



SISMA APPENNINO CENTRALE

CONSIDERAZIONI E VALUTAZIONI

Effetti di sito e risposta sismica locale: un caso di studio





NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

D.M. del 14 gennaio 2008

6.2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Il **progetto delle opere** e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi:

1 **caratterizzazione e modellazione geologica del sito;**

2 scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;

3 caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo;

4 descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;

5 verifiche della sicurezza e delle prestazioni;

6 piani di controllo e monitoraggio

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

D.M. del 14 gennaio 2008

Sentenza del Consiglio di Stato n del 25 marzo 1992

ha statuito l'esclusiva competenza a redigere la relazione geologica evidenziando testualmente come risultasse irrilevante la circostanza di disponibilità di una preesistente ed aggiornata documentazione geologica e geomorfologica della zona ove ricade l'area interessata dal progetto

6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La **caratterizzazione e la modellazione geologica** del sito consiste nella **ricostruzione** dei caratteri **litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici** e, più in generale, **di pericolosità geologica del territorio**.

In funzione del tipo di opera o di intervento e **della complessità del contesto geologico, specifiche indagini** saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del **modello geologico**.

Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile **elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche**.

Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una **relazione geologica**.

**COMPETENZA ESCLUSIVA DEL GEOLOGO
ABILITATO ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE**

Circolare 2 febbraio 2009 contenente le Istruzioni sulle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008

C6 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

I caratteri geologici del sito, illustrati nella Relazione Geologica (§ 6.2.1 NTC), costituiscono un **importante riferimento per l'impostazione del progetto**, soprattutto per le opere infrastrutturali ad elevato sviluppo lineare o che comunque investano aree di notevoli dimensioni.

C6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Lo **studio geologico** deve definire, **con preciso riferimento al progetto**, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e **la loro tendenza evolutiva**, la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità; inoltre, deve illustrare i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.



Circolare 2 febbraio 2009 contenente le Istruzioni sulle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008

C6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il piano delle indagini specifiche sui terreni e sulle rocce nel sito di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica di dettaglio che possa risultare adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

D.M. del 14 gennaio 2008

6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare **il volume significativo di cui al § 3.2.2**, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

.....

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce **comprese nel volume significativo**, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

È responsabilità del progettista la definizione del **piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica.**

Volume significativo: la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.



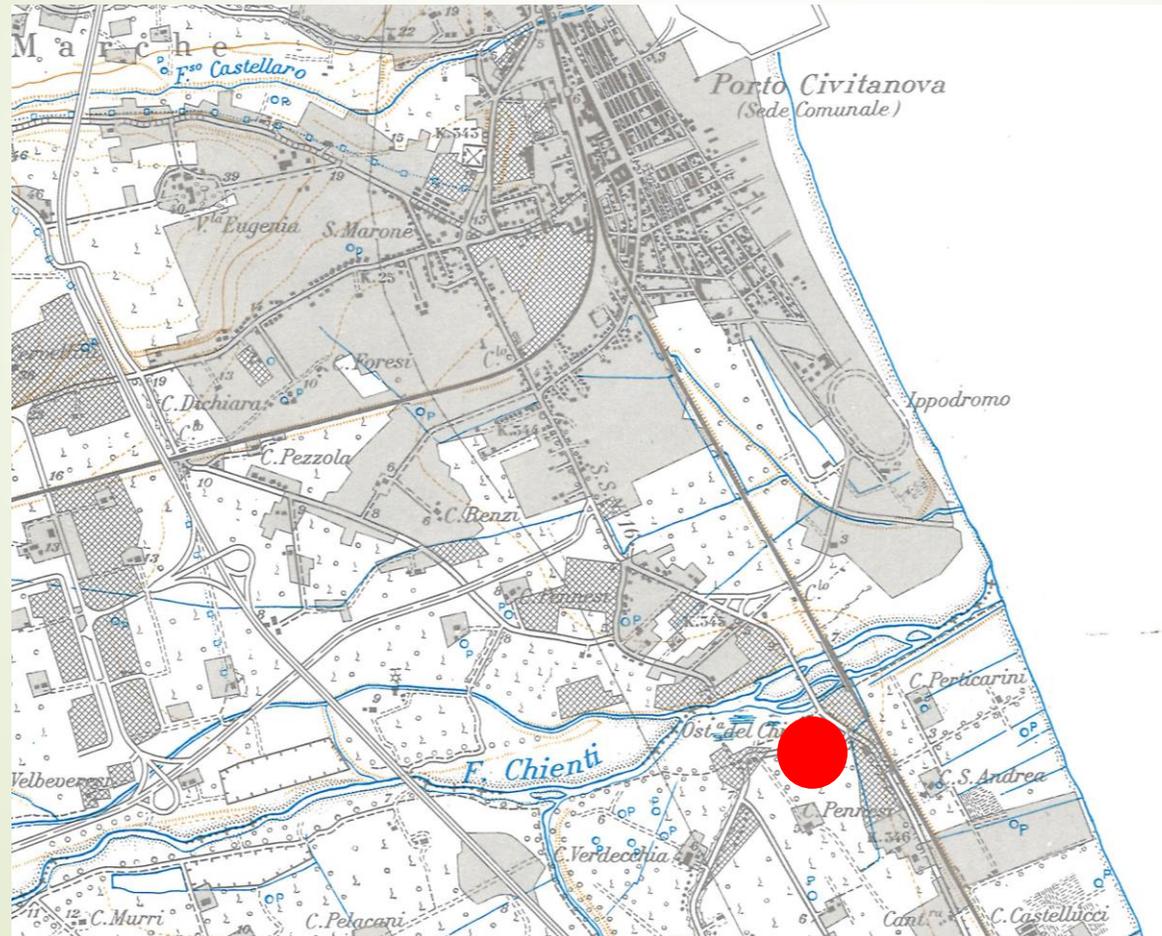
Effetti di sito e risposta sismica locale: un caso di studio

ESEMPIO APPLICATIVO:

REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA NEL COMUNE DI PORTO
SANT'ELPIDIO (FM)

ESEMPIO APPLICATIVO:

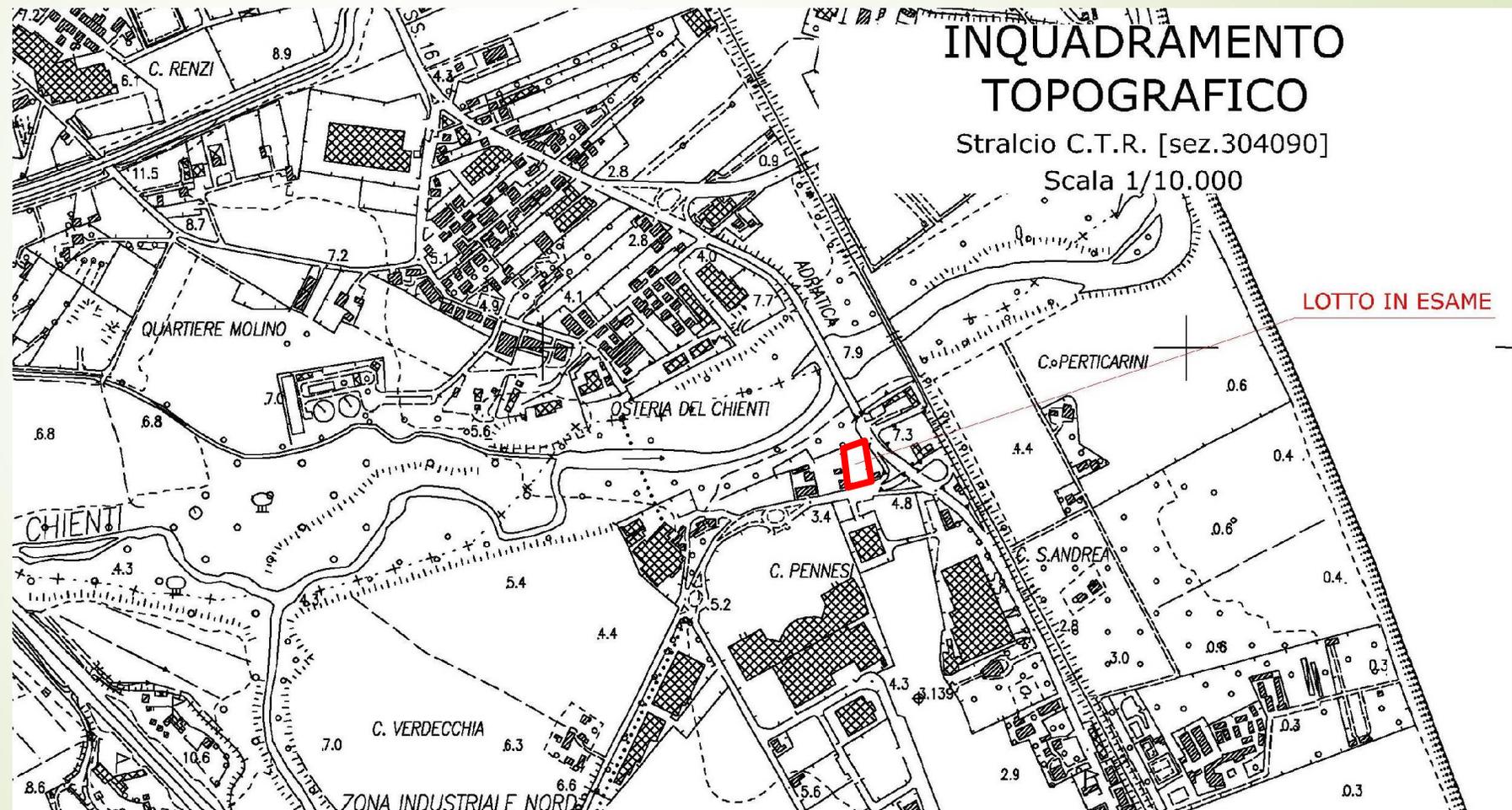
REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA NEL COMUNE DI PORTO
SANT'ELPIDIO (FM)



COROGRAFIA – scala 1: 25.000
Stralcio Foglio 125, I NE

ESEMPIO APPLICATIVO:

REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA NEL COMUNE DI PORTO
SANT'ELPIDIO (FM)



ESEMPIO APPLICATIVO:

REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA NEL COMUNE DI PORTO
SANT'ELPIDIO (FM)



- 
- ▶ Finalità dello studio:
 - ▶ Definizione del modello geologico
 - ▶ Caratterizzazione del modello sismico
 - ▶ Individuazione scenari di pericolosità geologica e pericolosità sismica locale



Definizione del modello geologico

► STUDIO GEOLOGICO

- Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico
- Compatibilità con il PAI

► MODELLAZIONE GEOLOGICA

- Piano delle indagini in funzione degli obiettivi del progetto
- Ubicazione e descrizione delle indagini effettuate
- Modello geologico di sintesi utile per la modellazione geotecnica

Stralcio Carta Geologica Regionale – edizione CTR

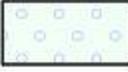
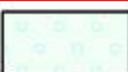
Scala 1/10.000 - Sezione n.304090 Sant'Elpidio a Mare

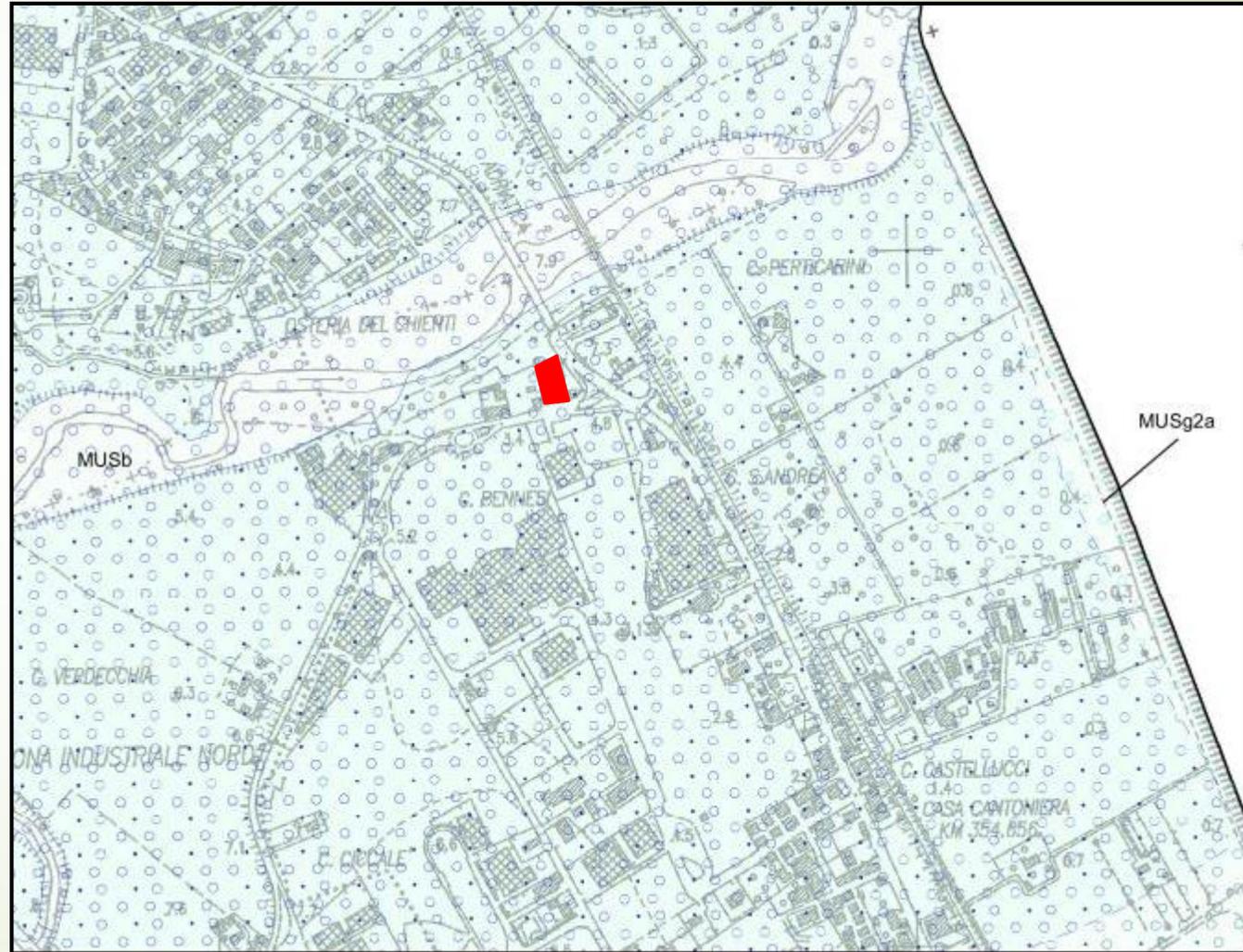
LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1q	Frane senza indizi di evoluzione
	MUSb	Depositi alluvionali attuali ghiaie, ghiaie sabbiose
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuale ghiaie, ghiaie sabbiose
	MUSg2b	Depositi di spiaggia antica sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie



AUTORITA' DI BACINO REGIONE MARCHE

Stralcio cartografia PAI – [Tavola RI 54d]

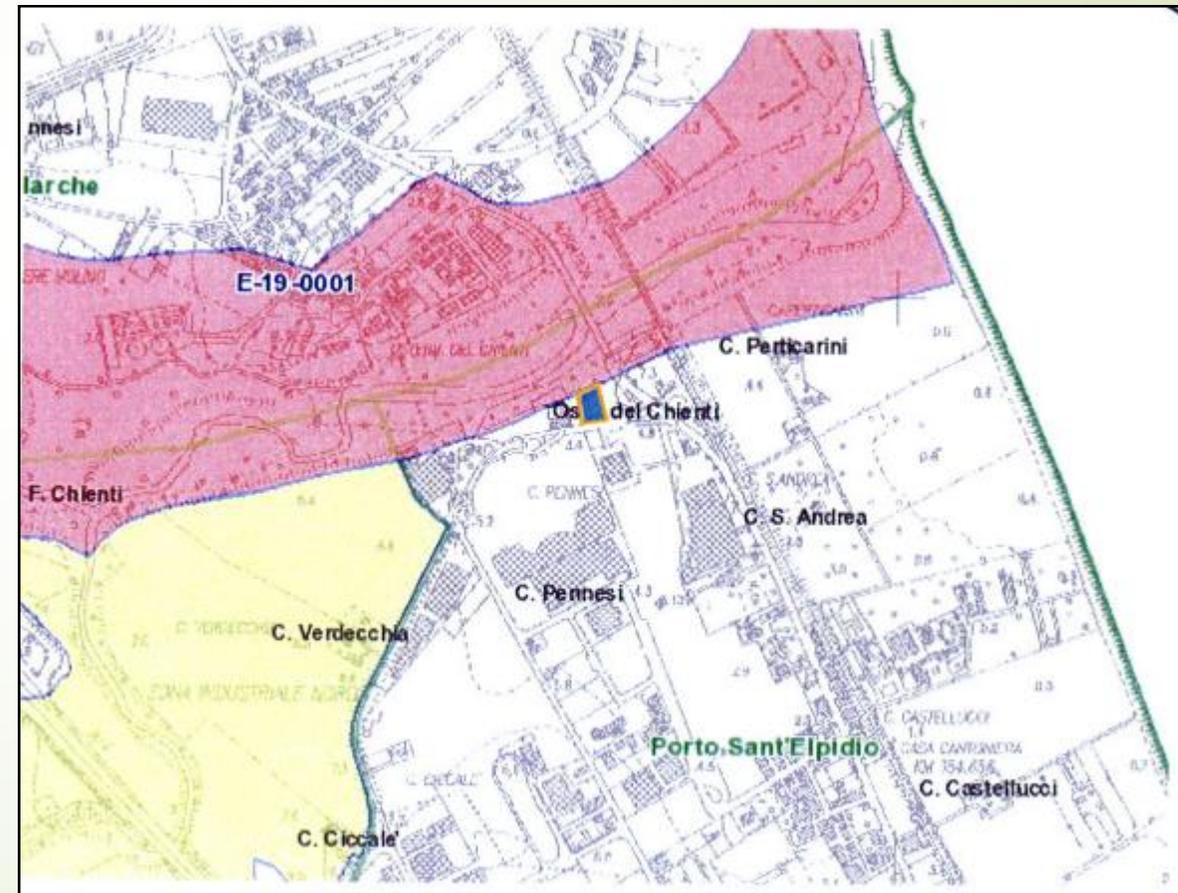
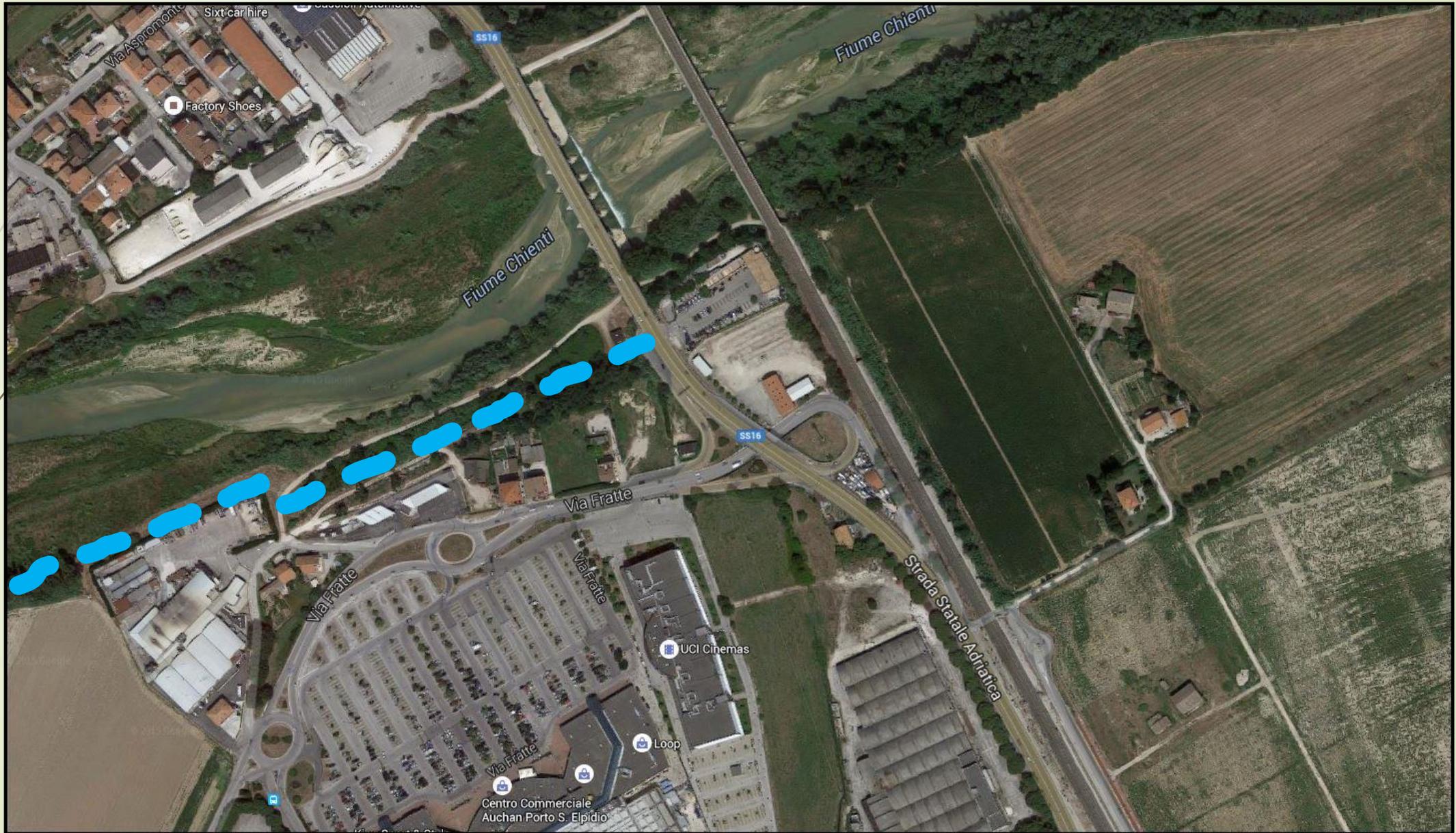


Immagine satellitare della zona esaminata



➤ INDAGINI EFFETTUATE

- N.2 sondaggi geognostici [S1: 23 m – S2: 13 m]
 - Sondaggio S1
 - N.3 prove SPT in foro m
 - N.3 Campioni prelevati per analisi granulometriche i laboratorio
- N.2 prove penetrometriche dinamiche [DPSH01: 12,2 m – DPSH02: 11,8 m]
- N.1 prova MASW
- N.1 sismica passiva a stazione singola – misura del microtremore [prova HVSR]

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

D.M. del 14 gennaio 2008

6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

.....specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di cui al § 3.2.2, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

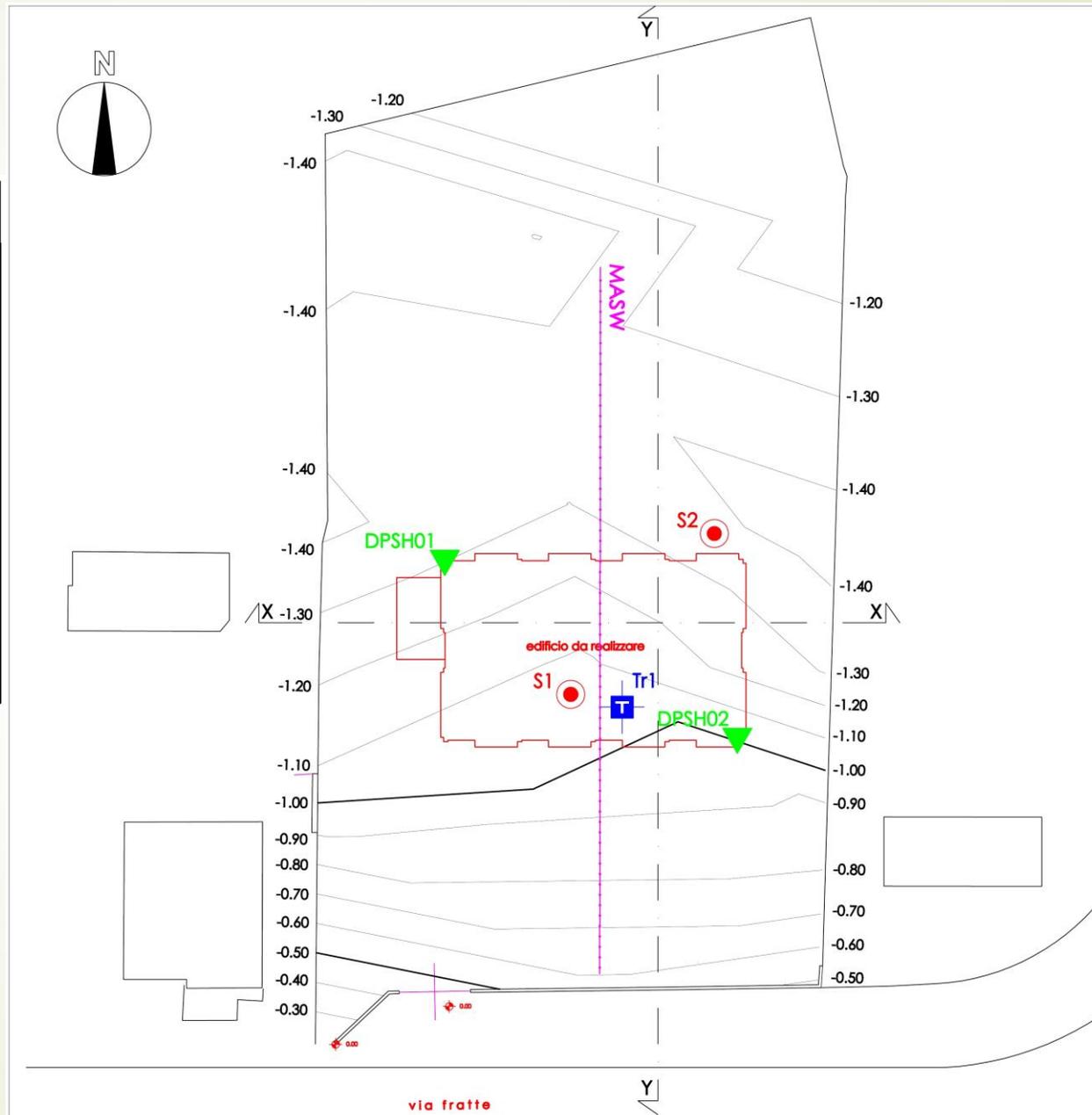
PLANIMETRIA INDAGINI – Scala 1/200

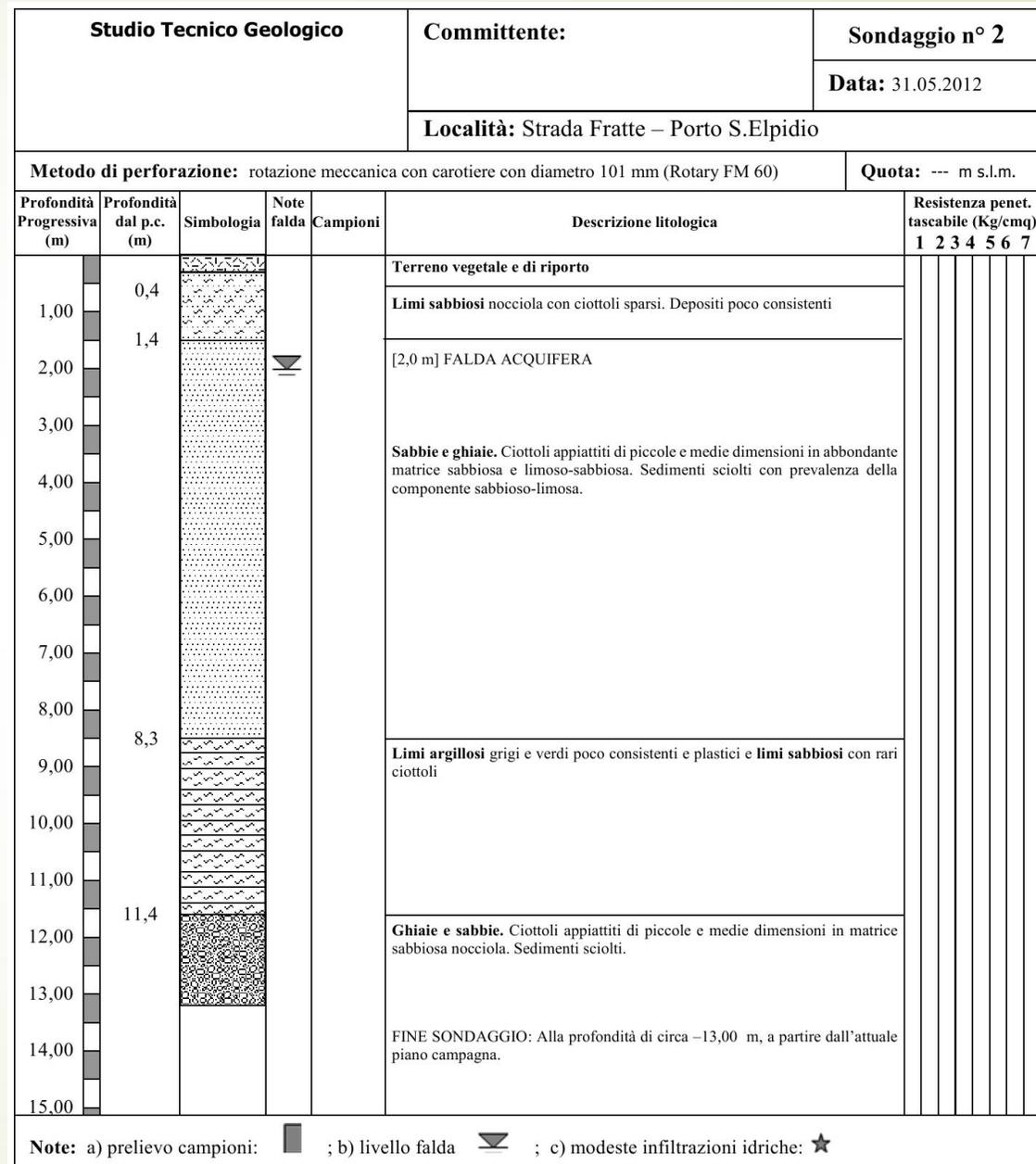
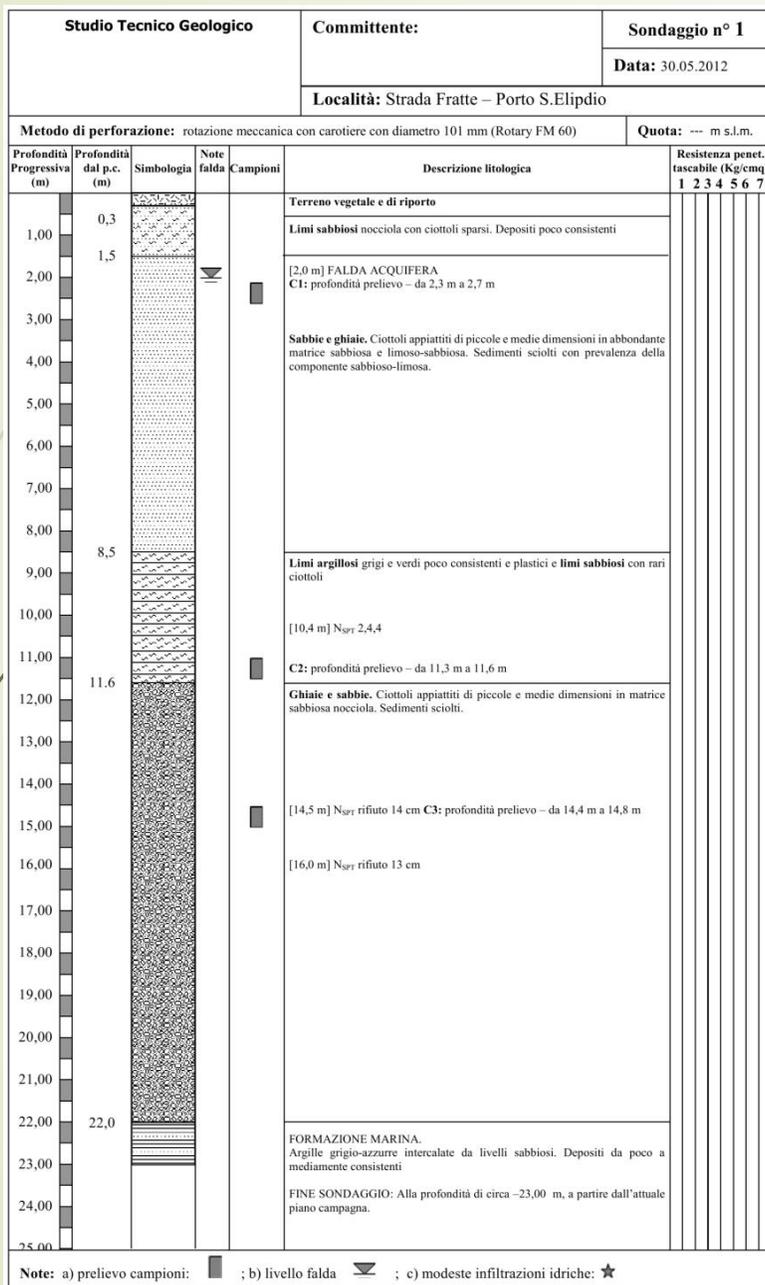
PLANIMETRIA INDAGINI

legenda

scala 1/200

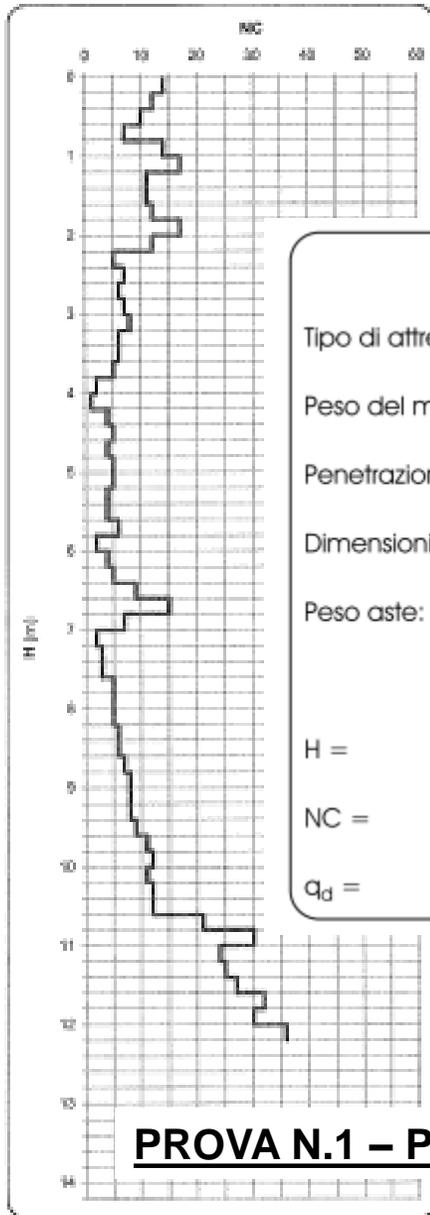
-  prova penetrometrica dinamica DPSH
-  stazione microtremore a stazione singola
-  MASW
-  sondaggio geognostico
-  traccia sezione litologica





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

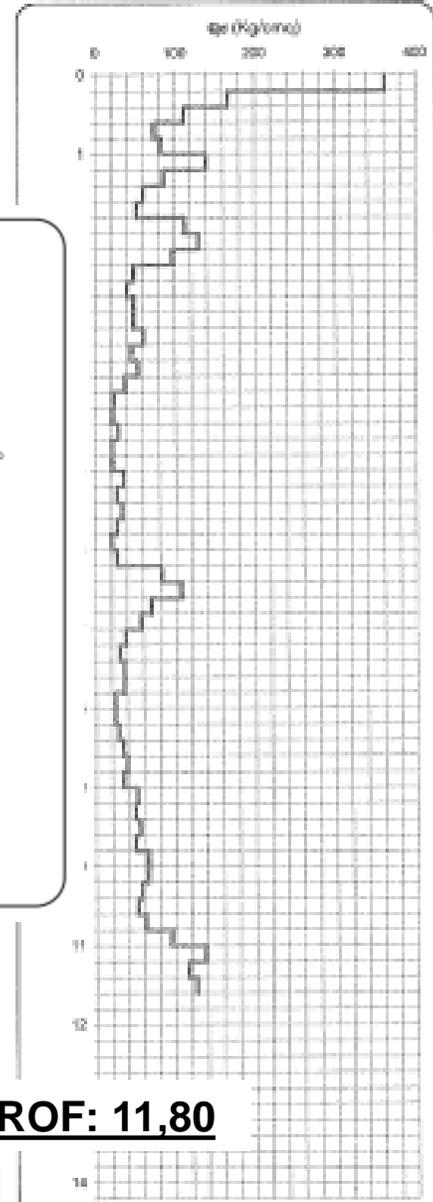
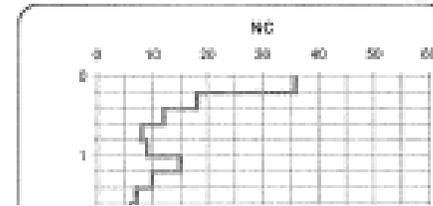
H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	14	148,47
0,4	10	117,18
0,6	10	90,65
0,8	7	84,84
1,0	14	128,88
1,2	17	157,49
1,4	11	94,81
1,6	11	84,81
1,8	10	100,10
2,0	12	148,12
2,2	10	100,10
2,4	8	68,14
2,6	7	58,20
2,8	8	68,17
3,0	7	58,20
3,2	8	68,17
3,4	8	68,17
3,6	8	68,17
3,8	3	30,42
4,0	3	18,89
4,2	1	7,81
4,4	4	28,14
4,6	3	28,42
4,8	4	28,14
5,0	3	28,42
5,2	3	28,42
5,4	4	28,70
5,6	4	28,70
5,8	8	68,14
6,0	2	13,38
6,2	4	28,70
6,4	3	28,69
6,6	8	68,08
6,8	10	90,65
7,0	7	44,17
7,2	3	12,88
7,4	3	18,87
7,6	3	18,87
7,8	8	68,11
8,0	5	38,11
8,2	3	28,11
8,4	8	68,11
8,6	8	68,11
8,8	7	48,15
9,0	8	68,88
9,2	8	68,88
9,4	8	68,80
9,6	8	68,21
9,8	11	88,10
10,0	12	90,70
10,2	11	88,21
10,4	10	82,84
10,6	12	92,84
10,8	21	158,81
11,0	20	187,10
11,2	24	128,88
11,4	20	128,47
11,6	27	128,80
11,8	30	188,80
12,0	28	128,80
12,2	28	188,87
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		



PROVA N.1 – PROF: 12,20

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	20	81,20
0,4	18	88,18
0,6	12	71,12
0,8	0	74,18
1,0	8	88,08
1,2	18	108,04
1,4	10	88,10
1,6	7	88,27
1,8	8	81,87
2,0	10	111,80



PROVA N.2 – PROF: 11,80

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm² angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg Peso massa passiva: 4,2 Kg

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

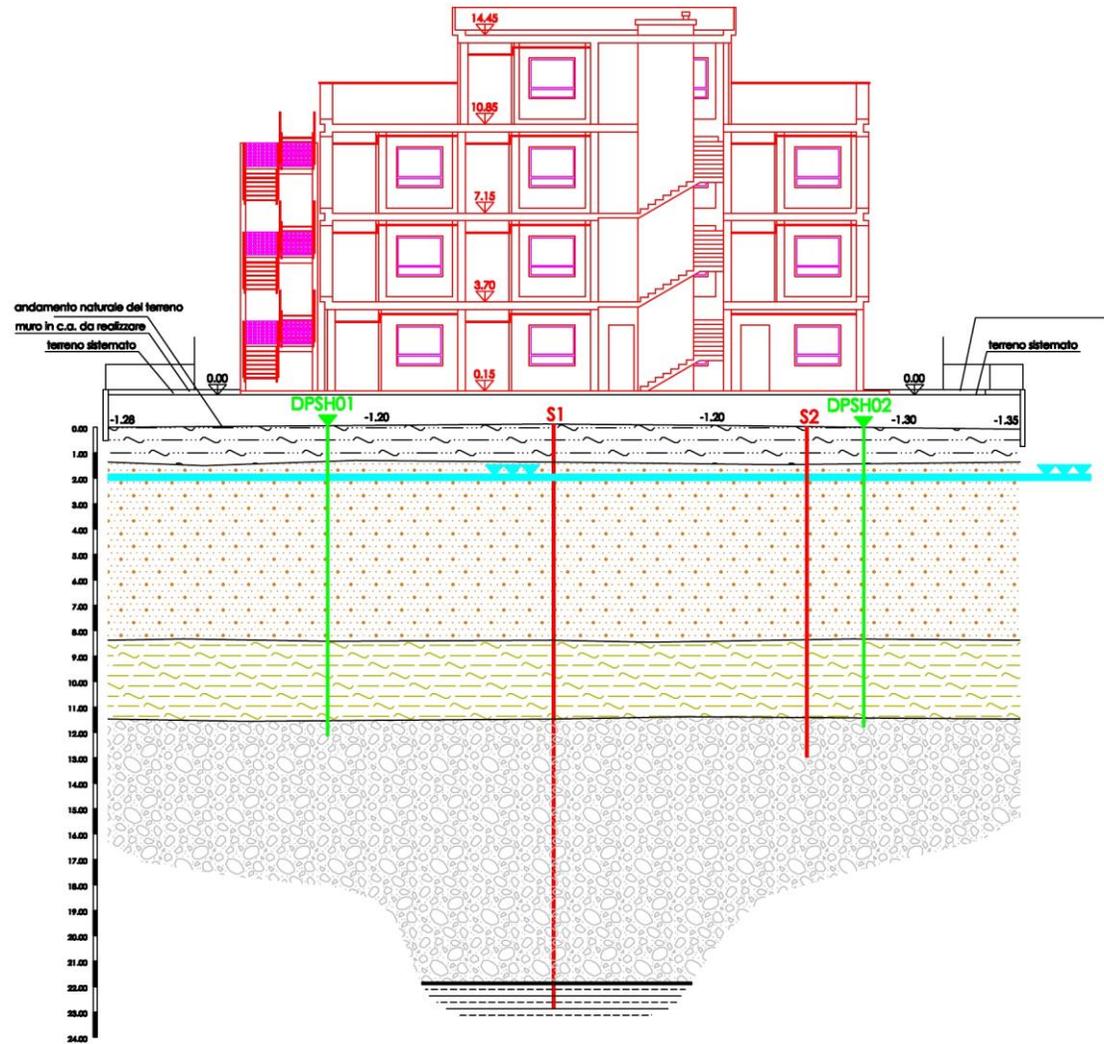
q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
10,8	12	81,84
11,0	18	84,18
11,2	24	128,18
11,4	25	128,40
11,6	28	128,47
11,8	28	128,47
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		



SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE – Scala 1/200

SEZIONE X-X



legenda

scala 1/200

TERRENI DELLA COPERTURA depositi alluvionali

- Limi sabbiosi
- Sabbie e ghiaie (depositi poco addensati)
- Limi argillosi e sabbiosi
- Ghiaie e sabbie (depositi ben addensati)

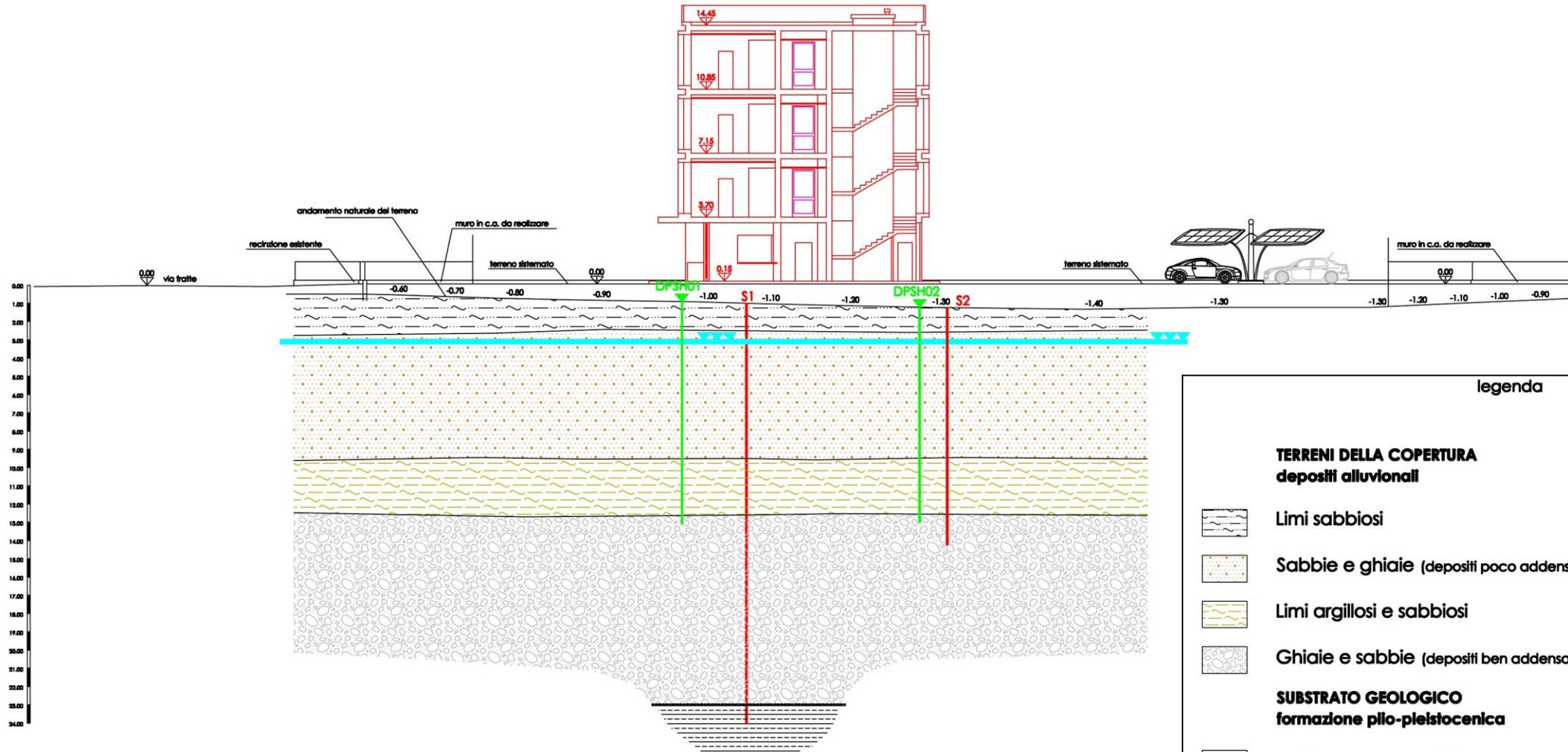
SUBSTRATO GEOLOGICO formazione plio-pleistocenica

- Argille marnose grigio-azzurre

Livello della falda

SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE – Scala 1/200

SEZIONE Y-Y



legenda

scala 1/200

TERRENI DELLA COPERTURA depositi alluvionali



Limi sabbiosi



Sabbie e ghiaie (depositi poco addensati)



Limi argillosi e sabbiosi



Ghiaie e sabbie (depositi ben addensati)

SUBSTRATO GEOLOGICO formazione plio-pleistocenica



Argille marnose grigio-azzurre



Livello della falda



Caratterizzazione del modello sismico

- ▶ CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA
 - ▶ Sismicità storica
- ▶ PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE
 - ▶ Dati della disaggregazione
- ▶ AZIONE SISMICA
 - ▶ Approccio semplificato: definizione categoria del sottosuolo e categoria topografica
 - ▶ Studio della Risposta Sismica Locale [RSL]
- ▶ STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE
 - ▶ Verifica numerica o evidenziazione dei motivi per i quali si omette la verifica

Sismicità storica nel Comune di Porto Sant'Elpidio

DATABASE MACROSISMICO ITALIANO.
Versione aggiornata è **DBMI15**

CPTI15

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015



Fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Storia sismica di Porto Sant'Elpidio [43.257, 13.761]



Numero di eventi: 14

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
3	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
6	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359	5.09 ±0.09
4-5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
4-5	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5.25 ±0.09
2	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437	5.46 ±0.09
NF	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
4-5	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6 5.29 ±0.09
NF	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6 4.81 ±0.09
NF	2003 05 25 17:15	Zona Ascoli Piceno	92	5 4.15 ±0.18
3-4	2004 12 09 02:44	Zona Teramo	224	5-6 4.18 ±0.09
NF	2005 04 12 00:31	Maceratese	137	4-5 4.16 ±0.14
4	2006 04 10 19:03	Maceratese	211	5 4.51 ±0.10

Fonte:

DBMI11 M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11

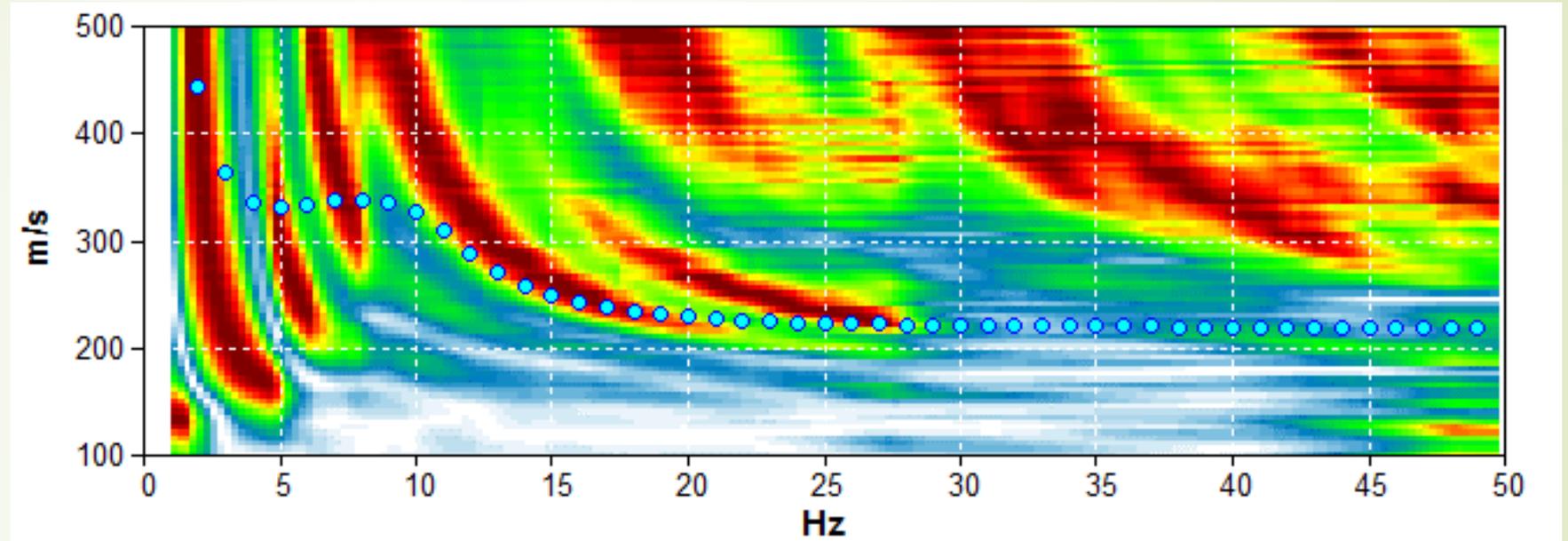
Definizione della pericolosità sismica

1	Tipo di costruzione (1 - 2 - 3)	2
2	Vita Nominale V_N (≤ 10 - ≥ 50 - ≥ 100)	50 anni
3	Classi d'uso in presenza di azioni sismiche (I - II - III - IV)	II
4	Coefficiente d'uso C_u (0,7 - 1,0 - 1,5 - 2,0)	1
5	Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N * C_u$	50 anni



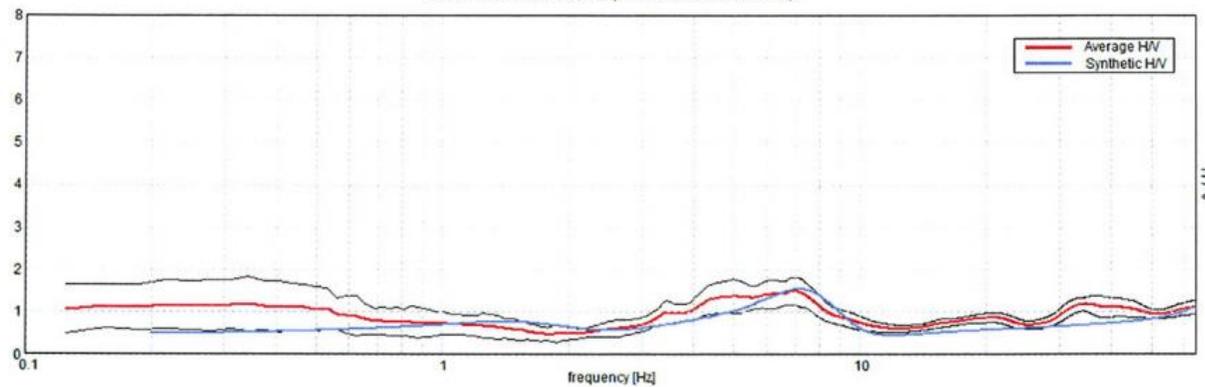
STATO LIMITE	T_R	a_g	F_0	T^*_c	S_s	C_c	S_T
SLO	30	0,047	2,401	0,281	1,50	1,596	1,0
SLD	50	0,060	2,547	0,281	1,50	1,596	1,0
SLV	332	0,181	2,468	0,298	1,43	1,566	1,0
SLC	682	0,236	2,515	0,314	1,34	1,538	1,0
	[anni]	[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]

Valutazione dell'azione sismica (effetti di sito)



6,88 ± 0,29 Hz

Picco H/V a 6.88 ± 0.29 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).





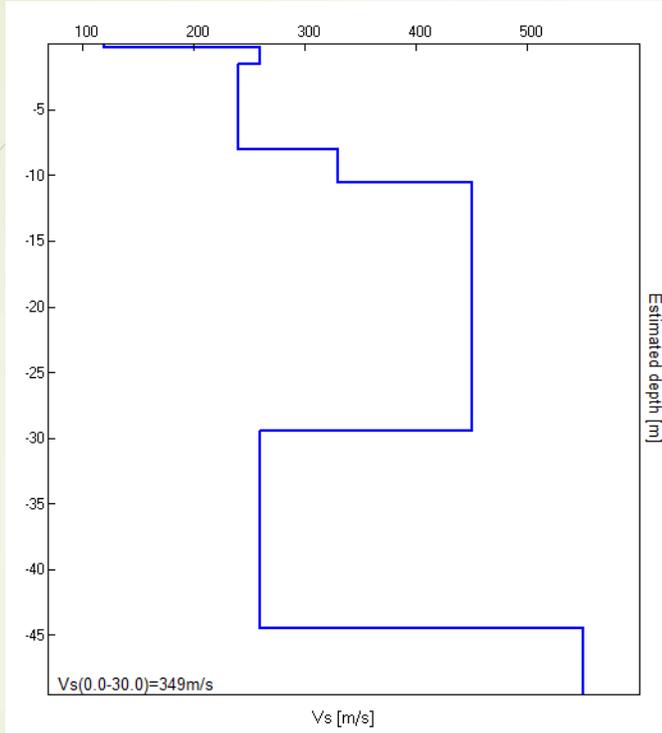
Definizione dell'azione sismica di progetto:

3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Categorie di sottosuolo

Per definire **l'azione sismica di progetto**, si valuta l'effetto della **risposta sismica locale (RSL)**^o mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito e C7.11.3.1). *In assenza* di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica *si può fare riferimento ad un* **approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento** (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle **condizioni topografiche**.

Valutazione degli effetti di sito

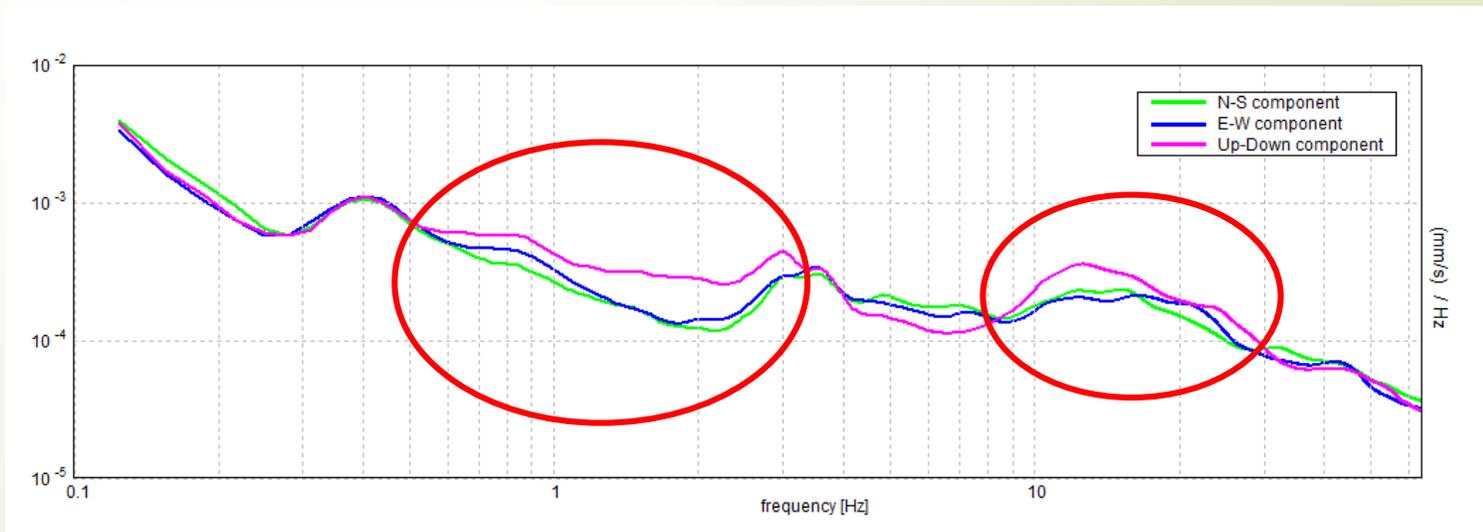
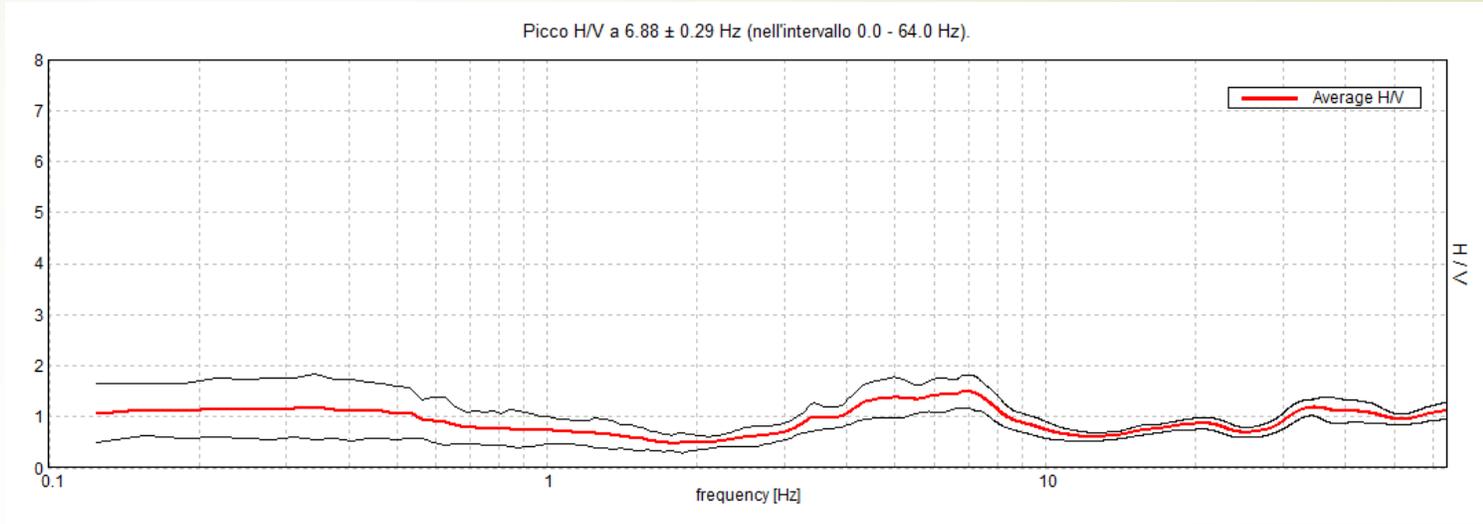


Vs,30 = 349 m/s

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>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.</i>
B	<i>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).</i>
C	<i>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).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di 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).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Valutazione degli effetti di sito



Definizione dell'azione sismica di progetto:

3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Categorie di sottosuolo

Per definire **l'azione sismica di progetto**, si valuta l'effetto della **risposta sismica locale (RSL)**^o mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito e C7.11.3.1). *In assenza* di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica *si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento* (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle **condizioni topografiche**.

Analisi 1D per la valutazione della **risposta sismica locale (RSL)**

Risposta sismica locale

1 Stima dell'accelerazione di base a_g

Definizione dell'input sismico

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 13,73662 LATTITUDINE: 43,29084

Ricerca per comune
 REGIONE: Marche PROVINCIA: Ascoli Piceno

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

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, azioni sismiche possono essere diverse.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$
- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Strategia di progettazione

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	0,047	2,401	0,281
SLD	50	0,060	2,547	0,281
SLV	475	0,181	2,468	0,298
SLC	975	0,236	2,515	0,314

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

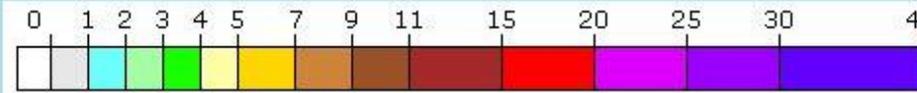
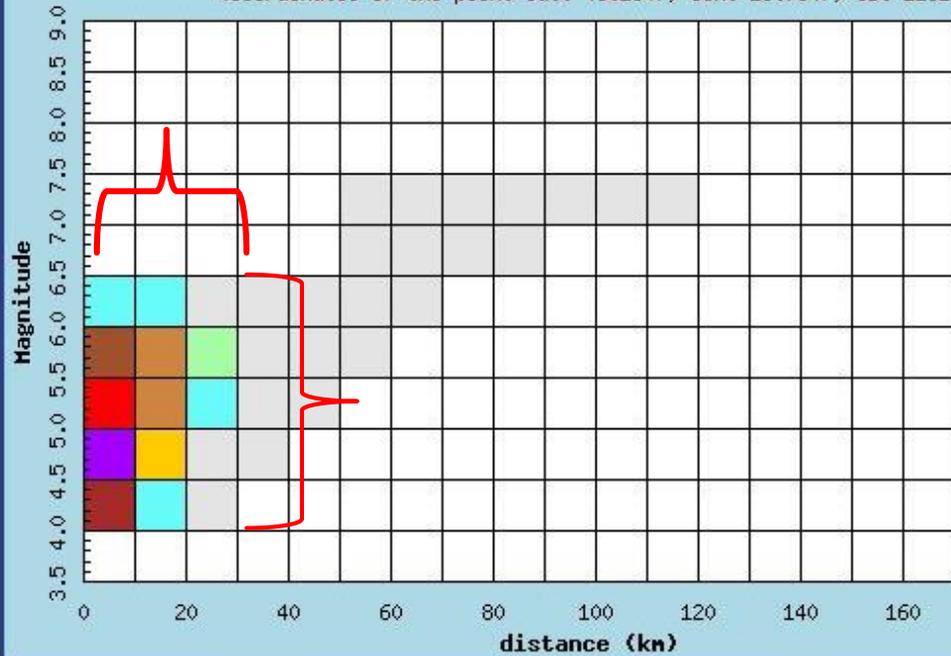
E 1
FASE 2
FASE 3

Risposta sismica locale

2 Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Disaggregation of PGA with probability of exceedance
 of 10% in 50 years

(Coordinates of the point lat: 43.2847, lon: 13.7647, ID: 22315)



Percentual contribution to the hazard

Disaggregation of PGA with probability of exceedance of 10% in 50 years
 (Coordinates of the point lat: 43.2847, lon: 13.7647, ID: 22315)

Distance in km	Magnitude										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.600	25.100	17.800	10.800	1.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.960	6.840	8.390	8.060	1.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.012	0.402	1.320	2.100	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mean values

Magnitude	Distance	Epsilon
5.120	9.000	0.717

TERREMOTO DI SCENARIO

Mean values		
Magnitude	Distance	Epsilon
5.120	9.000	0.717

Risposta sismica locale

2 Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV

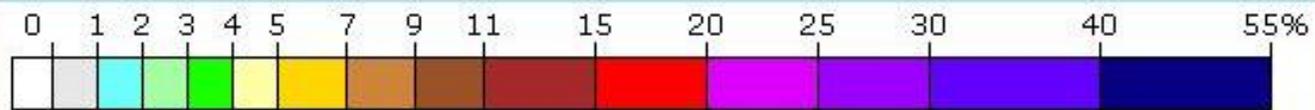
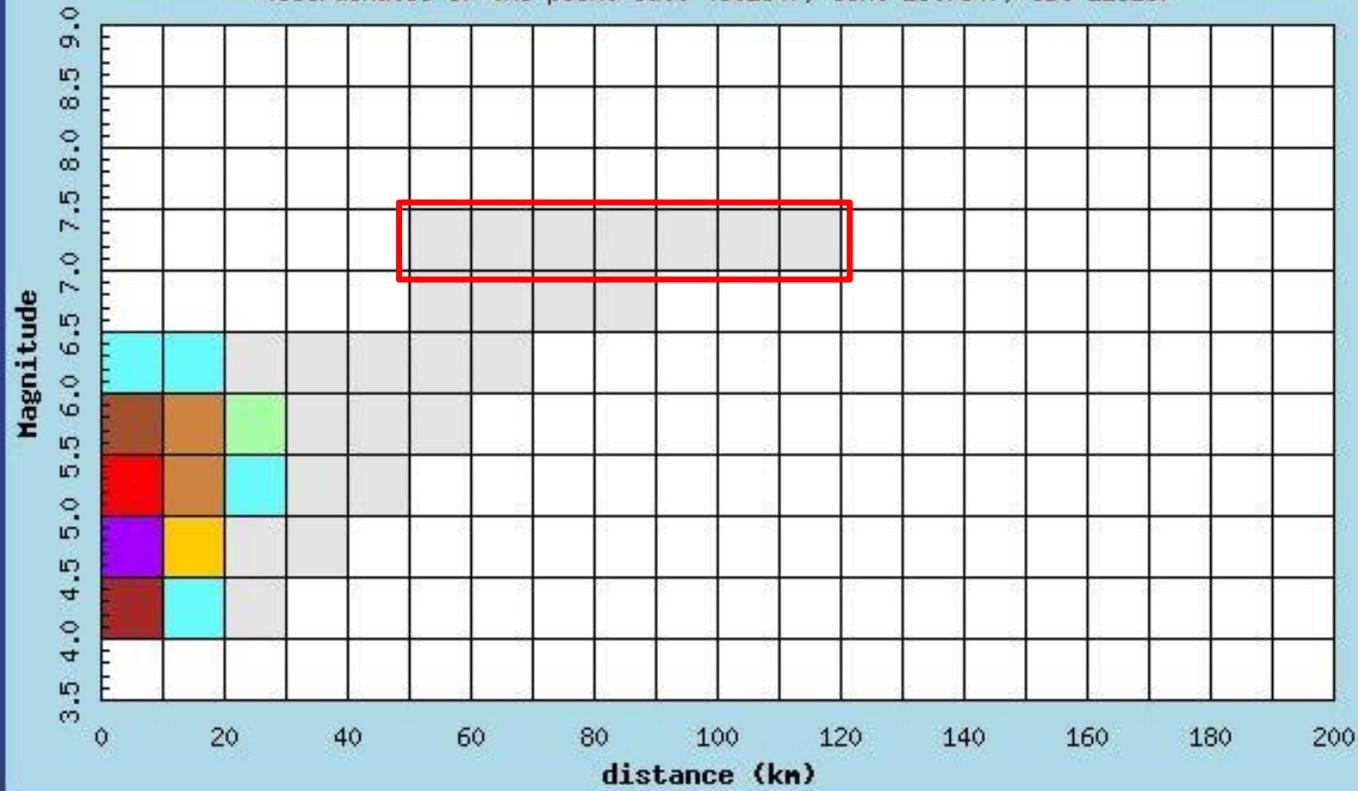
Distance in km	Disaggregation of PGA with probability of exceedance of 10% in 50 years (Coordinates of the point lat: 43.2847, lon: 13.7647, ID: 22315)										
	Magnitude										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.600	25.100	17.800	10.800	1.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.960	6.840	8.390	8.060	1.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.012	0.402	1.320	2.100	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.139	0.564	0.399	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.112	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.051	0.009	0.011	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.032	0.050	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.037	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.022	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mean values		
Magnitude	Distance	Epsilon
5.120	9.000	0.717

0,133% per terremoti di magnitudo 7.0 - 7.5 e range di distanza tra 50 - 110 Km

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregation of PGA with probability of exceedance
of 10% in 50 years

(Coordinates of the point lat: 43.2847, lon: 13.7647, ID: 22315)



Percentual contribution to the hazard

Risposta sismica locale

Riepilogo dei dati necessari per l'estrazione degli input sismici compatibili con le caratteristiche del sito in esame e per l'edificio.

<u>Coordinate del sito (sistema di riferimento ED50)</u>	Latitudine	43,290805
	Longitudine	13,736617
<u>Scelta della strategia di progettazione</u>	Vita Nominale (Vn)	50
	Coefficiente d'uso (Cu)	1
	Stati limite di riferimento	SLD e SLV
<u>Accelerazione orizzontale massima al sito (a_g)</u>	SLV	0.181
	SLD	0.060
<u>Dati di disaggregazione SLD</u>	Magnitudo (M) compresa tra	4.0-6.0
	Distanza (R) compresa tra	0-60
<u>Dati di disaggregazione SLV</u>	Magnitudo (M) compresa tra	4.0-6.5
	Distanza (R) compresa tra	0-30

Risposta sismica locale

Estrazione degli accelerogrammi di input [naturali].

Coordinate sito

Parametri progettuali

Analisi disaggregazione

The screenshot shows the REXEL v 3.5 software interface, titled "Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures". The interface is divided into several sections:

- 1. Target Spectrum:** Includes a dropdown for "Italian Building Code 2008", input fields for "ag [g]" (0.17), "Longitude [°]" (13.736617), and "Latitude [°]" (43.290805). A "Map" button is present.
- 2. Preliminary database search:** Includes dropdowns for "Based on" (M, R), "Database" (Italian Accelerometric Archive), and "Site class" (Same as target spectrum). It also has input fields for "M minimum" (4), "M maximum" (6.5), "R minimum [km]" (0), "R maximum [km]" (30), "T [s]" (1), "Epsilon minimum" (-3), and "Epsilon maximum" (3). A "Check database" button is at the bottom.
- 3. Spectrum matching:** Includes input fields for "Lower tolerance [%]" (10), "Upper tolerance [%]" (30), "T1 [s]" (0.10), and "T2 [s]" (2). A "Plot spectral bounds" button is present.
- 4. Analysis options:** Includes checkboxes for "Scaled records" and "I'm feeling lucky". A "Set size" section has radio buttons for "Individual record", "7 records" (selected), and "30 records". Buttons for "1 component", "2 components", and "3 components" are also present.

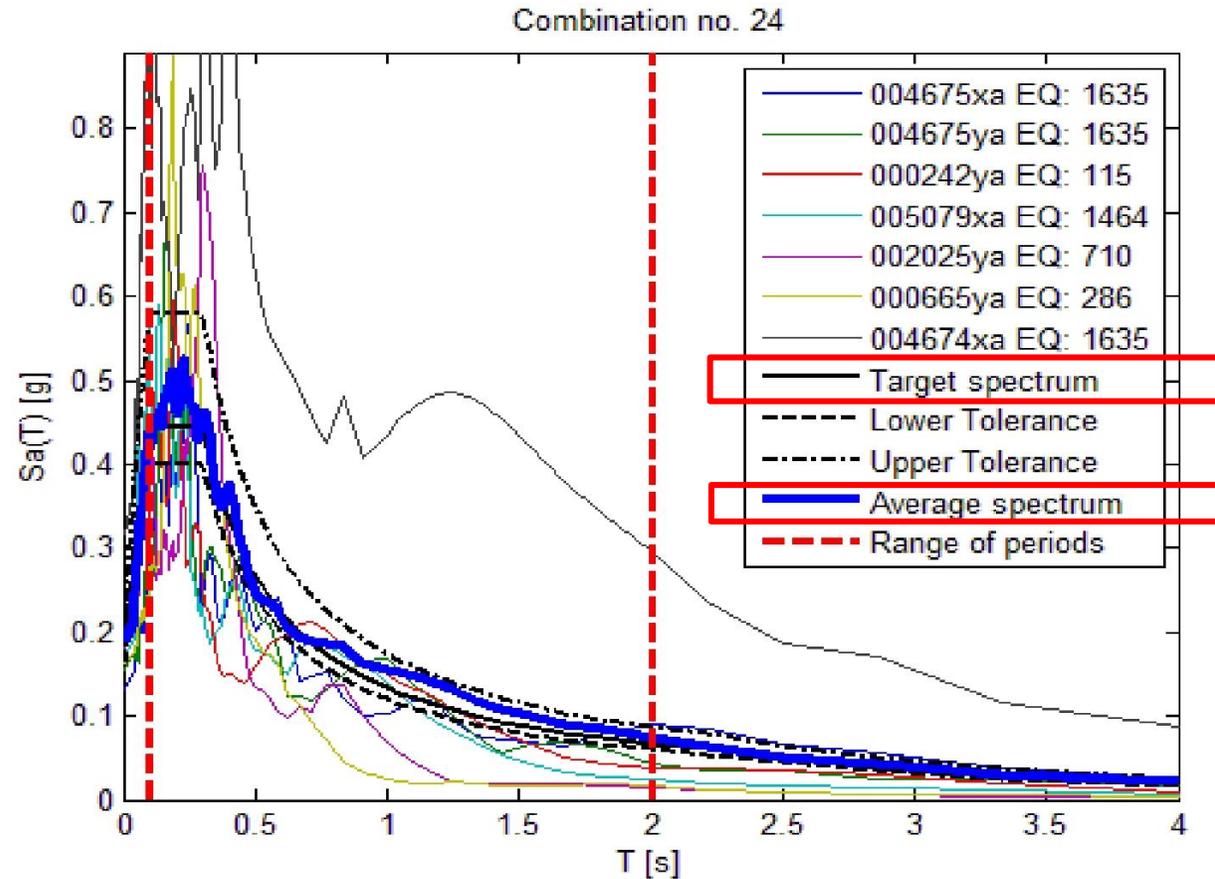
At the top center, the text "REXEL v 3.5" is displayed in large red font. Below it, the subtitle "Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures" and authors "(c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013" are shown. A central graph titled "Acceleration elastic response spectrum" plots $Sa(T)$ [g] against T [s]. The graph shows a "Target Spectrum" (solid blue line), "Lower Tolerance" (dashed black line), "Upper Tolerance" (dotted black line), and "Range of periods" (dashed red lines). The x-axis ranges from 0 to 4 seconds, and the y-axis ranges from 0 to 0.8 g. The target spectrum starts at approximately 0.45 g at 0.1 s and decays towards 0.1 g at 4 s. The tolerance bounds are wider at shorter periods and narrow as the period increases.

Risposta sismica locale

Scelta degli Accelerogrammi di input [naturali].

ELENCO DEGLI EVENTI SISMICI SELEZIONATI

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance (km)	PGA_X (m/s ²)	PGA_Y (m/s ²)	PGA_Z (m/s ²)	PGV_X (m/s)	PGV_Y (m/s)	PGV_Z (m/s)	ID_X	ID_Y	ID_Z	EC8 Site class
4675	1635	ST2487	South Iceland	17/06/2000	6,5	strike slip	13	1,2916	1,5325	1,126	0,1611	0,101	0,0544	4,8619	7,669	12,0775	A
4675	1635	ST2487	South Iceland	17/06/2000	6,5	strike slip	13	1,2916	1,5325	1,126	0,1611	0,101	0,0544	4,8619	7,669	12,0775	A
242	115	ST225	Valnerina	19/09/1979	5,8	normal	5	1,5095	2,0121	1,6011	0,0758	0,1401	0,0578	14,576	4,3377	9,137	A
5079	1464	ST2552	Mt. Hengill Area	04/06/1998	5,4	strike slip	6	1,702	1,332	0,6144	0,1091	0,0506	0,0268	5,3469	5,526	10,6862	A
2025	710	ST1357	Kremidia (aftershock)	25/10/1984	5	?	16	1,7272	1,7658	0,9532	0,0919	0,084	0,0295	8,7607	9,5544	22,7694	A
665	286	ST238	Umbria Marche	26/09/1997	6	normal	21	1,8296	1,5949	0,7392	0,1007	0,0808	0,0352	7,8592	13,3847	12,633	A
4674	1635	ST2486	South Iceland	17/06/2000	6,5	strike slip	5	3,1176	3,3109	2,6815	0,6122	0,2377	0,1432	4,0709	9,8457	7,7805	A
mean:					5,95714		11,28571429	1,7813	1,868671429	1,263057143	0,18741429	0,1136	0,05732857	7,1911	8,28378571	12,4516	



Risposta sismica locale

Analisi 1D

The image displays a software interface for seismic analysis, showing a soil profile and motion input settings. The interface is divided into several windows and panels.

Soil Profile Window: Shows a table of soil layers with the following data:

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1 0.00	1.50	limi sabbiosi	260.00
2 1.50	7.00	sabbia	240.00
3 8.50	3.10	limi argilloso sabbiosi	330.00
4 11.60	10.40	ghiaia e sabbia	450.00
5 22.00	22.50	argille limose	260.00
6 44.50	20.00	argille sovraconsolidate	550.00
7 64.50	Half-Space	Bedrock	800.00

Motion Input Location: Specify the location to input the motion(s): 44.5

Input Motions: A table of input motions with the following data:

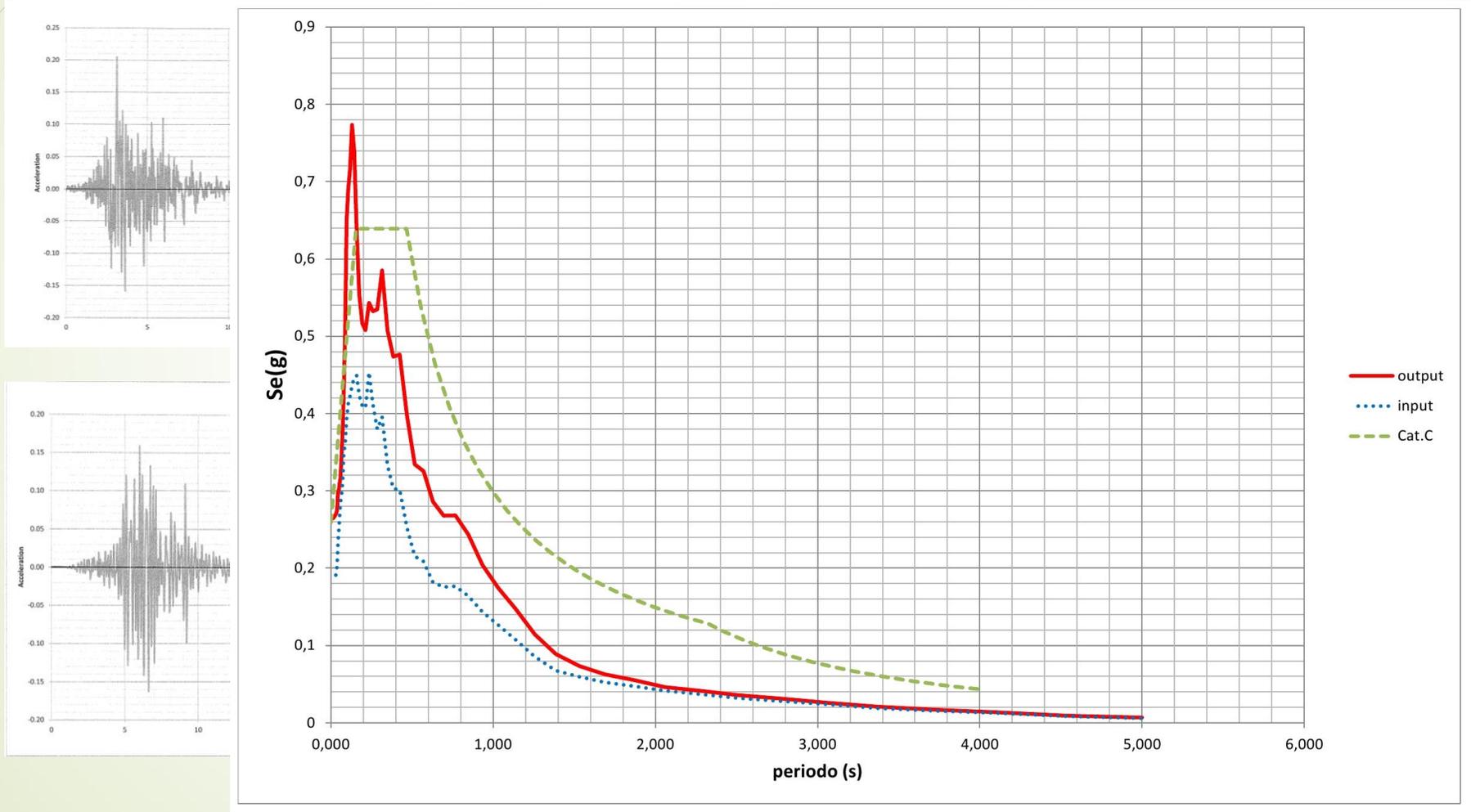
	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\000242ya_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	12.39	0.89
2	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\000665ya_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	9.00	1.12
3	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\002025ya_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	8.58	1.02
4	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\004674xa_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	34.91	0.57
5	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\004675xa_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	22.27	1.38
6	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\004675ya_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	11.68	1.16
7	<input checked="" type="checkbox"/>	dati input strata\005079xa_record_NORMALIZZATO.txt	Outcrop	0.18	11.46	1.05

The PGA (g) column in the Input Motions table is highlighted with a red box.

Risposta sismica locale

Analisi 1D – Dati forniti.

- Accelerogrammi di output (SLD e SLV) in formato grafico e tabellare.
- Spettri di risposta elastici (SLD e SLV)



Stabilità nei confronti della liquefazione

NTC 2008 § 7.11.3.4

- ▶ *‘La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:*
 1. *Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;*
 2. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;*
 3. *profondità medio stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
 4. *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
 5. *Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.*

Quando le condizioni 1 e 2 non risultano soddisfatte, le indagini devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3,4 e 5'

► Eventi sismici attesi: M pari a 5,12

Distance in km	Disaggregation of PGA with probability of exceedance of 10% in 50 years (Coordinates of the point lat: 43.2847, lon: 13.7647, ID: 22315)										
	Magnitude										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.600	25.100	17.800	10.800	1.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.960	6.840	8.390	8.060	1.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.012	0.402	1.320	2.100	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.139	0.564	0.399	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.112	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.051	0.009	0.011	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.032	0.050	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.037	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.022	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mean values		
Magnitude	Distance	Epsilon
5.120	9.000	0.717

Mean values		
Magnitude	Distance	Epsilon
5.120	9.000	0.717

► $a_g: 0,181 \text{ g}$

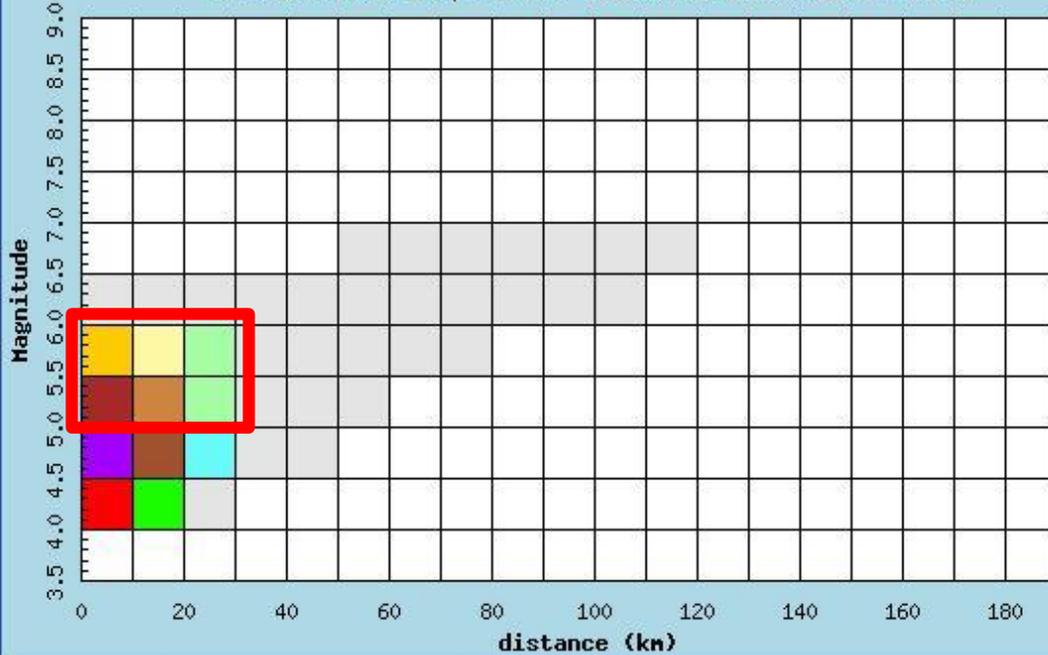
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,047	2,401	0,281
SLD	50	0,060	2,547	0,281
SLV	475	0,181	2,468	0,298
SLC	975	0,236	2,515	0,314

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Disaggregation of PGA with probability of exceedance
 of 10% in 50 years

(Coordinates of the point lat: 44.8649, lon: 11.3048, ID: 15176)



Percentual contribution to the hazard

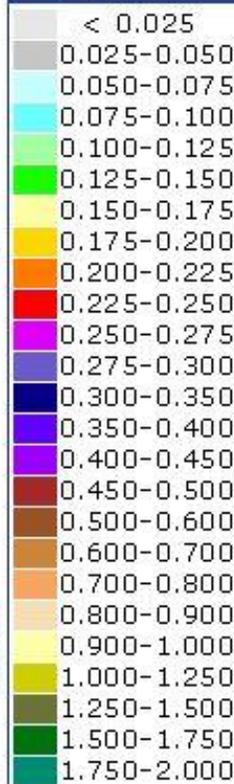
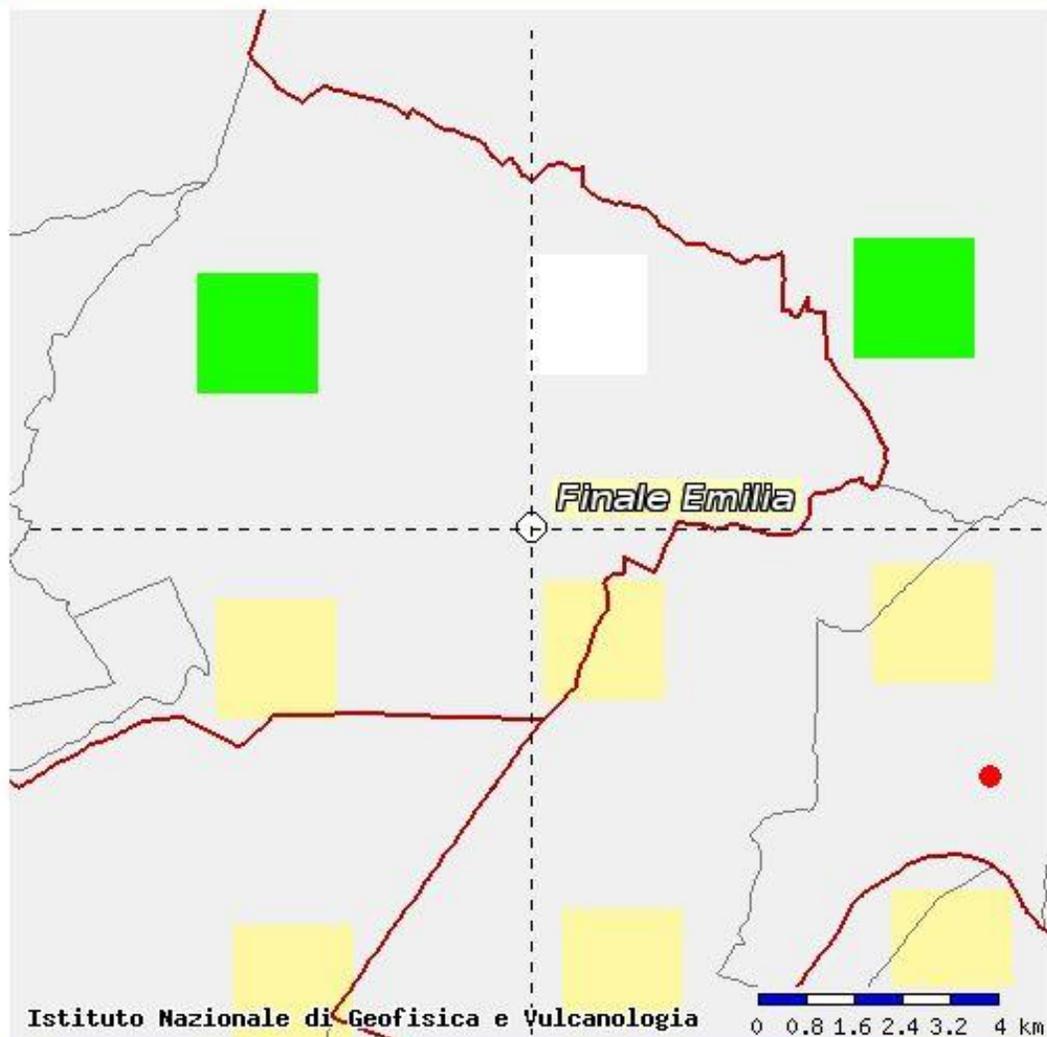
Disaggregation of PGA with probability of exceedance of 10% in 50 years
 (Coordinates of the point lat: 44.8661, lon: 11.3753, ID: 15177)

Distance in km	Magnitude										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	17.100	28.400	13.800	5.840	0.636	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.610	8.880	7.130	4.610	0.639	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.346	1.680	2.230	2.110	0.362	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.170	0.660	0.898	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.106	0.297	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.005	0.091	0.041	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.041	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.026	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mean values		
Magnitude	Distance	Epsilon
4.950	9.390	0.528

Terremoti con $M > 5.0 = 39,83\%$

Interactive Seismic Hazard Maps



Instruments

- Back to the start map
- Redraw map
- Zoom In
- Zoom Out
- Recenter on the point
- Graph on the grid point
- Disaggregation graph

Navigation

Scale: (Allowed range: 50.000 - 7.909.000)

Scale:

Coordinates of the map center

Latitude:

Longitude:

Search Municipality

The name

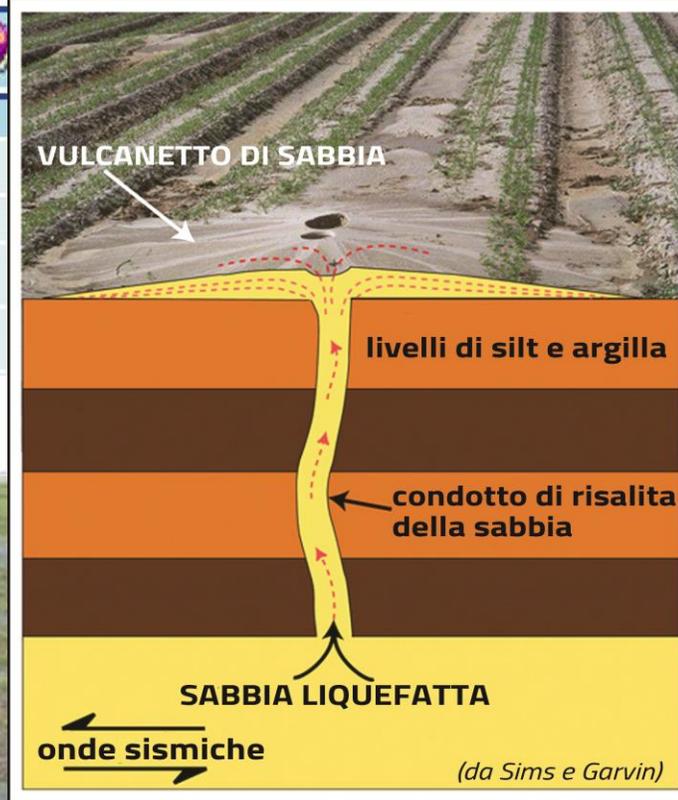
contains:

Highlight Municipality

Finale Emilia

Map selection

<input checked="" type="checkbox"/>	Show the grid points with the value of:	Shaking parameter:	Probability in 50 years:	Percentile:	Spectral Period (sec):
<input type="checkbox"/>	Redraw map	PGA ▾	10% ▾	50 ▾	▾



➤ Profondità media stagionale della falda: 2,0 m dal p.c.

PROVA SPT 1 – TABELLA DI SINTESI

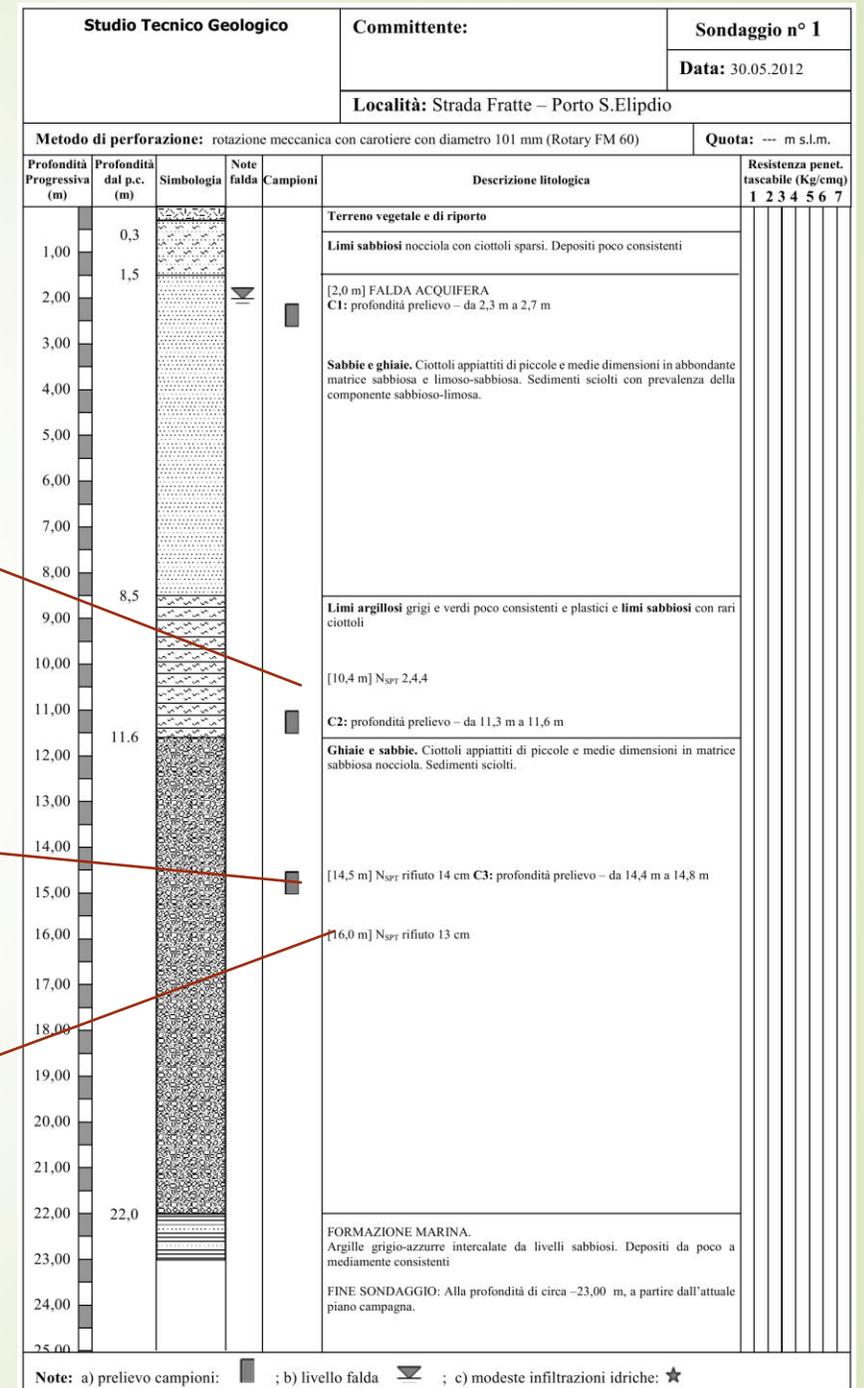
Cantiere: Comune di Porto S.Elpidio (FM)		N° Sondaggio: 1		
Località: strada Pescolla		Data: 30.5.2012		
ATTREZZATURA IMPIEGATA				
Campionatore: Raymond a punta aperta in acciaio indurito				
Peso del maglio: 63,5 Kg				
Altezza caduta libera: 760 mm				
Dimensione e peso delle aste:				
Meccanismo di infissione: Dispositivo con sganciamento automatico tipo <i>Pilcon</i>				
DATI DELLA PROVA				
PEN. PRELIMINARE		PEN. EFFETTIVA		NOTE ⁽¹⁾
PROFONDITA' (m dal p.c.)	FALDA (m dal p.c.)	INFISSIONE (cm)	N _{SPT} (N° colpi)	
10,40	2,00	15	2	30 4+4=8
DESCRIZIONE DEI TERRENI				
Limi argilloso-sabbiosi.				

PROVA SPT 2 – TABELLA DI SINTESI

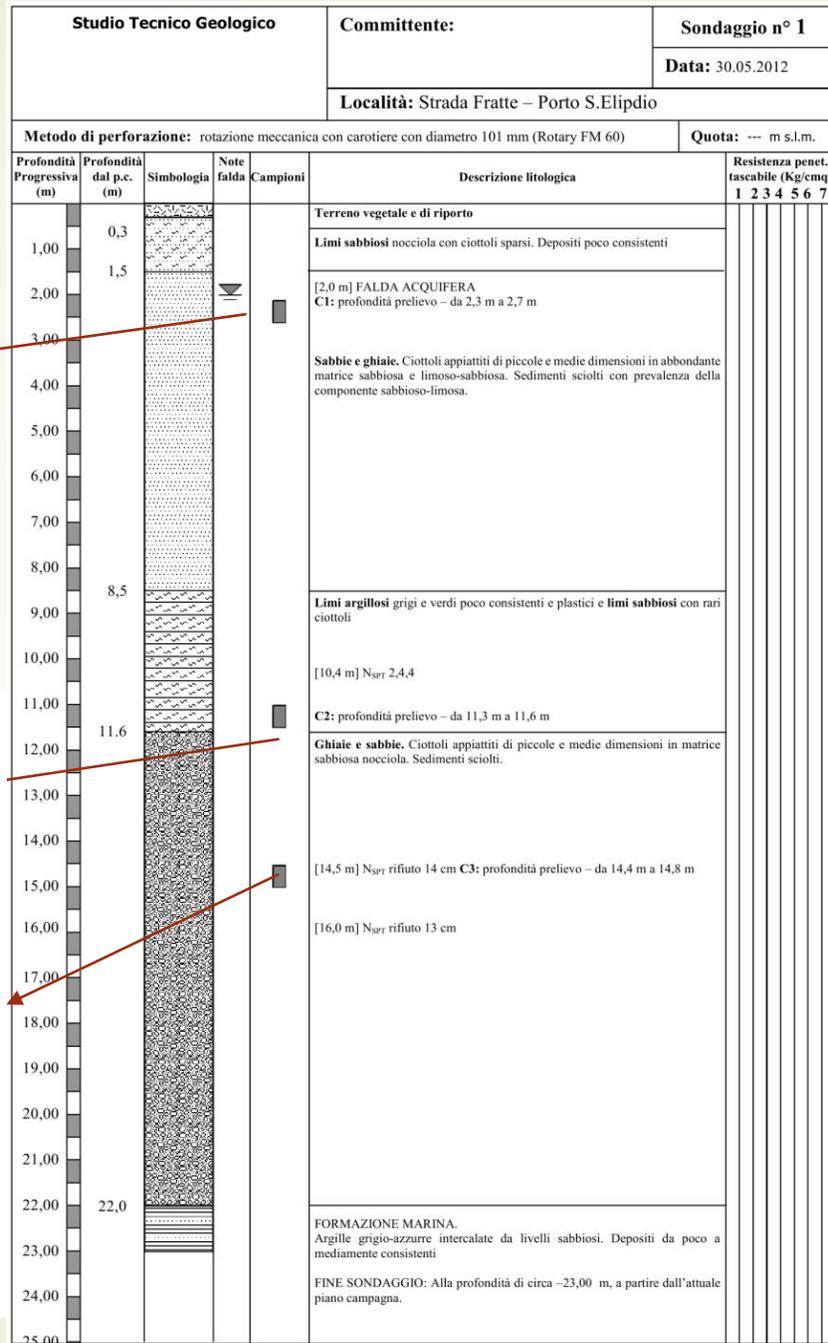
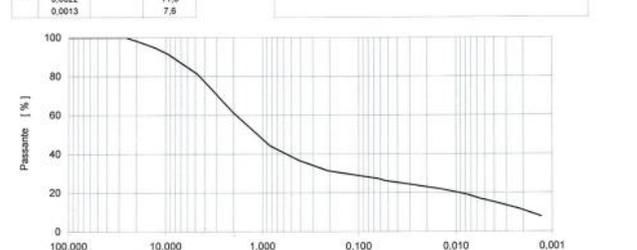
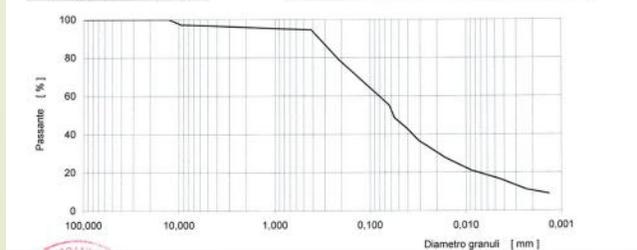
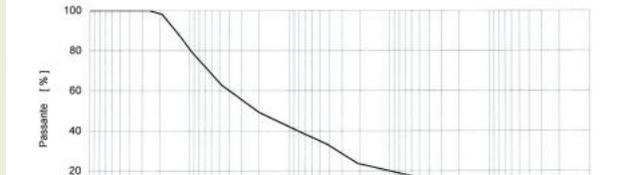
Cantiere: Comune di Porto S.Elpidio (FM)		N° Sondaggio: 1		
Località: strada Fratte		Data: 30.05.2012		
ATTREZZATURA IMPIEGATA				
Campionatore: Raymond a punta chiusa in acciaio indurito, φ 50 mm, lunghezza di 60 cm				
Peso del maglio: 63,5 Kg				
Altezza caduta libera: 760 mm				
Dimensione e peso delle aste:				
Meccanismo di infissione: Dispositivo con sganciamento automatico tipo <i>Pilcon</i>				
DATI DELLA PROVA				
PEN. PRELIMINARE		PEN. EFFETTIVA		NOTE ⁽¹⁾
PROFONDITA' (m dal p.c.)	FALDA (m dal p.c.)	INFISSIONE (cm)	N _{SPT} (N° colpi)	
14,50	2,0	15	Rifiuto a 14 cm	
DESCRIZIONE DEI TERRENI				
Ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa.				

PROVA SPT 3 – TABELLA DI SINTESI

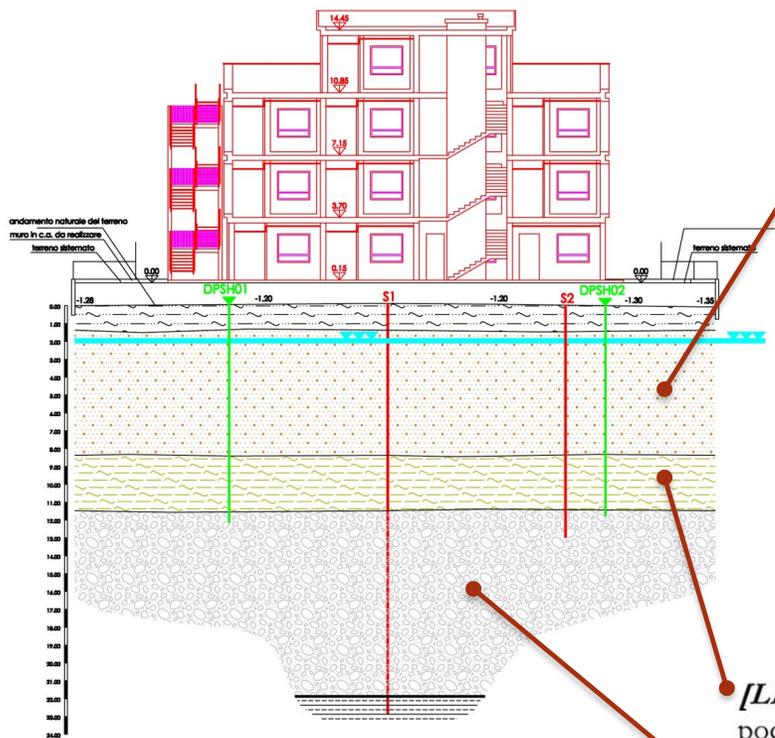
Cantiere: Comune di Porto S.Elpidio (FM)		N° Sondaggio: 1		
Località: strada Fratte		Data: 30.05.2012		
ATTREZZATURA IMPIEGATA				
Campionatore: Raymond a punta chiusa in acciaio indurito, φ 50 mm, lunghezza di 60 cm				
Peso del maglio: 63,5 Kg				
Altezza caduta libera: 760 mm				
Dimensione e peso delle aste:				
Meccanismo di infissione: Dispositivo con sganciamento automatico tipo <i>Pilcon</i>				
DATI DELLA PROVA				
PEN. PRELIMINARE		PEN. EFFETTIVA		NOTE ⁽¹⁾
PROFONDITA' (m dal p.c.)	FALDA (m dal p.c.)	INFISSIONE (cm)	N _{SPT} (N° colpi)	
16,0	2,0	15	Rifiuto a 13 cm	
DESCRIZIONE DEI TERRENI				
Ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa.				



Prove di laboratorio: distribuzione granulometrica



SEZIONE X-X



[LITOTIPO C] Sabbie e ghiaie. (prof. 1,50-8,50 ml p.c.) depositi sciolti costituiti da ciottoli eterometrici e appiattiti di piccole dimensioni in abbondante matrice sabbiosa e limoso-sabbiosa.

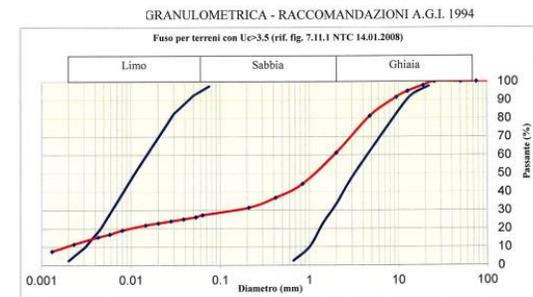
Per tale orizzonte esame la verifica a liquefazione può esser omessa poiché almeno una delle condizioni previste al punto 7.11.3.4.2 del D.M. 14.01.2008 viene soddisfatta. Difatti viene soddisfatta la condizione al punto 5): *distribuzione granulometrica esterna (in parte) alla zona indicata nella fig. 7.11(b) in quanto terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.* (Rif. Certificato analisi granulometriche allegato - S1, Campione 1 prof. 2,30-2,70 m)

[LITOTIPO D] Limi argillosi (prof. 8,50-11,60 ml p.c.) e limi sabbiosi grigi e verdi poco consistenti e plastici;

[LITOTIPO E] Ghiaie e sabbie. (prof. 11,60-22,00* ml p.c.) depositi sciolti costituiti da ciottoli prevalenti in matrice sabbiosa.

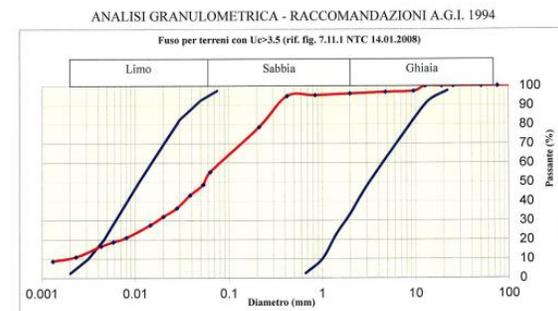
* (dato reperito)

Per tali litotipi emerge che nessuna delle condizioni previste al punto 7.11.3.4.2 delle NTC 2008 viene soddisfatta. Quindi, in tali condizioni, si rende necessario valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione sia per il livello limoso-argilloso-sabbioso, sia per il sottostante corpo ghiaioso-sabbioso addensato (la curva granulometrica è pressochè interna ai fusi critici). Tale verifica è stata effettuata utilizzando i dati derivanti dalle prove SPT in foro e dai tests penetrometrici dinamici DPSH, con il metodo semplificato di Seed e Idris (1982).



$D_{10} = 2 \text{ mm}$
 $D_{60} = 0.00200 \text{ mm}$
 $U_c = 1000.0$

SONDAGGIO 1
 CAMPIONE 1
 Profondità 14,4-14,8 m



$D_{10} = 0.08 \text{ mm}$
 $D_{60} = 0.00200 \text{ mm}$
 $U_c = 40.0$

SONDAGGIO 1
 CAMPIONE 2
 Profondità 11,3-11,6 m

[LITOTIPO D] *Limi argillosi e limi sabbiosi* Coeff. di liquefazione = 0,69 < 1,3

L'orizzonte di terreno in oggetto risulta **liquefacibile** per un terremoto di intensità pari a quello atteso nella zona sismica di Porto S. Elpidio.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (da prove dinamiche SPT) Metodo semplificato Metodo di Seed e Idriss (1982)				
PARAMETRI				
γ	= 1.9	g/cm ³	R= Resistenza al taglio mobilizzata T= Sforzo di taglio indotto dal sisma d ₅₀ = Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%	
σ_{vo}	= 1.98	kg/cm ²		
σ'_{vo}	= 1.14	kg/cm ²		
profondità della prova	= 1040	cm		
N _{SPT}	= 8			
profondità falda	= 200	cm		
γ_{H_2O}	= 1	g/cm ³		
Pressione neutra	= 0.840	kg/cm ²		
z	= 10.4	m		
FORMULE:		RISULTATI:		
Na	= (N _{SPT} * (1.7 * (σ _{vo} / 0.7)) + N _i)	= 14.90740741	Na	
N _i	= 7.5			
R	= Na / 90	= 0.16563786	R	
T	= 0.65 * ((a _{max} / g) * (σ _{vo} / σ'_{vo})) * r	= 0.238563732	T	
a _{max} / g	= 0.25			
r	= 0.844			
1.3	≤ F _s = R / T	Sabbie sature	= 0.69431283	Liquefacibile

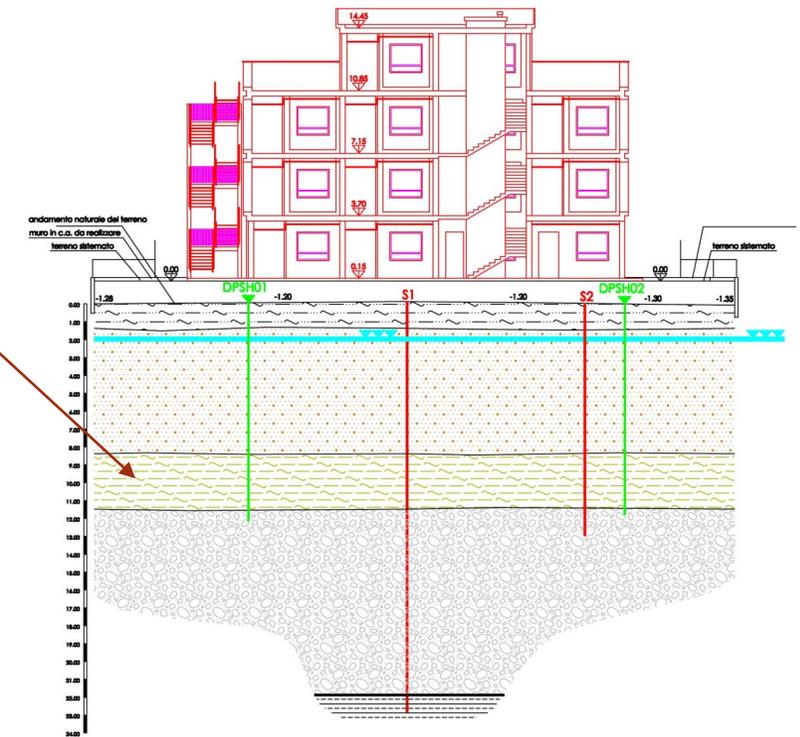
[LITOTIPO E] *Ghiaie e sabbie*

Coeff. di liquefazione = 2,12 > 1,3

L'orizzonte di terreno in oggetto **non risulta liquefacibile** per un terremoto di intensità pari a quello atteso nella zona sismica di Porto S. Elpidio.

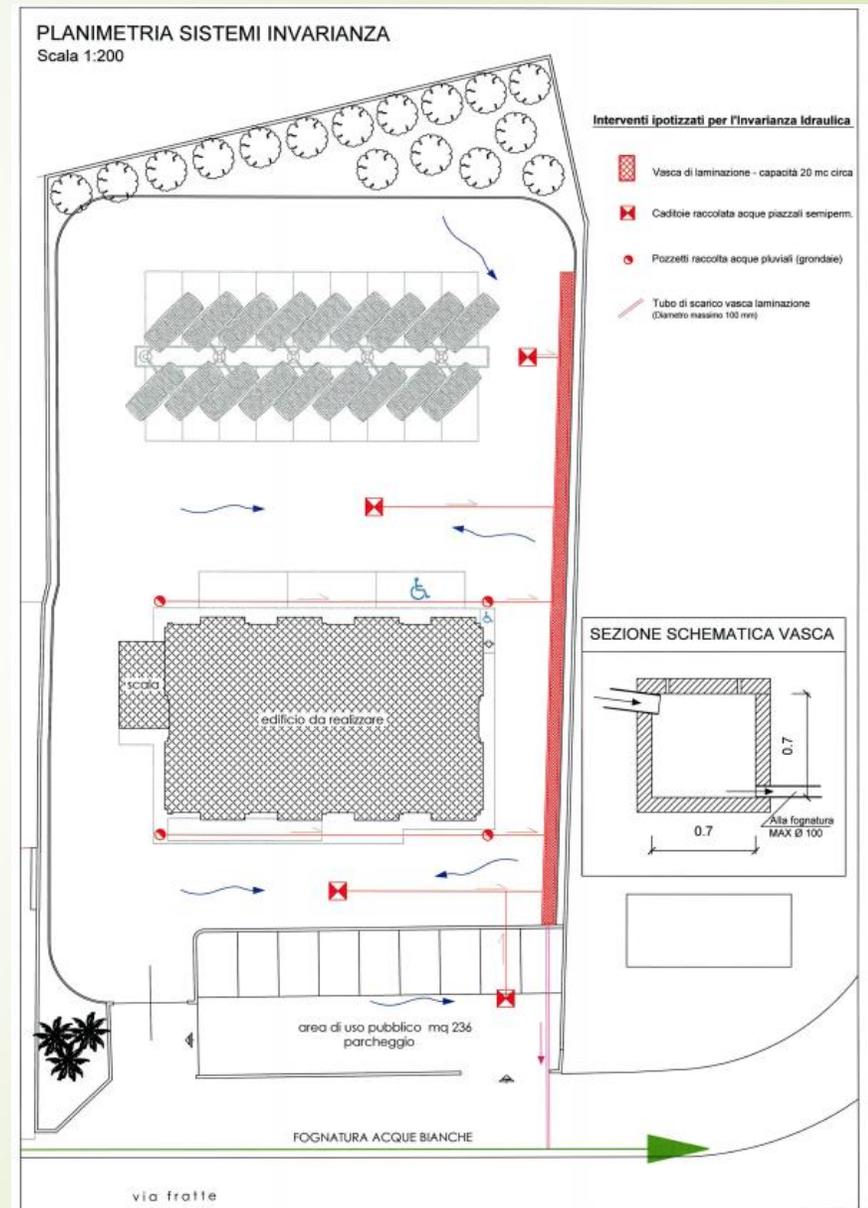
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (da prove dinamiche SPT) Metodo semplificato Metodo di Seed e Idriss (1982)				
PARAMETRI				
γ	= 1.9	g/cm ³	R= Resistenza al taglio mobilizzata T= Sforzo di taglio indotto dal sisma d ₅₀ = Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%	
σ_{vo}	= 3.04	kg/cm ²		
σ'_{vo}	= 1.64	kg/cm ²		
profondità della prova	= 1600	cm		
N _{SPT}	= 50			
profondità falda	= 200	cm		
γ_{H_2O}	= 1	g/cm ³		
Pressione neutra	= 1.400	kg/cm ²		
z	= 16	m		
FORMULE:		RISULTATI:		
Na	= (N _{SPT} * (1.7 * (σ _{vo} / 0.7)) + N _i)	= 43.82478632	Na	
N _i	= 7.5			
R	= Na / 90	= 0.48694207	R	
T	= 0.65 * ((a _{max} / g) * (σ _{vo} / σ'_{vo})) * r	= 0.228926829	T	
a _{max} / g	= 0.25			
r	= 0.76			
1.3	≤ F _s = R / T	Sabbie sature	= 2.127064232	Verificato F _s

SEZIONE X-X



La valutazione del rischio di liquefazione: metodo empirico basato su prove in sito [Seed ed Idriss] Stima di due variabili: **FSL=CRR/CSR - Cyclic Resistance Ratio** capacità del terreno di resistere alla liquefazione/**Cyclic Stress Ratio** sollecitazione sismica indotta dall'azione sismica.

Verifica per l'invarianza idraulica – L.R. 22/2011 Art.10, comma 4



Grazie per l'attenzione

**TANTI AUGURI DI BUON NATALE
e
FELICE ANNO NUOVO**

