate geografiche dell'area sono 44° 54' 35.81" N e 10° 58' 58.51" E .

L'area ha accesso da Via Bosco laterale della SP8 che collega l'abitato di Concordia sulla Secchia con la cittadina di Novi di Modena.

Il territorio del Comune di Concordia sulla Secchia e il sito di interesse è situato a Nord della provincia di Modena e ricade nel settore assiale della Pianura Padana "propriamente detta".

Secondo quanto indicato nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena il sito oggetto di studio ricade nell'unità di paesaggio indicata con il numero 5 "Paesaggio perifluviale del Fiume Secchia nella fascia di Bassa e Media Pianura".

Nell'ambito del PTCP per unità di paesaggio è stato inteso individuare un territorio che presenta elementi omogenei nel paesaggio che ha subito la stessa formazione ed evoluzione.

Questa U.P. è caratterizzata dalla presenza del corso del fiume Secchia che influenza e determina la dimensione e l'orientamento della maglia poderale circostante rispetto alle aree più distanti dal fiume. Anche la struttura degli insediamenti sparsi e la maglia viaria complessa, sono influenzati dalla presenza del corso d'acqua che in alcuni casi determina l'orientamento delle strutture edilizie, prevalentemente di interesse storico-architettonico, disposte lungo i margini delle antiche golene.

La morfologia è fortemente connotata dalla presenza di dossi che corrono parallelamente e lateralmente al fiume.

Il contesto ambientale prevalente è quello fluviale, caratterizzato dalla presenza della vegetazione arborea ed arbustiva tipica dei corsi d'acqua con salici e pioppi lungo le sponde del fiume ed all'interno delle arginature, e da elementi residuali rappresentati da alberi di grandi dimensioni isolati o in formazioni arboree lineari sviluppate lungo i confini dei campi, dei fossati o nelle immediate vicinanze delle case coloniche o ville.

Negli ambiti agricoli sono presenti aziende agricole ad indirizzo viticolo-zootecnico, aziende agricole di carattere misto di grandi dimensioni anche a produzione frutticola e aziende di tipo estensivo a seminativo.

La maglia poderale è caratterizzata da una notevole complessità per orientamento e dimensioni a causa dell'andamento del corso del fiume.

Il paesaggio rurale determinato dalle tipologie aziendali prevalenti risulta particolarmente variegato, e definito dalla diversa combinazione degli effetti degli ordinamenti produttivi riconoscibili nella zona.

Il territorio della U.P. n. 5 è prevalentemente interessato dalla tutela del corso del fiume Secchia in quanto ambito di interesse ambientale per i caratteri fluviali e dalla tutela del dosso principale.

Nella carta di individuazione degli ambiti del PSC Approvato ad aprile 2009 la zona di studio viene classificata come zona appartenente al centro storico AS.



Fig.2: Fotorilievo della zona di studio

3.2 DESCRIZIONE DEI PROCESSI DI MODELLAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il Comune di Concordia sulla Secchia è ubicato nella parte Nord della provincia di Modena ed è inserito nella pianura alluvionale entro la quale, negli ultimi 4.000-5.000 anni dell'Olocene, gli affluenti appenninici del fiume Po (particolarmente il Secchia nell'area di studio), hanno determinato l'attuale assetto morfologico ed altimetrico del territorio che, a sua volta, dipende dai movimenti tettonici, dalla subsidenza naturale e dall'intervento antropico.

I fiumi che scorrono in questa porzione di bassa pianura si trovano in uno stadio di maturità evolutiva in cui la fase deposizionale prevale su quella erosiva a causa della bassa capacità di deflusso e della esigua capacità di trasporto; questo quadro è confermato dalla presenza di meandri e di alvei pensili che hanno reso necessaria la costruzione di argini artificiali.

In assenza di argini artificiali i fiumi tendono a divagare e quando le acque di piena traboccano si verifica un deposito differenziato con la sedimentazione di elementi fini o grossolani in funzione della diversa energia cinetica della corrente. In prossimità dell'alveo il fiume tende a depositare materiali più grossolani formando dossi di tracimazione (argini naturali), oltre che ventagli e canali di esondazione in corrispondenza delle rotte; tali emergenze morfologiche si manifestano sia lungo i corsi attuali dei fiumi che in corrispondenza di alvei abbandonati (paleoalvei).

Nelle aree distali più depresse, poste tra un fiume e l'altro, l'energia cinetica della corrente diminuisce ed i depositi si fanno sempre più fini per diventare prevalentemente argillosi nelle basse dove la prolungata permanenza delle acque favorisce la sedimentazione delle particelle in sospensione; per la maggiore costipabilità dei materiali fini rispetto a quelli sabbiosi, si determina poi un aumento dei dislivelli fra i dossi dei paleoalvei e le valli, oltre che fra la rete idrografica ed il livello medio del territorio.

In questa situazione, in concomitanza con gli eventi alluvionali, è possibile che un fiume cambi il suo percorso.

Nel Comune di Concordia sulla Secchia abbondanti sono i paleoalvei la cui datazione ed attribuzione idrografica è stata oggetto di studio da parte di autori che si sono occupati della ricostruzione paleoidrografica della zona: Pellegrini (1969), Veggiani (1947), Castaldini e Alii (1979), Cremaschi ed Alii (1980), Gasperi e Pellegrini (1981, 1984).

I paleoalvei sono aree generalmente più elevate di qualche metro rispetto al contorno, la tessitura granulometrica risulta variabile dal franco al franco - sabbioso; sono zone di infiltrazione meteorica con percentuali variabili dal 20 - 30 % del totale.

In questo meccanismo "naturale" è intervenuto l'uomo che, innalzando argini artificiali ed emungendo acqua dal sottosuolo, accelerando i processi di costipazione e di subsidenza, ha modificato la dinamica deposizionale e quindi l'assetto morfologico del territorio.

La costruzione di argini artificiali, in questa zona, si è completata nel XV secolo; a partire da questo periodo i fiumi sono stati canalizzati entro percorsi ben definiti e non hanno più avuto la possibilità di aprirsi, dopo un rotta, nuovi percorsi. Di conseguenza le alluvioni degli ultimi 500 anni hanno determinato un classamento ben preciso dei depositi per cui troviamo sedimenti più grossolani e sedimenti più fini rispettivamente nelle vicinanze e nelle zone più lontane dai percorsi attuali dei fiumi; questo spiega perchè antichi dossi corrispondenti a paleoalvei siano stati ricoperti da sedimenti più fini che hanno notevolmente uniformato la morfologia dell'area.

In scala di dettaglio, la zona di studio si trova ai piedi dell'argine esterno del dosso attuale del fiume Secchia normato dall'Art. 23A, comma2, lettera b del PTCP, come evidenziato nella Carta della Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali del Nuovo PTCP Approvato a Marzo 2009 di cui si allega uno stralcio con indicato il sito di studio.

VOCI DI LEGENDA	
Rete idrografica e risorse idriche superficiali e sotterranee	
	Trasvi ed a veri di aghi, 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 insoddisfatti (Art. 8, comma 2, lettera a)
	Zone di tutela ordinaria (Art. 8, comma 2, lettera b)
	Comprende le fasce di espansione insoddisfatti e zone di tutela naturale
	Zone di tutela per corpi idrici superficiali e sotterranei (Art. 12)
Elementi strutturanti la forma del territorio	
Sistema dei crinali e sistema collinare (Art. 22)	
	Crinali
	Colline
Dossi di pianura (Art. 23A)	
	Dossi di alto interesse (Art. 23A, comma 2, lettera a)
	Dossi di medio interesse (Art. 23A, comma 2, lettera b)
	Dossi di modesto interesse (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 morfologici principali (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Crinali morfologici principali che rappresentano la delimitazione topografica e pedoclimatica di delimitazione delle regioni Emilia Romagna e Toscana (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Crinali minori (Art. 23C, comma 1, lettera b)



Fig.3:Tav. 1.1.2 "Carta della Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali del Nuovo PTCP"

3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DI INDAGINE

Sulla base del contesto geologico dell'area e del tipo di studio geotecnico richiesto, l'indagine in sito è stata condotta mediante esecuzione di numero 1 prova penetrometrica statica nel sito di studio.

La prova è stata realizzata con un penetrometro statico da 300 KN dotato di punta meccanica " jacket friction cone " in cui l'avanzamento automatico è regolato da centraline elettroniche.

La prova penetrometrica statica consiste nell'infiggere a pressione nel terreno una punta conica misurando separatamente ma con continuità lo sforzo necessario per la penetrazione della punta e l'adesione terreno-acciaio di un manicotto posto al di sopra della punta.

L'infissione avviene tramite un pistone idraulico che spinge la batteria di aste su cui è montata la punta a velocità costante di 2 cm/s con una tolleranza di ± 5 mm/s, l'avanzamento è automatico e regolato da centraline elettroniche.

Il penetrometro meccanico possiede il manicotto di attrito che si muove indipendentemente dalla punta secondo il metodo Begemann.

Lo sforzo per l'infissione della punta è misurato mediante manometri collegati al martinetto che esercita la spinta. L'acquisizione dati viene rilevata da manometri meccanici a bagno d'olio con sensibilità minima pari a 0.1 Bar.

Le caratteristiche del penetrometro statico olandese tipo Gouda sono:

- punta conica meccanica $\phi = 35.7$ mm - angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - area punta $A_p = 10$ cm²
- manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" $\phi = 35.7$ mm. - h = 133 mm. - sup.lat. $A_m = 150$ cm²
- le aste sono doppie: una cava $\phi = 36$ mm. e una, il cui diametro è tale da essere contenuta all'interno delle aste cave

Durante l'esecuzione della prova ogni 20 cm vengono lette nei manometri la resistenza all'avanzamento della sola punta L.punta, la resistenza dell'avanzamento della punta e del manicotto L.laterale e la resistenza totale all'avanzamento delle sole aste cave.

Nei diagrammi vengono rappresentati:

- la resistenza alla punta q_c in MPa
- la resistenza laterale locale f_s in MPa
- la linea a destra rappresenta il rapporto q_c/f_s (numero puro).

3.4 INTERPRETAZIONE LITOLOGICA

La natura litologica dei terreni oggetto della prova penetrometrica è dedotta dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (after Schmertmann, 1969), Raccomandazioni A.G.I. 1977.

La sequenza stratigrafica si presenta con strati aventi le seguenti caratteristiche litologiche:

- da 0.00 a una profondità di - 8.20 m si evidenziano alternanze di limi sabbiosi sciolti con limi argillosi poco consistenti,

- da - 8.20 a - 10.60 m, argille soffici, probabilmente organiche,
- da - 10.60 a - 20.00 m, argille compatte,
- da - 20.00 a - 30.00 m sabbie mediamente addensate.

Di seguito si riportano gli schemi delle sequenze stratigrafiche riscontrate.

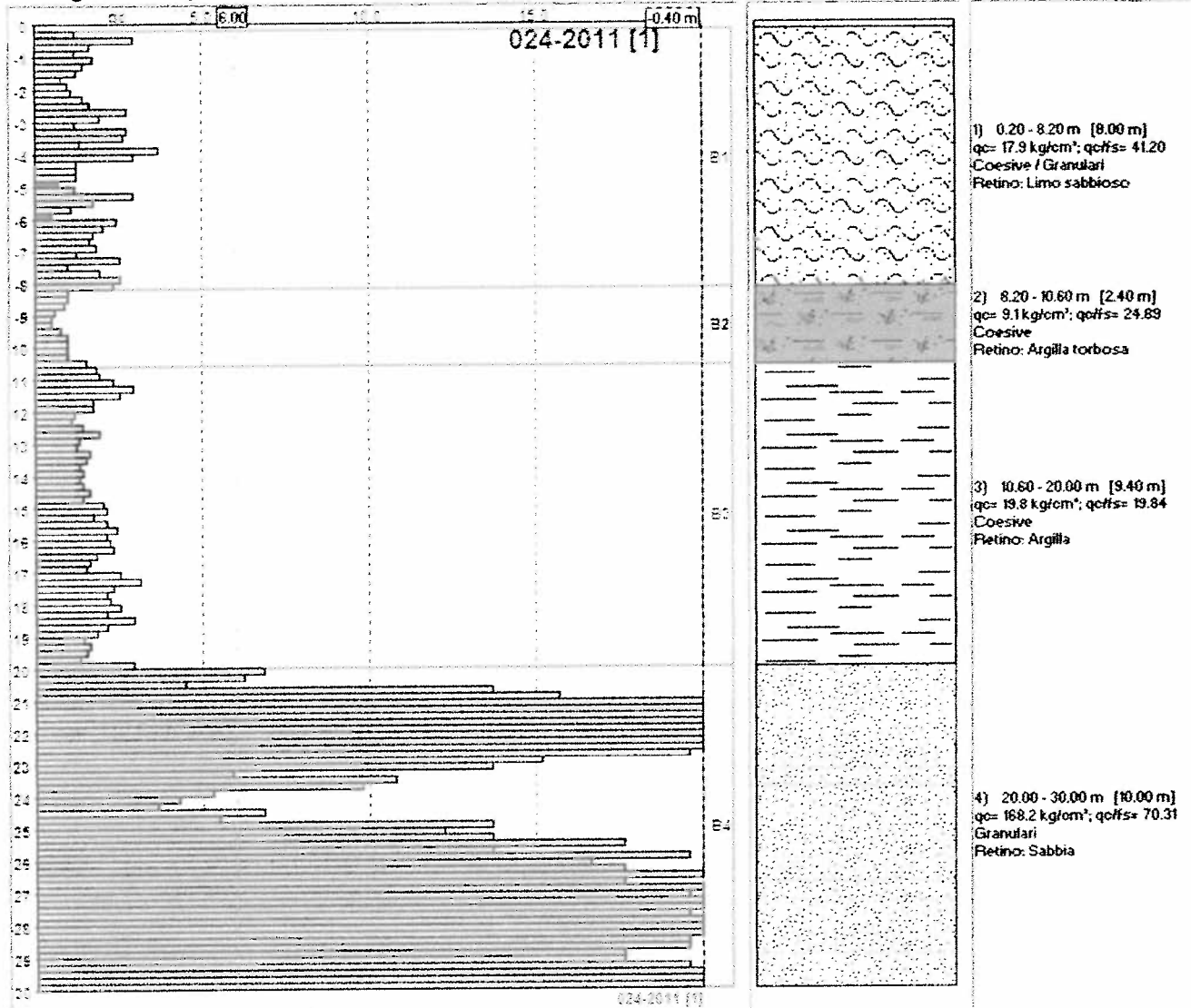


Fig.4: Schema sequenza stratigrafica

Si riportano inoltre di seguito tutti i valori delle letture di campagna della prova, ogni 20 cm, i relativi valori della qc (in Kg/cm²), fs (in Kg/cm²), qc/fs (numero puro) e fs/qc%.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA										CPT		1				
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI										riferimento		024-2011				
Committente: PARROCCHIA DI NOSTRA SIGNORA DI FATIMA					U.M.: MPa		Data esec.: 10/03/2011									
Cantiere: CONCORDIA s. S. Loc. S.Giovanni					Pagina: 1											
Località: CONCORDIA SULLA SECCHIA					Elaborato:		Falda: -2,70 m									
H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	
0.20	0.0	0.0		0.0	53.00	0		15.20	22.0	35.0		2.2	120.00	18	5.5	
0.40	12.0	20.0		1.2	40.00	30	3.3	15.40	15.0	36.0		1.8	107.00	17	5.9	
0.60	30.0	36.0		2.0	53.00	57	1.5	15.60	22.0	35.0		2.2	133.00	17	6.0	
0.80	17.0	25.0		1.7	53.00	32	3.1	15.80	25.0	45.0		2.5	127.00	20	5.1	
1.00	12.0	20.0		1.2	53.00	23	4.4	16.00	22.0	41.0		2.2	133.00	17	6.0	
1.20	15.0	26.0		1.8	67.00	27	3.7	16.20	23.0	43.0		2.3	107.00	21	4.7	
1.40	15.0	25.0		1.5	33.00	45	2.2	16.40	24.0	40.0		2.4	113.00	21	4.7	
1.60	13.0	18.0		1.3	67.00	19	5.2	16.60	19.0	36.0		1.9	113.00	17	5.9	
1.80	5.0	18.0		0.8	53.00	15	6.6	16.80	17.0	34.0		1.7	93.00	18	5.5	
2.00	10.0	18.0		1.0	33.00	30	3.3	17.00	16.0	30.0		1.6	107.00	15	6.7	
2.20	11.0	16.0		1.1	33.00	33	3.0	17.20	26.0	42.0		2.5	133.00	20	5.1	
2.40	15.0	20.0		1.5	20.00	75	1.3	17.40	32.0	52.0		3.1	160.00	20	5.0	
2.60	17.0	20.0		1.7	67.00	25	3.9	17.60	24.0	45.0		2.4	120.00	20	5.0	
2.80	25.0	38.0		2.7	33.00	55	1.2	17.80	22.0	40.0		2.2	127.00	17	5.5	
3.00	20.0	26.0		2.0	40.00	50	2.0	18.00	23.0	42.0		2.3	80.00	29	3.5	
3.20	12.0	18.0		1.2	40.00	30	3.3	18.20	26.0	38.0		2.5	147.00	18	5.7	
3.40	25.0	34.0		2.7	33.00	55	1.2	18.40	22.0	44.0		2.2	80.00	28	3.6	
3.60	27.0	32.0		2.8	27.00	100	1.0	18.60	30.0	42.0		2.9	147.00	20	4.9	
3.80	14.0	18.0		1.4	53.00	26	3.5	18.80	22.0	44.0		2.2	93.00	24	4.2	
4.00	35.0	48.0		3.7	40.00	95	1.1	19.00	19.0	33.0		1.9	93.00	20	4.9	
4.20	30.0	36.0		2.9	27.00	111	0.9	19.20	15.0	29.0		1.5	60.00	25	4.0	
4.40	13.0	17.0		1.3	33.00	39	2.5	19.40	17.0	25.0		1.7	67.00	25	3.9	
4.60	13.0	18.0		1.3	40.00	33	3.1	19.60	16.0	25.0		1.6	100.00	16	6.3	
4.80	13.0	19.0		1.3	20.00	65	1.5	19.80	14.0	29.0		1.4	67.00	21	4.8	
5.00	7.0	10.0		0.7	67.00	10	9.6	20.00	30.0	40.0		2.9	80.00	38	2.7	
5.20	12.0	22.0		1.2	40.00	30	3.3	20.20	70.0	82.0		6.9	66.00	117	0.9	
5.40	30.0	36.0		2.9	40.00	75	1.3	20.40	64.0	73.0		6.3	120.00	53	1.9	
5.60	15.0	24.0		1.8	73.00	25	4.1	20.60	46.0	64.0		4.5	133.00	36	2.9	
5.80	11.0	22.0		1.1	60.00	16	5.5	20.80	140.0	160.0		13.7	67.00	209	0.5	
6.00	5.0	14.0		0.5	40.00	13	8.0	21.00	160.0	170.0		15.7	133.00	120	0.5	
6.20	25.0	31.0		2.5	33.00	76	1.3	21.20	230.0	250.0		22.5	167.00	138	0.7	
6.40	21.0	26.0		2.1	33.00	64	1.6	21.40	220.0	245.0		21.6	133.00	125	0.6	
6.60	15.0	23.0		1.8	20.00	90	1.1	21.60	210.0	230.0		20.6	200.00	105	1.0	
6.80	17.0	20.0		1.7	60.00	25	3.5	21.80	250.0	280.0		24.5	200.00	125	0.5	
7.00	19.0	28.0		1.9	47.00	40	2.5	22.00	210.0	240.0		20.6	133.00	158	0.8	
7.20	13.0	20.0		1.3	27.00	45	2.1	22.20	225.0	245.0		22.1	133.00	169	0.6	
7.40	28.0	30.0		2.5	40.00	55	1.5	22.40	225.0	245.0		22.1	200.00	113	0.9	
7.60	10.0	16.0		1.0	67.00	15	6.7	22.60	240.0	270.0		23.6	200.00	120	0.5	
7.80	20.0	30.0		2.0	53.00	35	2.7	22.80	209.0	230.0		19.6	133.00	150	0.7	
8.00	26.0	34.0		2.5	53.00	49	2.1	23.00	155.0	175.0		15.2	133.00	117	0.9	
8.20	24.0	32.0		2.4	27.00	59	1.1	23.20	140.0	160.0		13.7	67.00	209	0.5	
8.40	10.0	14.0		1.0	53.00	19	5.3	23.40	60.0	70.0		5.9	133.00	46	2.2	
8.60	10.0	18.0		1.0	53.00	30	3.5	23.60	110.0	130.0		10.8	200.00	55	1.5	
8.80	9.0	14.0		0.9	40.00	23	4.4	23.80	120.0	130.0		9.6	133.00	75	1.3	
9.00	8.0	12.0		0.8	33.00	15	6.5	24.00	54.0	74.0		5.3	107.00	40	2.0	
9.20	5.0	10.0		0.5	53.00	15	6.6	24.20	44.0	60.0		4.3	120.00	37	2.7	
9.40	5.0	10.0		0.5	20.00	25	4.0	24.40	37.0	55.0		3.8	100.00	37	2.7	
9.60	5.0	11.0		0.8	40.00	20	5.0	24.60	70.0	85.0		6.9	4293.00	2	51.3	
9.80	10.0	16.0		1.0	40.00	25	4.0	24.80	56.0	70.0		5.5	133.00	42	2.4	
10.00	10.0	16.0		1.0	33.00	30	3.3	25.00	140.0	160.0		13.7	100.00	140	0.7	
10.20	10.0	15.0		1.0	40.00	25	4.0	25.20	125.0	140.0		12.3	133.00	94	1.1	
10.40	10.0	16.0		1.0	40.00	25	4.0	25.40	140.0	160.0		13.7	200.00	70	1.4	
10.60	16.0	22.0		1.6	33.00	48	2.1	25.60	150.0	210.0		17.6	200.00	90	1.1	
10.80	19.0	24.0		1.9	53.00	36	2.5	25.80	140.0	170.0		13.7	133.00	105	1.0	
11.00	20.0	28.0		2.0	120.00	17	6.0	26.00	200.0	220.0		19.6	167.00	120	0.5	
11.20	24.0	42.0		2.4	113.00	21	4.7	26.20	170.0	195.0		16.7	133.00	128	0.5	
11.40	30.0	47.0		2.9	100.00	30	3.3	26.40	180.0	200.0		17.6	200.00	90	1.1	
11.60	26.0	41.0		2.5	120.00	22	4.6	26.60	210.0	240.0		20.6	133.00	158	0.8	
11.80	15.0	36.0		1.8	107.00	17	5.9	26.80	150.0	200.0		17.6	200.00	90	1.1	
12.00	15.0	34.0		1.8	93.00	19	5.2	27.00	220.0	250.0		21.8	167.00	132	0.6	
12.20	12.0	26.0		1.2	60.00	20	5.0	27.20	200.0	225.0		19.6	200.00	108	1.0	
12.40	11.0	20.0		1.1	60.00	15	5.5	27.40	230.0	260.0		22.5	233.00	99	1.0	
12.60	15.0	24.0		1.5	73.00	21	4.9	27.60	220.0	255.0		21.6	133.00	155	0.8	
12.80	20.0	31.0		2.0	93.00	22	4.7	27.80	200.0	220.0		19.6	200.00	100	1.0	
13.00	14.0	28.0		1.4	67.00	16	6.2	28.00	230.0	260.0		22.5	167.00	138	0.7	
13.20	13.0	26.0		1.3	73.00	16	5.6	28.20	240.0	265.0		23.5	200.00	120	0.5	
13.40	17.0	29.0		1.7	67.00	20	5.1	28.40	220.0	260.0		21.6	300.00	73	1.4	
13.60	16.0	39.0		1.6	93.00	17	5.5	28.60	200.0	245.0		19.6	133.00	150	0.7	
13.80	14.0	28.0		1.4	60.00	15	5.7	28.80	200.0	220.0		19.6	100.00	200	0.5	
14.00	15.0	37.0		1.5	67.00	17	5.5	29.00	180.0	195.0		17.6	133.00	135	0.7	
14.20	14.0	27.0		1.4	67.00	16	6.2	29.20	180.0	200.0		17.6	167.00	108	0.9	
14.40	15.0	28.0		1.5	67.00	17	5.5	29.40	200.0	225.0		19.6	200.00	100	1.0	
14.60	17.0	36.0		1.7	100.00	17	5.9	29.60	230.0	260.0		22.5	200.00	115	0.9	
14.80	15.0	30.0		1.5	100.00	15	6.7	29.80	250.0	280.0		24.5	200.00	125	0.5	
15.00	21.0	36.0		2.1	107.00	20	6.1	30.00	230.0	260.0		22.5				

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + latera e)
Lt = terza lettura (totale)
CPT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
0.20 m sopra quota cc
F = rapporto Begemann (cc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota: FON625

Fig.5: Tabella di campagna prova penetrometrica

La stratigrafia di dettaglio è riportata nei diagrammi delle valutazioni litologiche e nelle tabelle dei parametri geotecnici. All. n. 4 e 5.

3.5 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI E CARATTERISTICI

Al fine di caratterizzare i singoli strati della sequenza litologica riscontrata dall'indagine si riportano nella tabella di seguito i parametri geotecnici (valori meccanici del terreno) **medi** per ogni singolo strato individuato.

Param. 024-2011 [t]		NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE														
Prof. m	qc MPa	qc/fe	γ' kN/m ³	σ'_{vo} kPa	V_s m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 MPa	Eu25 MPa	Mo MPa	Dr %	α_{Sc} (°)	α_{Ca} (°)	α_{Ko} (°)	α_{DB} (°)	α_{DM} (°)	α_{Me} (°)	F.L.	E'50 MPa	E'25 MPa	Mo MPa
0.20	8.20	1.8	41.2	114	58	60	12.6	14.74	22.11	4.50	30	35	28	24	23	31	27	2.00	3.30	4.95	5.94
8.20	10.60	0.9	24.9	85	105	44	2.1	23.55	35.32	3.62	2	31	22	18	17	25	26	--	1.96	2.94	3.53
10.60	20.00	1.9	19.8	93	159	76	2.6	39.16	58.77	5.96	11	33	23	20	19	26	28	--	3.94	5.91	7.09
20.00	30.00	16.5	71.5	107	255	229	5.6	67.16	100.74	20.56	63	39	30	27	25	34	36	--27.46	41.21	49.46	

Fig.6: Valori GEOTECNICI MEDI per ogni strato della sequenza litologica

Per quanto attiene ai parametri geotecnici caratteristici, con il DM 2008 si ragiona in termini non più di valori deterministici, ma in termini di variabili aleatorie, cioè le resistenze dei terreni vengono scelte secondo una stima cautelativa del valore medio delle stesse.

Stima cautelativa perché la variabile può essere rappresentata da più parametri ma la trattazione deve necessariamente riguardare tutti i possibili valori della variabile, e non solo il valore atteso (media), deve cioè tener conto di tutta la distribuzione della variabile.

La variabile aleatoria da prendere in considerazione **negli strati coesivi** studiati per il tipo di indagini geognostiche svolte direttamente in sito è il **parametro geotecnico caratteristico cu**; la variabile aleatoria da prendere in considerazione **negli strati sciolti studiati** per il tipo di indagini geognostiche svolte direttamente in sito è il **parametro geotecnico caratteristico ϕ** .

Il valore caratteristico scelto è pari al 5° percentile della media della distribuzione lognormale del parametro geotecnico (cu) per gli strati coesivi, è pari invece al 5° percentile della media della distribuzione normale del parametro geotecnico ϕ per gli strati sciolti.

La formula utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione lognormale del parametro geotecnico (cu) è :

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \frac{t_{1-\alpha/2}(n-1)}{\sqrt{n}} * \sqrt{S^2(1 + \frac{S^2}{2})}$$

La formula utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione normale del parametro geotecnico (ϕ) è :

$$\mu = t(n-1) \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right) + \bar{x}$$

I dati immessi nei calcoli sono i valori di c_u e di ϕ derivati dalle correlazioni dei valori di q_c e f_s ricavati direttamente dalle prove penetrometriche mediante le correlazioni standard (Raccomandazioni AGI 1977-Ricceri et Altri 1974 – Marsal et al. 1974/1979).

COESIONE NON DRENATA Terreni COESIVI $c_u = R_p/\beta$		
CORRELAZIONI STANDARD - Raccomandazioni A.G.I. 1977 - Ricceri et altri 1974 - Marsland et al. 1974/1979		
- Argille normalmente consolidate N.C. ($q_c \leq 10 \text{ kg/cm}^2$)	$\beta = 25$	(valore standard: 20)
- Argille intermedie ($10 < q_c < 30 \text{ kg/cm}^2$)	$\beta =$ valore interpolato	
- Argille sovra consolidate S.C. ($q_c \geq 30 \text{ kg/cm}^2$)	$\beta = 40$	(valore standard: 30)

Fig.6: Correlazioni per il calcolo di c_u dai valori di q_c e f_s

I valori immessi nella formula utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione relativi ai parametri geotecnici di interesse sono quelli significativi per i singoli strati indagati.

Lo scopo è fornire un valore di c_u e ϕ che caratterizzi lo strato nel suo complesso.

Nei calcoli vengono quindi eliminati, se presenti, i valori di picco di livelli centimetrici non rappresentativi delle caratteristiche litologiche dello strato.

Se si considerano tutti i valori definiti ogni 20 cm dalle prove penetrometriche senza fare un'analisi ragionata delle proprietà litologiche dello strato si rischia di ottenere dei parametri geotecnici che falsano le reali caratteristiche dello strato.

I dati immessi nei calcoli sono i valori di c_u e di ϕ derivati dalle correlazioni dei valori di q_c e f_s ricavati direttamente dalle prove penetrometriche e interpretate e "ragionate" dalla scrivente.

Primo strato da 0.00 a - 8.20 m alternanze di limi sabbiosi sciolti con limi argillosi poco consistenti, $c_{u,k} = 41.30 \text{ kPa}$ per i livelli limo argillosi, $\phi_k = 22^\circ$ per i livelli limo sabbiosi

Secondo strato da -8.20 a - 10.60 m argille soffici, probabilmente organiche, $c_{u,k} = 35.20 \text{ kPa}$

Terzo strato da - 10.60 a - 20.00 argille compatte, $c_{u,k} = 65.80 \text{ kPa}$,

Quarto strato da - 20.00 a - 30.00 m sabbie mediamente addensate $\phi_k = 27^\circ$

3.6 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le verifiche con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008 viene eseguite includendo per le azioni e le

resistenze, fattori di sicurezza parziali FS applicati a valori medi dei parametri di interesse.

Il fattore di sicurezza globale viene quindi diviso in fattori di sicurezza parziali applicati ai singoli valori caratteristici dei carichi o dei parametri geotecnici in modo che la disequazione finale $E_d \leq R_d$ venga sempre verificata.

Cioè l'effetto delle azioni di progetto (E_d) deve essere sempre non superiore alle Resistenze di progetto (R_d) in condizioni di stabilità della struttura.

Se si utilizza l'approccio 2 proposto dal DM 2008 (A1 combinato con M1 combinato con R3) al parametro geotecnico caratteristico si applicano coefficienti riduttivi uguali all'unità quindi il parametro c_u di progetto è uguale al parametro c_u caratteristico $c_{u,d} = c_{u,k}$.

Se si utilizza l'approccio 1 combinazione 2 (A2 combinato con M2 combinato con R2), il parametro geotecnico di interesse da utilizzare è quello caratteristico ridotto dal coefficiente di sicurezza parziale definiti nella e di seguito riportata .

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza di taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{c_u}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Fig.7: tabella 6.2.II del DM 2008

I valori di c_u e di ϕ di progetto degli strati della sequenza litologica riscontrata nel sito di studio sono:

Primo strato da 0.00 a - 8.20 m alternanze di limi sabbiosi sciolti con limi argillosi poco consistenti, $c_{u,d} = 29.50$ kPa per i livelli limo argillosi, $\phi_d = 18^\circ$ per i livelli limo sabbiosi

Secondo strato da -8.20 a - 10.60 m argille soffici, probabilmente organiche, $c_{u,d} = 25.20$ kPa

Terzo strato da - 10.60 a - 20.00 argille compatte, $c_{u,d} = 47$ kPa

Quarto strato da - 20.00 a - 30.00 m sabbie mediamente addensate, $\phi_d = 22^\circ$

4 ANALISI SISMICA RIPORTANTE LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO

4.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO E VALUTAZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Il 20 Marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che fissa le regole per l'identificazione dei comuni sismici e definisce le norme tecniche costruttive per la progettazione di edifici e per le opere di fondazione.

Nella nuova classificazione tutto il territorio viene suddiviso in 4 zone di cui la n. 1 è la più pericolosa.

Per quanto riguarda la Regione Emilia Romagna la novità consiste in un allargamento della zona 3 ed in un ampliamento della zona 2 entro la quale ricadono alcuni comuni.

Il comune di Concordia sulla Secchia e la zona d'indagine ricadono nella zona 3 e vengono definiti a "bassa sismicità".

Ai fini dell'azione sismica di progetto per il sito di studio, il nuovo DM 14 Gennaio 2008 permette di fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Le categorie definite sono:

A – Amassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.

B – Rocce tenere e depositi terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa o coesione non drenata $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

D – Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $C_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

E – Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti 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 valore $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Come si è detto, il comune di Concordia sulla Secchia e il sito di interesse ricadono nella zona 3 corrispondente a zone a "bassa sismicità".

Le litologie e i parametri geotecnici definiti fino alla profondità di - 30 m consentono di elaborare un modello sismico del sito applicato il procedimento di calcolo indicato dalla Normativa secondo la formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

I valori delle V_s sono stati calcolati utilizzando la formula di Iyisan (1996) $V_s = 55.3 q_c^{0.377}$ mediante correlazioni della resistenza non drenata equivalente c_u nei terreni a grana fine ottenuti dall'analisi della prova penetrometrica statica spinta alla profondità di 30 m.

I valori ottenuti sono schematizzati nella tabella di seguito

Strato	Spessore medio (m)	V_s (m/s)
1	8.20	161
2	11.80	160
3	10	373

Il valore V_{s30} risulta essere pari a 198 m/s.

Il valore V_{s30} calcolato e l'interpretazione litologica della prova permette di classificare i terreni indagati all'interno della categoria **C**: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi 180 m/s e 360 m/s.

4.2 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Nella carta del rischio sismico : carta delle aree suscettibili di effetti locali elaborata per il Nuovo P.T.C.P approvato dalla Provincia di Modena con atto D.C.P. n.46 del 18/03/2009, l'area di studio ricade in zona 7: aree soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione. Gli studi richiesti per un approfondimento di III livello sono: valutazione del coefficiente di amplificazione litologica, analisi rischio di liquefazione e valutazione dei cedimenti attesi.

7	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione</p> <p>studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi;</p> <p>microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.</p>
8	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti</p> <p>studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi;</p> <p>microzonazione sismica*: sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.</p>

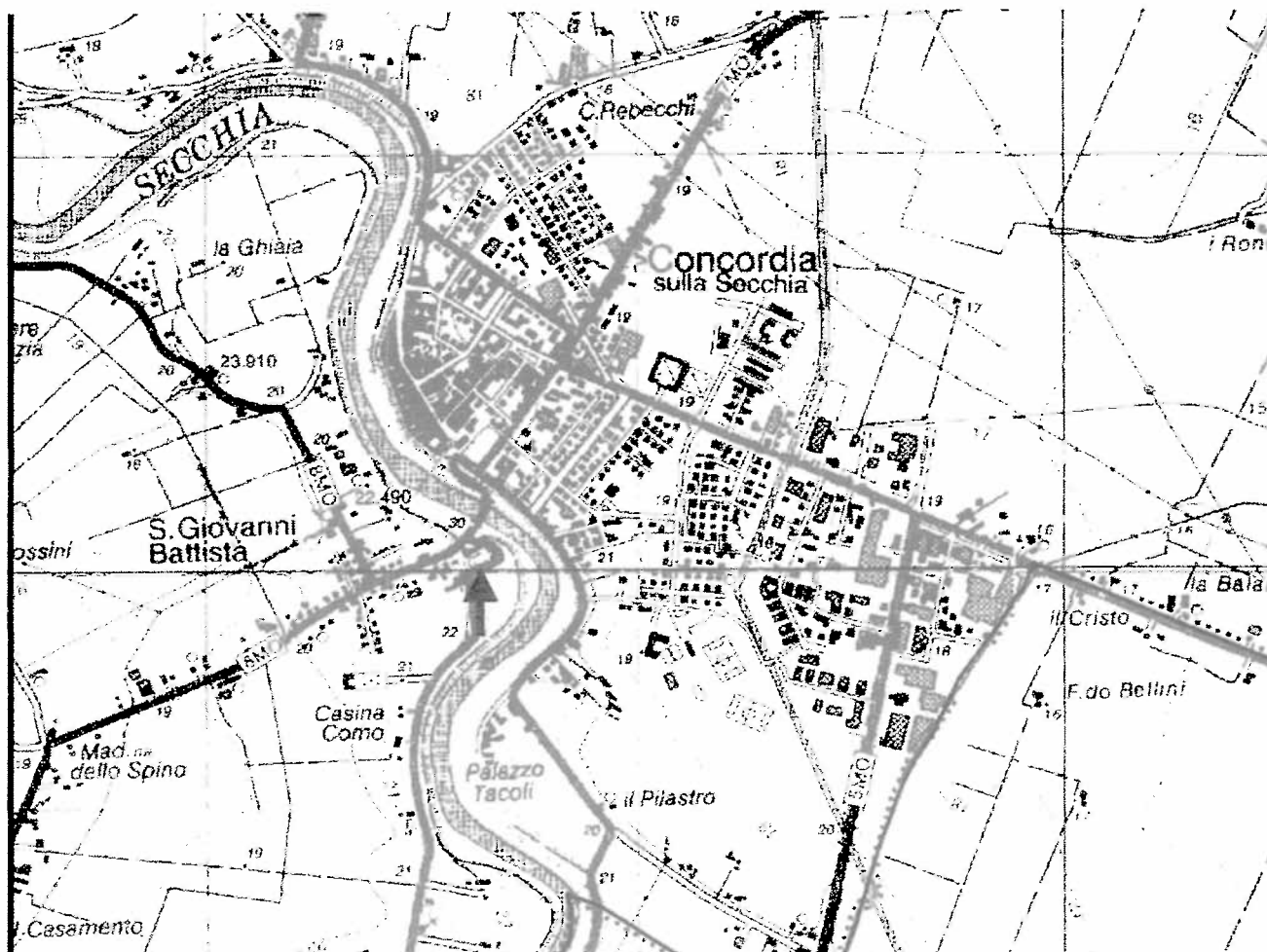


Fig.8: Tav. 2.2a.2 PTCP 2009 "Carta delle aree suscettibili di effetti locali"

4.2.1 Spettri di risposta elastici

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008, viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Gli spettri di Norma sono quindi stati ottenuti per il sito di interesse a partire dalle coordinate geografiche del sito secondo la tecnica indicata dalle NTC08 della media pesata dei parametri sismici relativi ai quattro vertici più vicini del reticolo in cui è stato suddiviso il territorio italiano tramite il foglio di calcolo Spettri – NTC ver 1.0.03 (fonte ministero Infrastrutture e Trasporti).

Di seguito vengono indicati per il sito in oggetto i diversi spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite per un suolo di tipo A.

Per gli stati limite di esercizio: lo stato limite di Operatività (SLO) e lo stato limite di Danno (SLD).

Per gli stati limite ultimi: lo stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e lo stato limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Le forme spettrali sono definite in base a dei parametri il cui valore dipende dai periodi di ritorno associato a ciascun stato limite.

Nella tabella di seguito riportata vengono definiti i parametri base degli spettri per i vari periodi di ritorno.

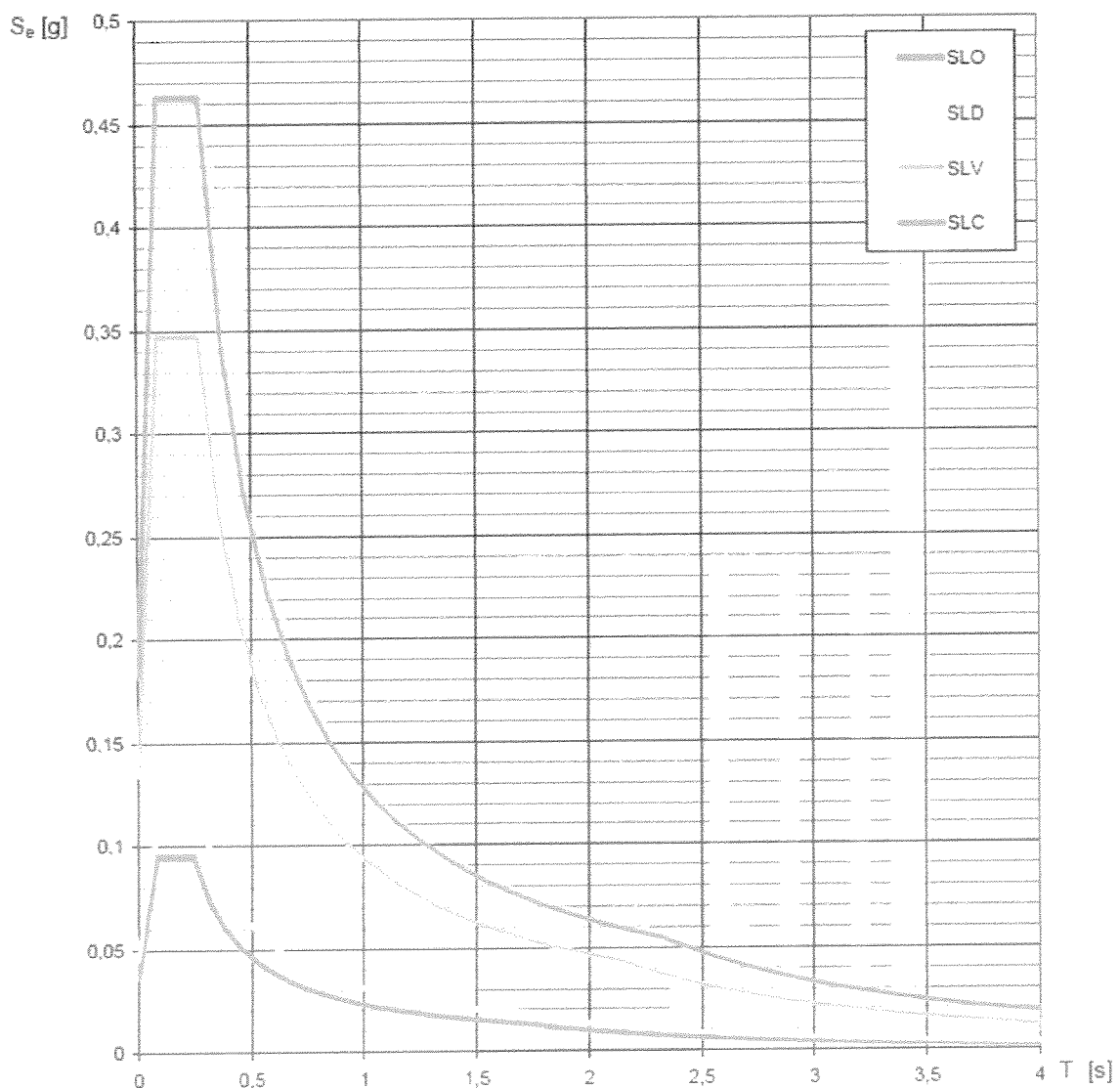
I parametri definiti sono

a_g = accelerazione orizzontale massima del sito

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,037	2,582	0,243
SLD	50	0,045	2,538	0,269
SLV	475	0,134	2,585	0,270
SLC	975	0,182	2,540	0,275

Fig.9: Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite su suolo di tipo A e tabella dei parametri relativa

Viene inoltre riportato lo spettro di risposta della componente orizzontale e verticale per lo spettro allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita con tempo di ritorno rispettivamente di 475 anni, ipotizzando una costruzione caratterizzata da vita nominale di 50 anni di classe d'uso 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) e quindi coefficiente $C_u = 1$.

Per quanto attiene allo spettro allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita su suolo di tipo C :

Il valore di a_g = accelerazione orizzontale massima del sito è pari a 0.134g.

Il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 è stato calcolato pari a 2.585.

Il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* è uguale a 0.270 s

Il fattore di amplificazione stratigrafica S_s (poiché la categoria del suolo indagato è la C) risulta pari a 1.492.

Il fattore di amplificazione topografica S_T è pari a 1 poiché il sito è pianeggiante.

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

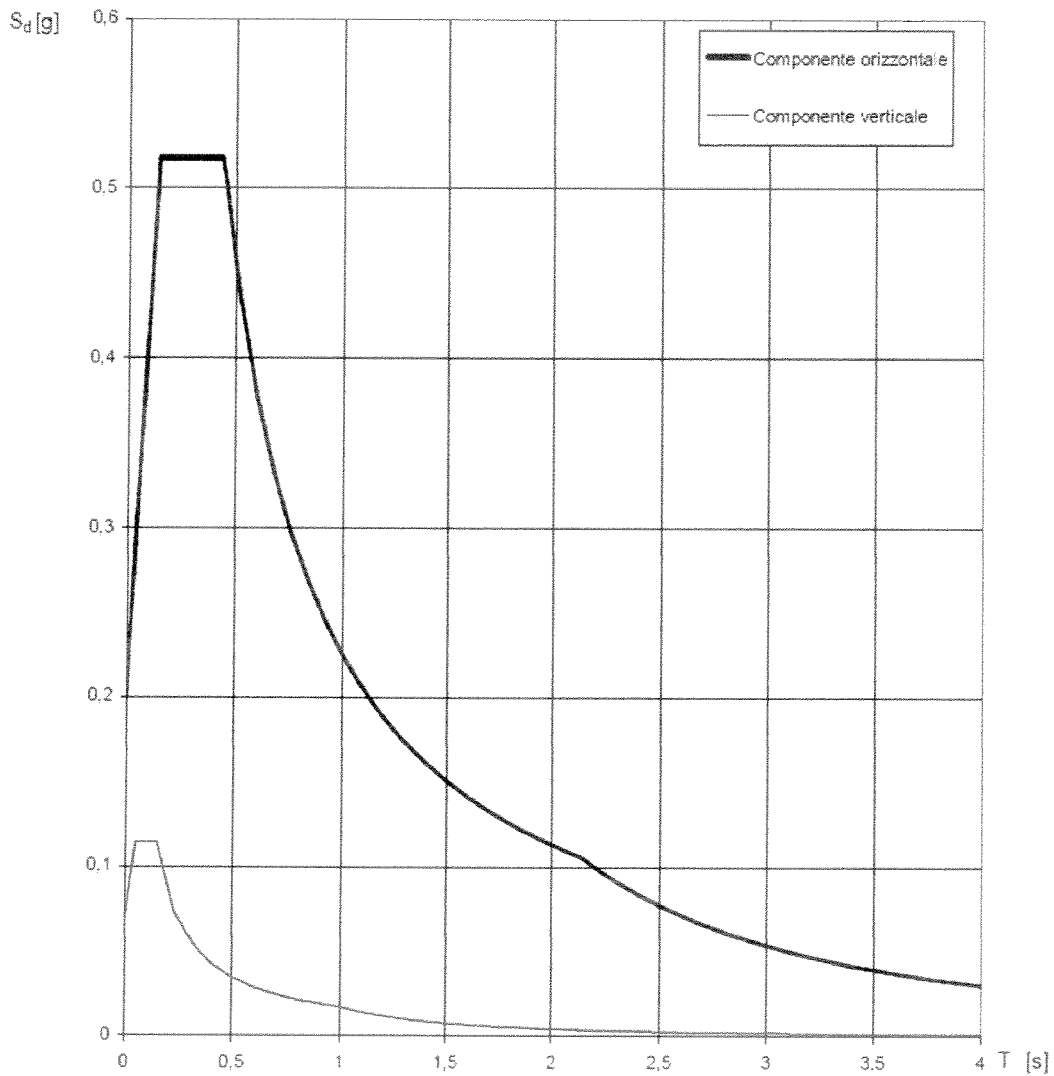


Fig.10: Spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita su suolo di tipo C

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.134 g
F_0	2.565
T_B	0.270 s
S_B	1.492
C_C	1.618
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.492
η	1.000
T_B	0.145 s
T_C	0.436 s
T_D	2.137 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S - S)} \geq 0.55, \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.200
T_B ←	0.145	0.518
T_C ←	0.436	0.518
	0.517	0.437
	0.598	0.378
	0.679	0.333
	0.760	0.297
	0.841	0.269
	0.922	0.245
	1.003	0.225
	1.084	0.208
	1.165	0.194
	1.246	0.181
	1.327	0.170
	1.408	0.160
	1.489	0.152
	1.570	0.144
	1.651	0.137
	1.732	0.130
	1.813	0.125
	1.894	0.119
	1.975	0.114
	2.056	0.110
T_D ←	2.137	0.108
	2.228	0.097
	2.315	0.090
	2.403	0.084
	2.492	0.078
	2.581	0.073
	2.669	0.068
	2.758	0.063
	2.847	0.060
	2.936	0.056
	3.024	0.053
	3.113	0.050
	3.202	0.047
	3.290	0.045
	3.379	0.042
	3.468	0.040
	3.556	0.038
	3.645	0.036
	3.734	0.035
	3.823	0.033
	3.911	0.032
	4.000	0.030

Fig11: Parametri spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita su suolo di studio di tipo C

4.2.2 Analisi del rischio di liquefazione da prove in sito

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

La liquefazione si verifica in depositi sabbiosi saturi, infatti se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_{vo} - u) \tan \varphi$$

è evidente che la grandezza τ si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

$$c = 0$$

$$(\sigma_{vo} - u) = 0.$$

La prima condizione vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La seconda condizione si verifica quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità della colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_{vo} - u$).

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può verificare in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

In conclusione si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati;
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

L'altra variabile che provoca fenomeni di liquefazione è il sisma.

Durante un terremoto il terreno può essere visto come sottoposto ad una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero in funzione della magnitudo del sisma stesso.

In terremoti di elevata magnitudo è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per ridurre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico.

I maggiori terremoti storici, nella regione Emilia Romagna si sono verificati in Romagna, con massima magnitudo stimata paragonabile a quella (5.9) della scossa principale della crisi sismica del 1997 – 1998 in Umbria-Marche. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di magnitudo inferiore a 5.5 sono il margine appenninico-padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e fascia appenninica.

Alcuni terremoti significativi verificatisi negli ultimi vent'anni (es. Parmense 1983, Reggiano-Modenese 1987-2996-2000-2008 e Bolognese 2003) confermano i numerosi altri terremoti storici a "bassa energia" (magnitudo non superiore a 5.0) caratteristici della vasta "zona 3" della Regione, in cui cade anche l'area di studio.

La colonna stratigrafica dedotta dalla prova eseguita evidenzia terreni di natura limosa e argillosa con coesione fino alla quota di -20.00 m. Tali terreni sono per loro natura non liquefacibili. Le sabbie addensate sottofalda che si riscontrano al di sotto della profondità di -20 m sono troppo profonde per essere liquefacibili. La verifica alla possibilità che si manifestino fenomeni di liquefazione viene eseguita su terreni fino alla quota massima di $-15/20$ m dal p.c.

I terreni riscontrati nel sito di studio sono quindi da ritenersi non liquefacibili.

5. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

5.1 TIPOLOGIA DELLE FONDAZIONI E DELLA STRUTTURA

Considerate le caratteristiche geomeccaniche del primo substrato e l'ampliamento con ristrutturazione di progetto che prevede la realizzazione di un edificio con due piani fuori terra a pianta regolare di dimensioni pari a 9.30×22.00 m, le fondazioni ipotizzate sono travi continue flessibili di larghezza $B = 1.80$ a -1.00 m dal piano prova.

La profondità del piano di posa deve essere posizionata al di sotto della coltre di terreno vegetale e sotto eventuali riporti, nonché al di sotto dello strato interessato da gelo e sopra il livello della frangia freatica misurata in foro in data 10/03/2011 alla quota di -2.70 m dal piano campagna.

5.2 ANALISI DELLE AZIONI E DELLE RESISTENZE DI PROGETTO

La verifica allo stato limite ultimo viene eseguita secondo un'analisi semiprobabilistica includendo per le azioni e le resistenze, fattori di sicurezza parziali FS applicati a valori medi dei parametri di interesse. Tale metodo è detto di primo livello.

Il fattore di sicurezza globale viene quindi diviso in fattori di sicurezza parziali applicati ai singoli valori caratteristici dei carichi o dei parametri geotecnici in modo che la disequazione finale $E_d \leq R_d$ venga sempre verificata.

Cioè l'effetto delle azioni di progetto (E_d) deve essere sempre non superiore alle Resistenze di progetto (R_d) in condizioni di stabilità della struttura.

Se si utilizza l'approccio 2 proposto dal DM 2008 (A1 combinato con M1 combinato con R3) al parametro geotecnico caratteristico si applicano coefficienti riduttivi uguali all'unità quindi il parametro c_u di progetto è uguale al parametro c_u caratteristico $c_{u,d} = c_{u,k}$.

Se si utilizza l'approccio 1 combinazione 2 (A2 combinato con M2 combinato con R2), il parametro geotecnico di interesse da utilizzare è quello caratteristico ridotto dal coefficiente di sicurezza parziale per il parametro c_u $\gamma_{cu} = 1.4$.

Nel caso in esame, la profondità di influenza determinata dal carico della struttura-fondazione di progetto è stata valutata fino alla quota di -8.20 m dal piano prove (7.20 m al di sotto del piano d'imposta delle fondazioni).

Il terreno interessato dall'influenza della struttura in elevazione può essere considerato uno strato costituito da alternanze di limi argillosi poco consistenti con limi sabbiosi sciolti.

Il parametro geotecnico caratteristico del volume significativo di sottosuolo interessato dal carico della struttura da utilizzare nella verifica allo stato limite ultimo è pari a $c_{u_k} = 41.30 \text{ kPa}$; il parametro geotecnico di progetto c_{u_d} risulta pari a 29.50 Kpa .

Nel caso in esame si è utilizzato l'approccio 2 quindi $c_{u_d} = c_{u_k} = 41.30 \text{ kPa}$.

I carichi verticali di progetto (A1) sono stati fattorizzati applicando i coefficienti sismici moltiplicativi proposti nel DM 2008 nella tabella 6.2.1 (1.3 per i carichi permanenti, 1.5 per i carichi permanenti non strutturali e 1.5 per i carichi variabili).

I valori definiti sono indicativi non forniti dal progettista strutturale calcolati considerando un edificio a due piani a pianta regolare di dimensioni pari a $9.30 \times 22.00 \text{ m}$.

Il carico è stato valutato pari a 15.000 KN .

Infine il coefficiente riduttivo $R_3 \gamma_R$ è uguale a 2.3 .

5.3 VERIFICA STATO LIMITE ULTIMO

Considerate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati e la tipologia strutturale da realizzare, l'ipotesi fondale sono fondazioni superficiali a trave continua legate e irrigidite impostate a $- 1.00 \text{ m}$ dal piano prova realizzata **sull'attuale terreno vegetale.**

La profondità del piano di posa deve essere posizionata al di sotto della coltre di terreno vegetale e sotto eventuali riporti, nonché al di sotto dello strato interessato da gelo e sopra le variazioni stagionali del livello della frangia freatica misurata in foro in data 10/03/2011 alla quota di $- 2.70 \text{ m}$ dal piano campagna. Le fondazioni si sono ipotizzate di larghezza $B = 1.80 \text{ m}$ e lunghezza $L \gg B$.

Se si utilizza l'approccio 2 proposto dal DM 2008 (A1 combinato con M1 combinato con R3) al parametro geotecnico caratteristico si applicano coefficienti riduttivi uguali all'unità quindi il parametro di progetto è uguale al parametro caratteristico.

Il parametro geotecnico caratteristico da utilizzare nella verifica è $c_{u_k} = 41.30 \text{ Kpa}$.

Il carico verticale indicativo (A1) è stato calcolato pari a 15.000 KN applicando i coefficienti moltiplicativi proposti nel DM 2008 nella tabella 6.2.1 (1.3 per i carichi permanenti, 1.5 per i carichi permanenti non strutturali e 1.5 per i carichi variabili).

L'area di ubicazione dell'edificio si trova in zona sismica di classe 3.

Il valore di accelerazione massima attesa al suolo è pari $a_g = 0.134g$ calcolato col DM 2008.

Il gruppo litologico di appartenenza del sito è stato definito di tipo C.

La risposta del suolo è pari a $S_s = 1.492$ per il DM 2008.

L'area di intervento è pianeggiante quindi il fattore topografico è uguale a 1.

Sulla base dei dati esposti, delle considerazioni geologiche e litostratigrafiche di cui sopra, la verifica allo stato limite ultimo in condizioni non drenate, per le travi ipotizzate e per il reticolato considerato, è stata verificata per la normativa vigente, quindi $E_d \leq R_d$ come da foglio di calcolo di seguito allegato.

CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI

Metodo di Hansen, 1970, come illustrato da Bowles, 1991*

Kh da OPCM 3274, NTU; effetti inerziali da Pecker e Paolucci, 1997

Rd **88** KPa Ed **86.8** KPa
Ed ≤ Rd, OK, verificato!

INPUT

FS globale gamma-R	γ_r	2.30	Khi=S(d)T	0.2
Inerzia della struttura Khi (C7.11.5.3.1)	Khi	0.2		
Inerzia del suolo: Khk (C7.11.5.3.1.7.)	Khk	0.0479	dc	1.22
Carico verticale sulla fondaz, KN	Nd	15.000	dq	1.02
Angolo di attrito, di progetto gradi	Φ_d	1	dg	1
coesione, kPa	cd	41.3		
Densità terreno sotto la fondaz, kN m-3	$\gamma' f$	19	ic	0.8
Densità vespaio o terreno imposta, kN m-3	$\gamma' v$	20	iq	0.98
Profondità di incasso	D	1	ig	0.98
Larghezza di fondazione, m	B	1.8		
Lunghezza fondazione, m	L	120	zg	0
Eccentricità secondo B, m	eb	0.18	zg M	0.48
Eccentricità secondo L, m	el	0		
Inclinazione del piano campagna, gradi	b	0		
Forze inerziali del suolo? (s = sì, n = no)	z	s		
Frazione spinta passiva, %	Epd	0	rg	1

VALORI DERIVATI

Area efficace (con eccentricità)	A'	172.8
Componente orizzontale	Khi	0.2
Componente orizzontale del carico, KN	H	3000

5.4 VALUTAZIONE CEDIMENTI

Il calcolo di previsione dei cedimenti viene eseguito nel volume significativo di terreno interessato dalla struttura in ampliamento e ristrutturazione.

Si sono considerate le caratteristiche litologiche e le proprietà geotecniche riscontrate nella colonna stratigrafica dedotta dalla prova penetrometrica.

Nei calcoli si sono ipotizzate fondazioni rettangolari a trave flessibile di larghezza $B = 1.80$ m impostate a -1.00 m dal piano prova.

L'incremento di carico è pari a quello massimo ammissibile di esercizio per i terreni studiati calcolato di 80 kPa.

I cedimenti assoluti, permanenti calcolati sono dell'ordine di 4.83 cm .

I calcoli fanno riferimento alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni riscontrate nel punto di prova, alle dimensioni delle tipologie fondali in relazione al sovraccarico trasmesso e alla profondità del piano di posa fondazioni.

Di seguito si riportano i calcoli eseguiti.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI (NTC 2008)		CPT													
		riferimento	024-2011												
Committente: PARROCCHIA DI NOSTRA SIGNORA DI FATIMA	U.M.: MPa	Data esec.:	10/03/2011												
Cantiere: CONCORDIA s. S. Loc. S.Giovanni	Pagina: 1	Elaborato:	Falda:												
Località: CONCORDIA SULLA SECCHIA															
<p>[1] Approccio 2</p> <table border="0"> <tr> <td>- Tipo verifica: NON DRENATA</td> <td>- Fondazione: TRAVE</td> <td>- Falda: -2.70 m</td> </tr> <tr> <td>- Coesione: (c_{uk}) 41.16 kPa</td> <td>- Larghezza: (B) 1.80 m</td> <td>- Peso secco: (G_s) 1.85 t/m³</td> </tr> <tr> <td>- Coef.parz.: (γ_{cu}) 1.00</td> <td>- Lunghezza: (L) continua</td> <td>- Peso saturo: (G_w) 0.88 t/m³</td> </tr> <tr> <td>- Coesione: (c_{ud}) 41.16 kPa</td> <td>- Piano posa: (D) -1.00 m</td> <td></td> </tr> </table> <hr/> <p>- Resistenza ammissibile : 80.36 kPa</p> <p>- CPT : 1 cedimento (S) : 4.83 cm differenziale (S) : 0.00 cm</p>				- Tipo verifica: NON DRENATA	- Fondazione: TRAVE	- Falda: -2.70 m	- Coesione: (c _{uk}) 41.16 kPa	- Larghezza: (B) 1.80 m	- Peso secco: (G _s) 1.85 t/m ³	- Coef.parz.: (γ _{cu}) 1.00	- Lunghezza: (L) continua	- Peso saturo: (G _w) 0.88 t/m ³	- Coesione: (c _{ud}) 41.16 kPa	- Piano posa: (D) -1.00 m	
- Tipo verifica: NON DRENATA	- Fondazione: TRAVE	- Falda: -2.70 m													
- Coesione: (c _{uk}) 41.16 kPa	- Larghezza: (B) 1.80 m	- Peso secco: (G _s) 1.85 t/m ³													
- Coef.parz.: (γ _{cu}) 1.00	- Lunghezza: (L) continua	- Peso saturo: (G _w) 0.88 t/m ³													
- Coesione: (c _{ud}) 41.16 kPa	- Piano posa: (D) -1.00 m														

6. CONCLUSIONI

La presente indagine verifica le condizioni litologiche e stratigrafiche fornendo una caratterizzazione geomeccanica e fisica dei terreni interessati interessato dalla ristrutturazione ed ampliamento di fabbricato per la formazione di 3 appartamenti da realizzare in Comune di Concordia sulla Secchia in Via Borgo San Giovanni.

La caratterizzazione litologica e la definizione dei parametri geotecnici del volume di terreno influenzato dalla ristrutturazione in progetto sono ricavati dai risultati di n. 1 prova penetrometrica statica di tipo meccanico eseguita in sito dal Laboratorio di prove geotecniche in sito GEOPROGETTI S.a.s. di Medolla in data 10/03/2011.

La prova è stata spinta alla profondità di – 30.00 m per la definizione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche fino a tale quota e per il calcolo indiretto del valore della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m.

Facendo riferimento all'indagine geognostica indiretta eseguita in sito si è prodotta una modellazione sismica dell'area in epigrafe riportando un'analisi di pericolosità sismica locale sulla base dell'opera da realizzare.

L'area di studio si trova nel centro cittadino del Comune di Concordia sulla Secchia ai piedi dell'argine esterno attuale del fiume Secchia ed è censito al Nuovo Catasto Terreni al Foglio n. 42 Mappale n. 51.

Le coordinate geografiche dell'area sono 44° 54' 35.81" N e 10° 58' 58.51" E .

L'area ha accesso da Via Bosco laterale della SP8 che collega l'abitato di Concordia sulla Secchia con la cittadina di Novi di Modena.

Nella carta di individuazione degli ambiti del PSC Approvato ad aprile 2009 la zona di studio viene classificata come zona appartenente al centro storico AS.

Morfologicamente la zona si trova ubicata sull'attuale dosso del fiume Secchia normata dall'Art. 23A, comma2, lettera b del PTCP, ai margini esterni della zona di tutela dei caratteri ambientali "Fasce di espansione inondabili ".

La sequenza stratigrafica si presenta con strati aventi le seguenti caratteristiche litologiche:

- da 0.00 a una profondità di – 8.20 m alternanze di limi sabbiosi sciolti con limi argillosi poco consistenti,
- da – 8.20 a – 10.60 m, argille soffici, probabilmente organiche,
- da – 10.60 a – 20.00 m, argille compatte,
- da – 20.00 a – 30.00 m sabbie mediamente addensate.

I parametri geotecnici caratteristici e di progetto per i vari strati riscontrati nella sequenza litologica sono derivati dalle correlazioni dei valori di q_c e f_s ricavati direttamente dalla prova penetrometrica e interpretate e "ragionate" dallo scrivente. I parametri caratteristici c_{u_k} e di progetto c_{u_d} per gli strati coesivi e ϕ_k e ϕ_d per i terreni sciolti e sono:

Primo strato da 0.00 a – 8.20 m alternanze di limi sabbiosi sciolti con limi argillosi poco consistenti, $c_{u_k}= 41.30$ kPa e $c_{u_d}= 29.50$ kPa per i livelli limo argillosi, $\phi_k= 22^\circ$ e $\phi_d= 18^\circ$ per i livelli limo sabbiosi

Secondo strato da –8.20 a – 10.60 m argille soffici, probabilmente organiche, $c_{u_k}= 35.20$ kPa e $c_{u_d}= 25.20$ kPa

Terzo strato da – 10.60 a – 20.00 argille compatte, $c_{uk} = 65.80$ kPa e $c_{ud} = 47$ kPa

Quarto strato da – 20.00 a – 30.00 m sabbie mediamente addensate $\phi_k = 27^\circ$ e $\phi_d = 22^\circ$.

Per l'analisi di pericolosità sismica di base si è condotto un approfondimento di III livello come richiesto dalla carta delle aree suscettibili di effetti locali elaborata per il Nuovo P.T.C.P approvato dalla Provincia di Modena con atto D.C.P. n.46 del 18/03/2009.

Si è fornito quindi lo spettro di progetto allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita su suolo di tipo C (categoria sismica definita mediante calcolo indiretto della V_{S30} pari a 198 m/sec):

a_g = accelerazione orizzontale massima del sito definita pari a **0.134g** (coefficiente $C_u = 1$, tempo di ritorno di 475 anni e vita nominale VN di 50 anni)

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale definito pari a **2.585**

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale calcolato pari a **0.270s**.

S_s fattore di amplificazione stratigrafica (poiché la categoria del suolo indagato è la C) è pari a 1.492.

La colonna stratigrafica dedotta dalla prova eseguita evidenzia terreni di natura limosa e argillosa con coesione fino alla quota di – 20.00 m. Tali terreni sono per loro natura non liquefacibili. Le sabbie addensate sottofalda che si riscontrano al di sotto della profondità di – 20 m sono troppo profonde per essere liquefacibili. La verifica alla possibilità che si manifestino fenomeni di liquefazione viene eseguita su terreni fino alla quota massima di – 15/20 m dal p.c.

I terreni riscontrati nel sito di studio sono quindi da ritenersi non liquefacibili.

Considerate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati e la tipologia strutturale da realizzare, l'ipotesi fondale sono fondazioni superficiali a trave continua legate e irrigidite impostate a – 1.00 m dal piano prova realizzata **sull'attuale terreno vegetale.**

La profondità del piano di posa deve essere posizionata al di sotto della coltre di terreno vegetale e sotto eventuali riporti, nonché al di sotto dello strato interessato da gelo e sopra le variazioni stagionali del livello della frangia freatica misurata in foro in data 10/03/2011 alla quota di – 2.70 m dal piano campagna. Le fondazioni si sono ipotizzate di larghezza **B = 1.80 m** e lunghezza $L \gg B$.

Se si utilizza l'approccio 2 proposto dal DM 2008 (A1 combinato con M1 combinato con R3) al parametro geotecnico caratteristico si applicano coefficienti riduttivi uguali all'unità quindi il parametro di progetto è uguale al parametro caratteristico.

Il parametro geotecnico caratteristico da utilizzare nella verifica è **$c_{uk} = 41.30$ Kpa.** Il carico verticale indicativo (A1) è stato calcolato pari a **15.000 KN** applicando i coefficienti moltiplicativi proposti nel DM 2008 nella tabella 6.2.1 (1.3 per i carichi permanenti, 1.5 per i carichi permanenti non strutturali e 1.5 per i carichi variabili). L'area di ubicazione dell'edificio si trova in zona sismica di classe 3.

Il valore di accelerazione massima attesa al suolo è pari $a_g = 0.134g$ calcolato col DM 2008.

Il gruppo litologico di appartenenza del sito è stato definito di tipo C.

La risposta del suolo è pari a $S_s = 1.492$ per il DM 2008.

L'area di intervento è pianeggiante quindi il fattore topografico è uguale a 1.

Sulla base dei dati esposti, delle considerazioni geologiche e litostratigrafiche di cui sopra, la verifica allo stato limite ultimo in condizioni non drenate, per le travi ipotizzate e per il reticolato considerato, è stata verificata per la normativa vigente.

Nei calcoli dei cedimenti permanenti si sono ipotizzate fondazioni rettangolari a trave flessibile di larghezza $B = 1.80$ m impostate a $- 1.00$ m dal piano prova.

L'incremento di carico è pari a quello massimo ammissibile di esercizio per i terreni studiati calcolato di 80 kPa.

I cedimenti assoluti, permanenti calcolati sono dell'ordine di 4.83 cm .

Il livello della frangia freatica superficiale di circolazione nel materasso alluvionale, è stato misurato in foro all'atto d'esecuzione della prova, in data 10/03/2011 alla quota di $- 2.70$ m dal p.c.

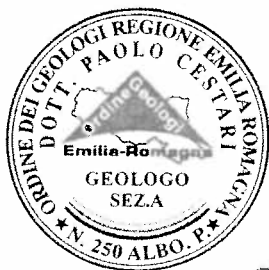
La frangia freatica presente in superficie è un livello idrico sospeso, povero e non utilizzabile perché presente in terreni poco permeabili testimonianza di una circolazione ipodermica.

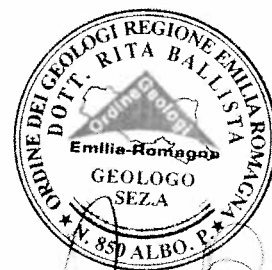
In questa situazione la presenza di acqua è fortemente influenzata dalle precipitazioni che percolano nei primi metri di terreno e nei livelli limo-sabbiosi a permeabilità maggiore.

Nei periodi carenti in precipitazioni tale livello idrico spesso è assente nei primi quattro metri in quanto non alimentato dall'acqua meteorica, tende invece a crescere nei periodi invernali o comunque nei periodi con piogge abbondanti.

Dott. Geol. CESTARI PAOLO

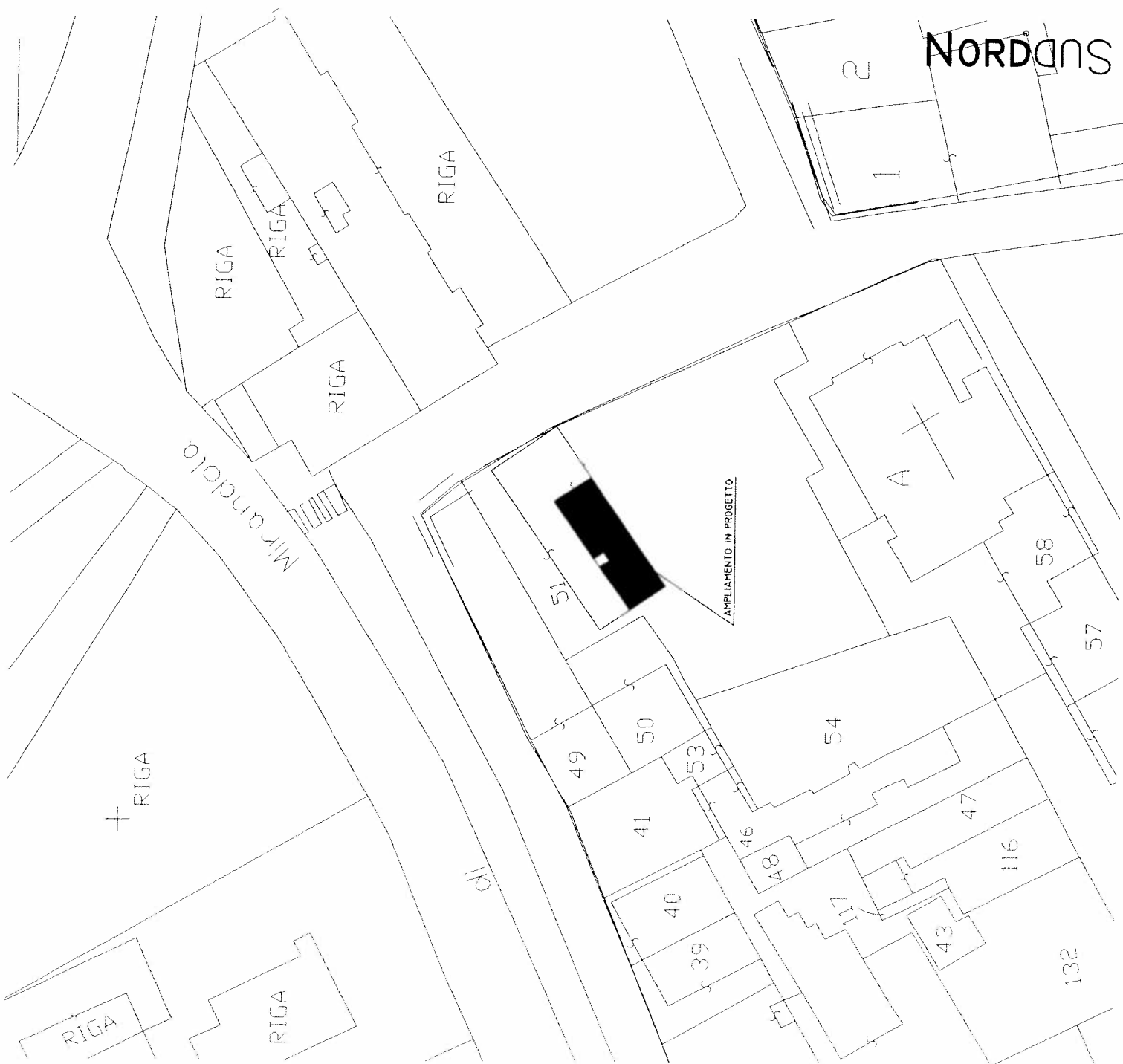
Dott. Geol. RITA BALLISTA

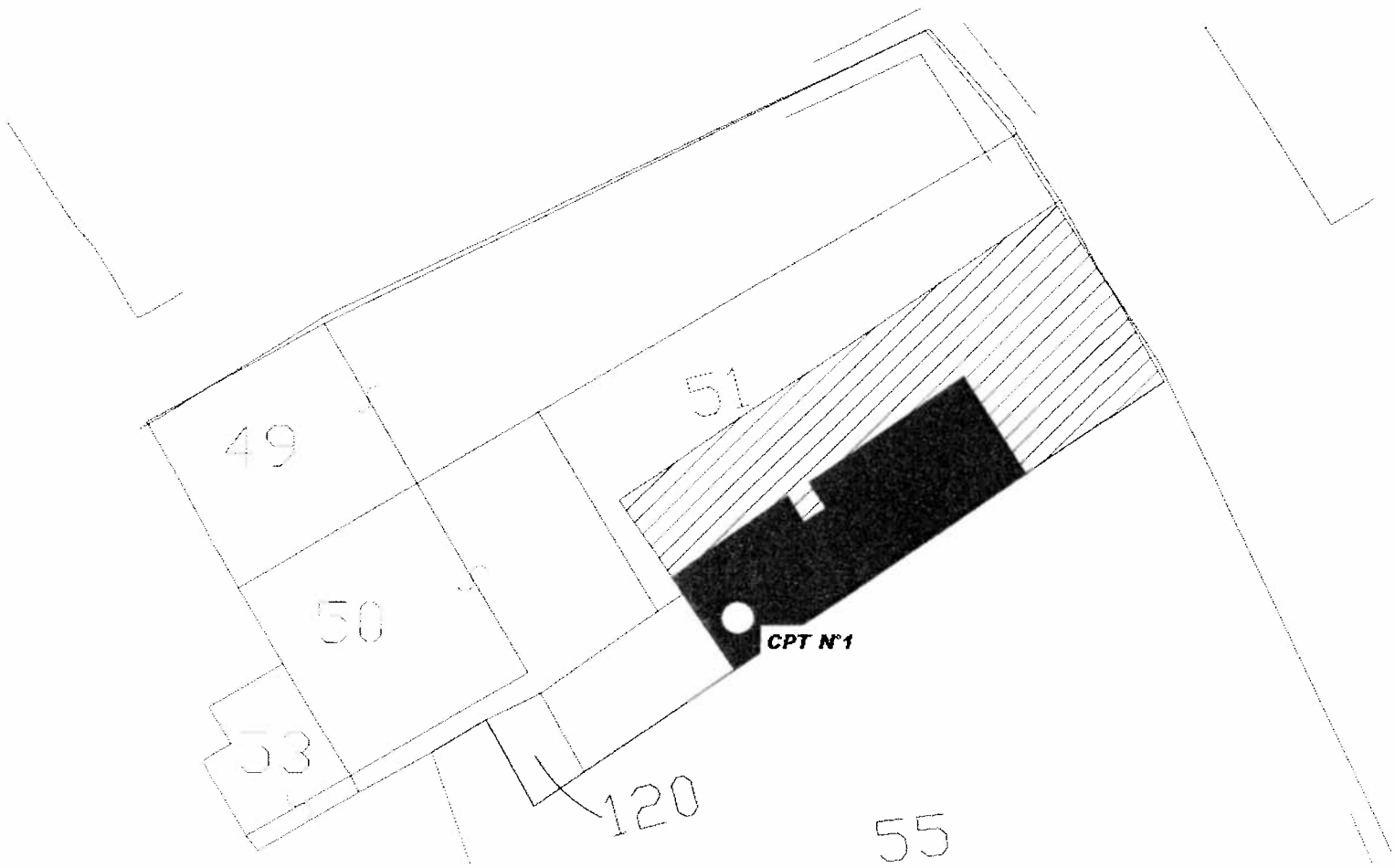





ALLEGATI

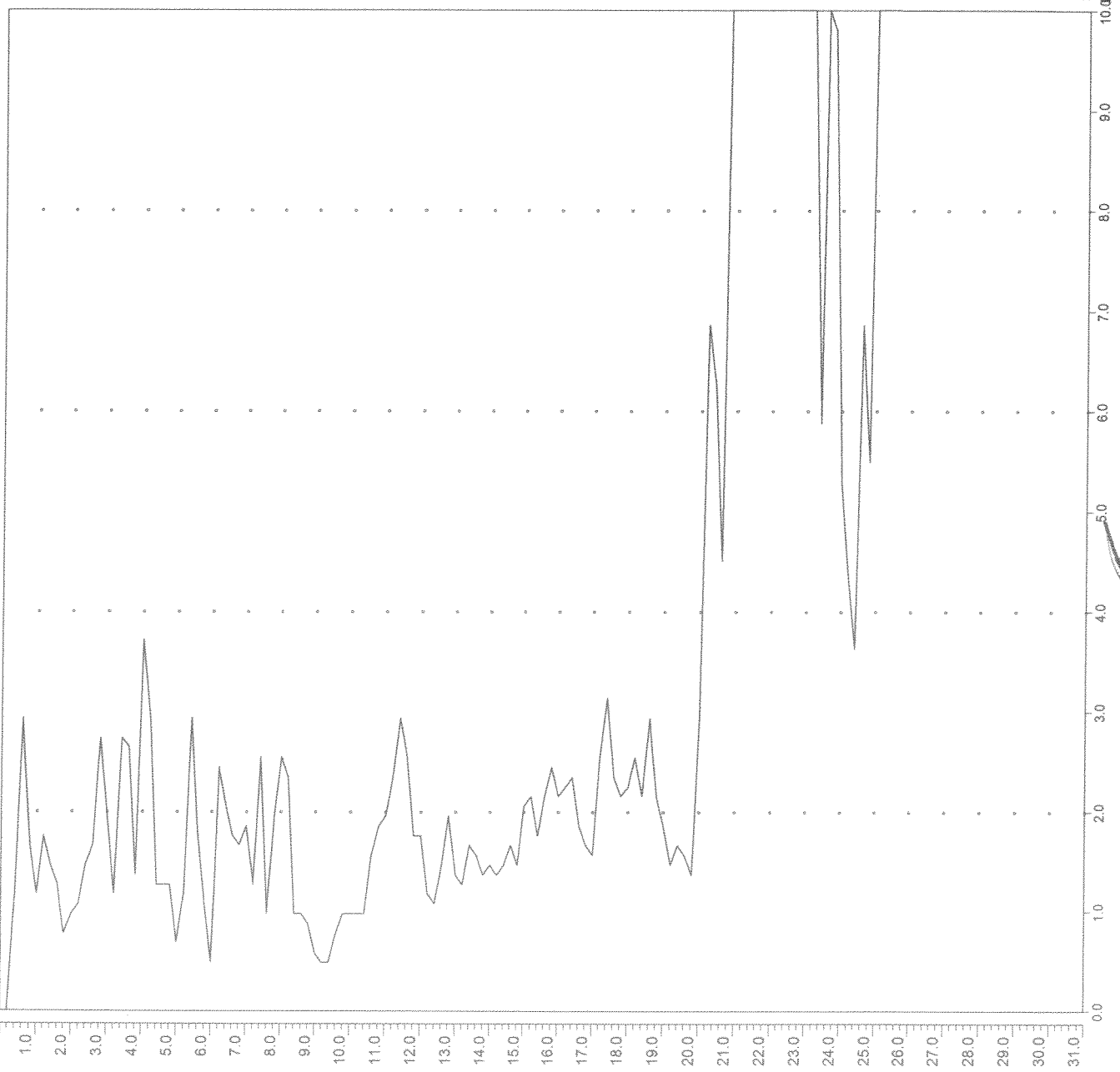
- 1) UBICAZIONE AREA D'INDAGINE
- 2) UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA
- 3) DIAGRAMMI PROVA PENETROMETRICA
- 4) LEGENDA E DIAGRAMMI VALUTAZIONI LITOLOGICHE
- 5) LEGENDA E PARAMETRI GEOTECNICI



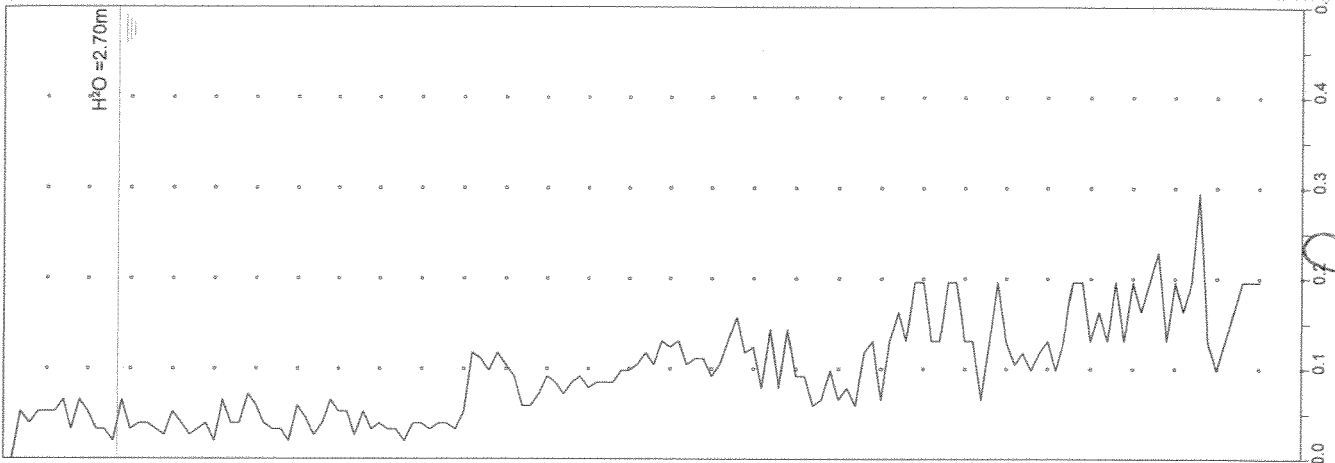


DIAGRAMMI PROVA PENETROMETRICA

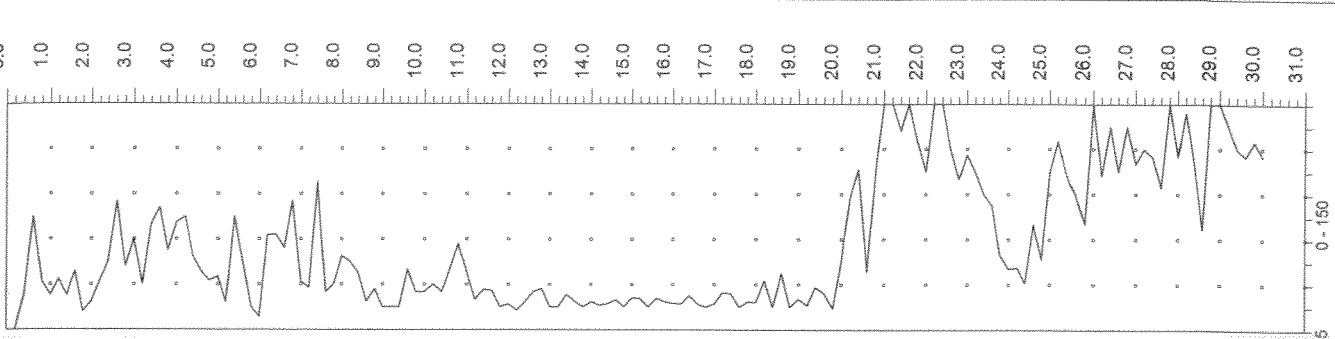
qc (MPa)



Friction fs (MPa)



Ratio (-)

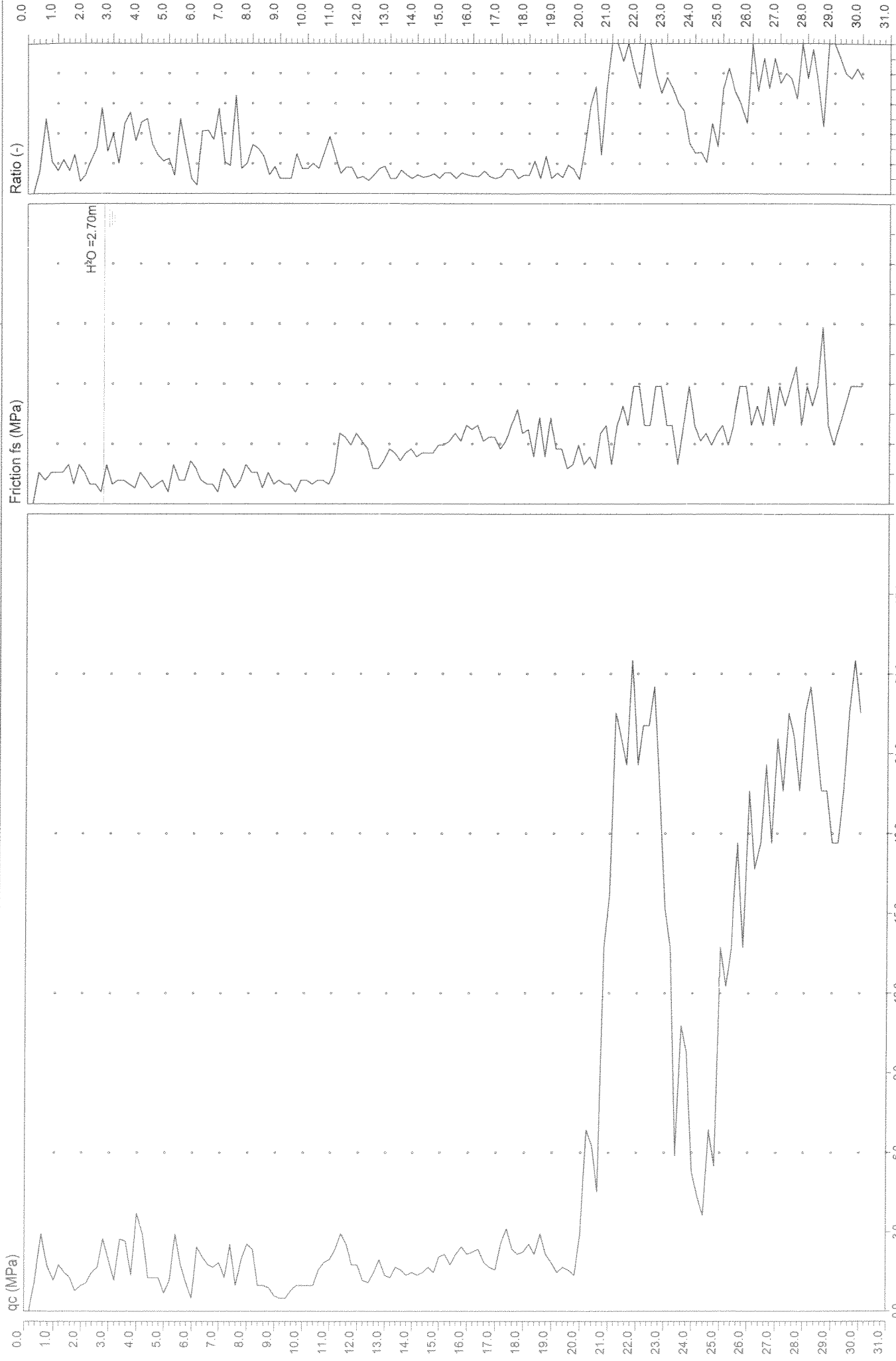




di Paolo Cestari & C.
 Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore c)
 Decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2008
 Sede legale: Via Duca D'Este, 6 - 41036 Medolla (MO)

Committente: PARROCCHIA di NOSTRA SIGNORA di FATTOLETTA
 Cantiere: CONCORDIA s. S. Loc. S. Giovanni
 Data: 10/03/2011

Certificato di prova n.:
 Prova n° 1



30,000 m

Sperimentatore: Dott. Geol. PAOLO CESTARI

Direttore Laboratorio: Dott. Geol. RITA BALILISTA

**LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE
CORRELAZIONI GENERALI**

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

1

riferimento

024-2011

Committente: **PARROCCHIA DI NOSTRA SIGNORA DI FATIMA**

Cantiere: **CONCORDIA s. S. Loc. S.Giovanni**

Località: **CONCORDIA SULLA SECCHIA**

U.M.: **MPa**

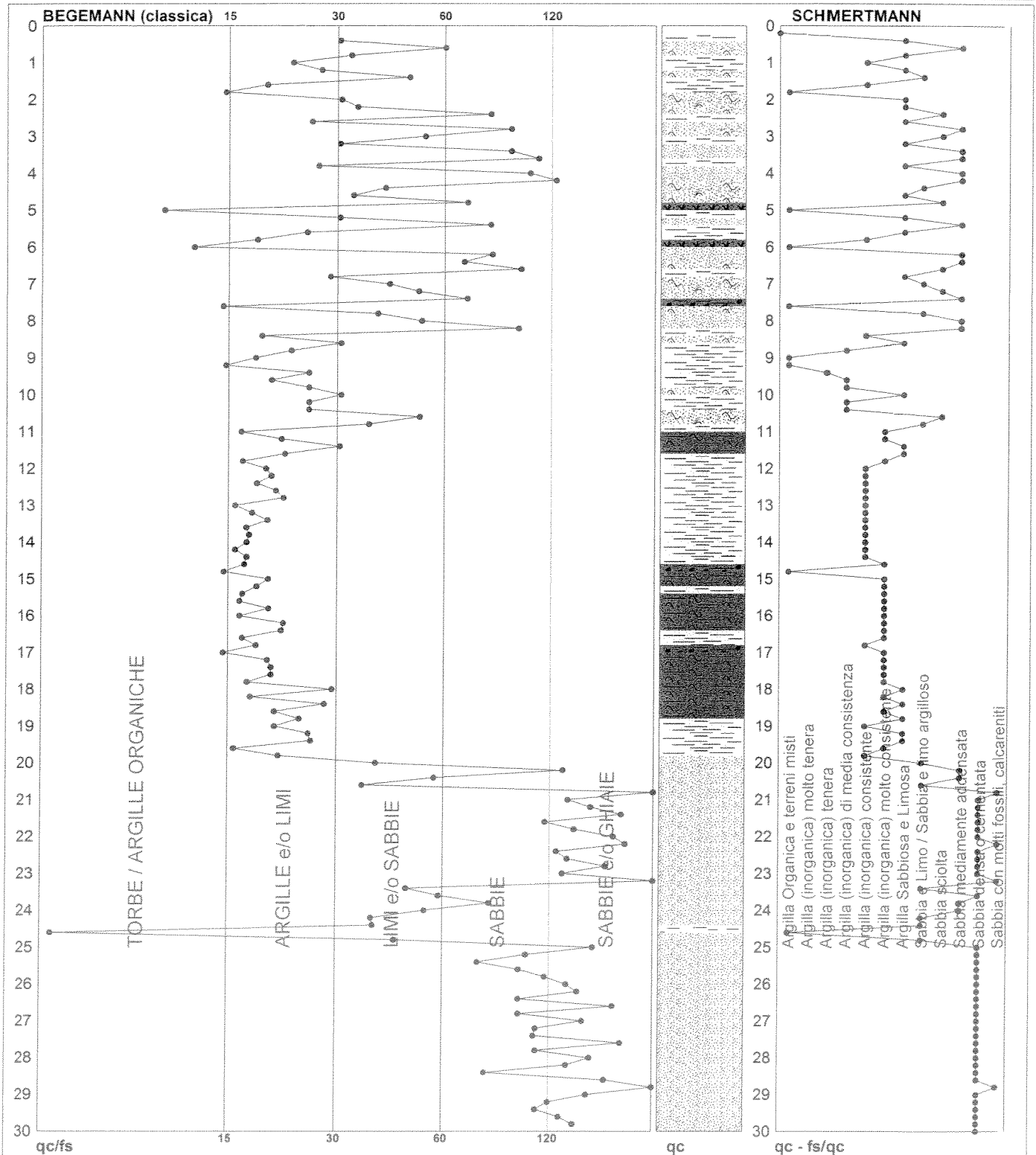
Scala: **1:150**

Data exec.: **10/03/2011**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **-2.70 m**



Torbe / Argille org. :	7 punti, 4.70%	Argilla Organica e terreni misti:	8 punti, 5.37%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	21 punti, 14.09%
Argille e/o Limi :	64 punti, 42.95%	Argilla (inorganica) tenera:	1 punto, 0.67%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	11 punti, 7.38%
Limi e/o Sabbie :	25 punti, 16.78%	Argilla (inorganica) media consist.:	5 punti, 3.36%	Sabbia sciolta:	6 punti, 4.03%
Sabbie:	34 punti, 22.82%	Argilla (inorganica) consistente:	20 punti, 13.42%	Sabbia mediamente addensata:	16 punti, 10.74%
Sabbie e/o Ghiaie :	19 punti, 12.75%	Argilla (inorganica) molto consist.:	21 punti, 14.09%	Sabbia densa o cementata:	35 punti, 23.49%
				Sabbia con molti fossili, calcareniti:	4 punti, 2.68%

nota:

FON025

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT

riferimento

1

024-2011

Committente: **PARROCCHIA DI NOSTRA SIGNORA DI FATIMA**

Cantiere: **CONCORDIA s. S. Loc. S.Giovanni**

Località: **CONCORDIA SULLA SECCHIA**

U.M.: **MPa**

Data exec.: **10/03/2011**

Pagina: **2**

Elaborato:

Falda: **-2.70 m**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m ³	σ'_{vo} kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σ_{Sc} (°)	σ_{Ca} (°)	σ_{Ko} (°)	σ_{DB} (°)	σ_{DM} (°)	σ_{Me} (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
20.00	2.9	37.5		0.88	203.8	199	--	--	--	--	--	13	33	23	20	19	26	29	1.49	4.9	7.4	8.8
20.20	6.9	116.7	△	0.95	205.6	274	--	--	--	--	--	42	36	27	24	23	31	32	1.18	11.4	17.2	20.6
20.40	6.3	53.3	△	0.94	207.5	265	--	--	--	--	--	38	36	27	24	22	30	32	1.15	10.5	15.7	18.8
20.60	4.5	34.6	△	0.91	209.2	234	--	--	--	--	--	27	34	25	22	21	28	31	1.20	7.5	11.3	13.5
20.80	13.7	209.0		1.06	211.3	356	--	--	--	--	--	65	39	30	28	26	35	36	1.89	22.9	34.3	41.2
21.00	15.7	120.3		1.09	213.5	375	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	36	>2.00	26.1	39.2	47.0
21.20	22.5	137.7		1.15	215.7	430	--	--	--	--	--	81	41	33	30	28	37	39	>2.00	37.6	56.4	67.6
21.40	21.6	165.4		1.15	218.0	422	--	--	--	--	--	80	41	33	30	28	37	38	>2.00	35.9	53.9	64.7
21.60	20.6	105.0		1.15	220.2	415	--	--	--	--	--	78	41	32	29	27	37	38	>2.00	34.3	51.5	61.7
21.80	24.5	125.0		1.15	222.5	443	--	--	--	--	--	83	41	33	30	28	38	39	>2.00	40.8	61.3	73.5
22.00	20.6	157.9		1.15	224.7	415	--	--	--	--	--	77	41	32	29	27	36	38	>2.00	34.3	51.5	61.7
22.20	22.1	169.2		1.15	227.0	426	--	--	--	--	--	79	41	32	30	28	37	39	>2.00	36.8	55.1	66.2
22.40	22.1	112.5		1.15	229.2	426	--	--	--	--	--	79	41	32	30	28	37	39	>2.00	36.8	55.1	66.2
22.60	23.5	120.0		1.15	231.5	437	--	--	--	--	--	81	41	33	30	28	37	39	>2.00	39.2	58.8	70.6
22.80	19.6	150.4		1.15	233.7	408	--	--	--	--	--	75	40	32	29	27	36	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
23.00	15.2	116.5		1.08	235.9	370	--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	35	36	1.94	25.3	38.0	45.6
23.20	13.7	209.0		1.06	237.9	356	--	--	--	--	--	62	39	30	27	25	34	36	1.78	22.9	34.3	41.2
23.40	5.9	45.1	△	0.93	239.8	259	--	--	--	--	--	33	35	26	22	21	29	32	1.14	9.8	14.7	17.6
23.60	10.8	55.0		1.02	241.8	325	--	--	--	--	--	53	38	29	26	24	32	34	1.45	18.0	27.0	32.3
23.80	9.8	75.2		1.00	243.7	314	--	--	--	--	--	50	37	28	25	23	32	34	1.34	16.3	24.5	29.4
24.00	5.3	50.5	△	0.92	245.5	249	--	--	--	--	--	28	35	25	22	21	28	31	1.17	8.8	13.2	15.9
24.20	4.3	36.7		0.91	247.3	230	--	--	--	--	--	21	34	24	21	20	27	31	1.27	7.2	10.8	12.9
24.40	3.6	37.0		0.89	249.0	216	--	--	--	--	--	15	33	23	20	19	26	30	1.40	6.0	9.1	10.9
24.60	6.9	1.6		1.03	251.1	274	228.7	5.6	67.8	101.7	20.6	37	36	26	23	22	30	32	--	11.4	17.2	20.6
24.80	5.5	42.1	△	0.93	252.9	252	--	--	--	--	--	29	35	25	22	21	28	31	1.16	9.1	13.7	16.5
25.00	13.7	140.0		1.06	254.9	356	--	--	--	--	--	60	38	30	27	25	34	36	1.71	22.9	34.3	41.2
25.20	12.3	94.0		1.04	257.0	341	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	35	1.55	20.4	30.6	36.8
25.40	13.7	70.0		1.06	259.1	356	--	--	--	--	--	60	38	29	26	25	33	36	1.69	22.9	34.3	41.2
25.60	17.6	90.0		1.12	261.2	392	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	37	>2.00	29.4	44.1	52.9
25.80	13.7	105.3		1.06	263.3	356	--	--	--	--	--	59	38	29	26	25	33	36	1.68	22.9	34.3	41.2
26.00	19.6	119.8		1.15	265.6	408	--	--	--	--	--	71	40	31	28	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
26.20	16.7	127.8		1.11	267.7	383	--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	34	37	1.95	27.8	41.7	50.0
26.40	17.6	90.0		1.12	269.9	392	--	--	--	--	--	67	39	31	28	26	35	37	>2.00	29.4	44.1	52.9
26.60	20.6	157.9		1.15	272.2	415	--	--	--	--	--	73	40	31	28	26	35	38	>2.00	34.3	51.5	61.7
26.80	17.6	90.0		1.12	274.4	392	--	--	--	--	--	67	39	30	27	26	35	37	>2.00	29.4	44.1	52.9
27.00	21.6	131.7		1.15	276.6	422	--	--	--	--	--	74	40	31	28	27	36	38	>2.00	35.9	53.9	64.7
27.20	19.6	100.0		1.15	278.9	408	--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
27.40	22.5	98.7		1.15	281.2	430	--	--	--	--	--	75	40	32	29	27	36	39	>2.00	37.6	56.4	67.6
27.60	21.6	165.4		1.15	283.4	422	--	--	--	--	--	73	40	31	28	27	35	38	>2.00	35.9	53.9	64.7
27.80	19.6	100.0		1.15	285.7	408	--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
28.00	22.5	137.7		1.15	287.9	430	--	--	--	--	--	74	40	31	28	27	36	39	>2.00	37.6	56.4	67.6
28.20	23.5	120.0		1.15	290.2	437	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	39	>2.00	39.2	58.8	70.6
28.40	21.6	73.3		1.15	292.4	422	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2.00	35.9	53.9	64.7
28.60	19.6	150.4		1.15	294.7	408	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
28.80	19.6	200.0		1.15	296.9	408	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
29.00	17.6	135.3		1.12	299.1	392	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	1.93	29.4	44.1	52.9
29.20	17.6	107.8		1.12	301.3	392	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	1.92	29.4	44.1	52.9
29.40	19.6	100.0		1.15	303.6	408	--	--	--	--	--	68	39	30	27	26	35	38	>2.00	32.7	49.0	58.8
29.60	22.5	115.0		1.15	305.8	430	--	--	--	--	--	73	40	31	28	26	35	39	>2.00	37.6	56.4	67.6
29.80	24.5	125.0		1.15	308.1	443	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	39	>2.00	40.8	61.3	73.5
30.00	22.5	--		1.15	310.3	430	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	39	>2.00	37.6	56.4	67.6