

COMUNE DI FOLIGNO

PROVINCIA DI PERUGIA

Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica e studio di
microzonazione sismica per un piano attuativo di iniziativa privata
comparto Z.T.O. UC/ERM Loc. Curasci

INTEGRAZIONI

Committenti: Marzi Gaetano, Giansante Paola, Tulli Silvana

Località: Curasci

Il geologo: Dott.ssa Geol. Paola Baronci



PREMESSA

Come da richiesta di integrazioni presentata dal Comune di Foligno si producono le sezioni geologiche del sito realizzate lungo le linee di massima pendenza, passanti per gli edifici.

Ai fine di raggiungere una maggior completezza per lo studio di microzonazione sismica di livello 2 si producono, inoltre, ulteriori carte eseguite secondo gli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.).

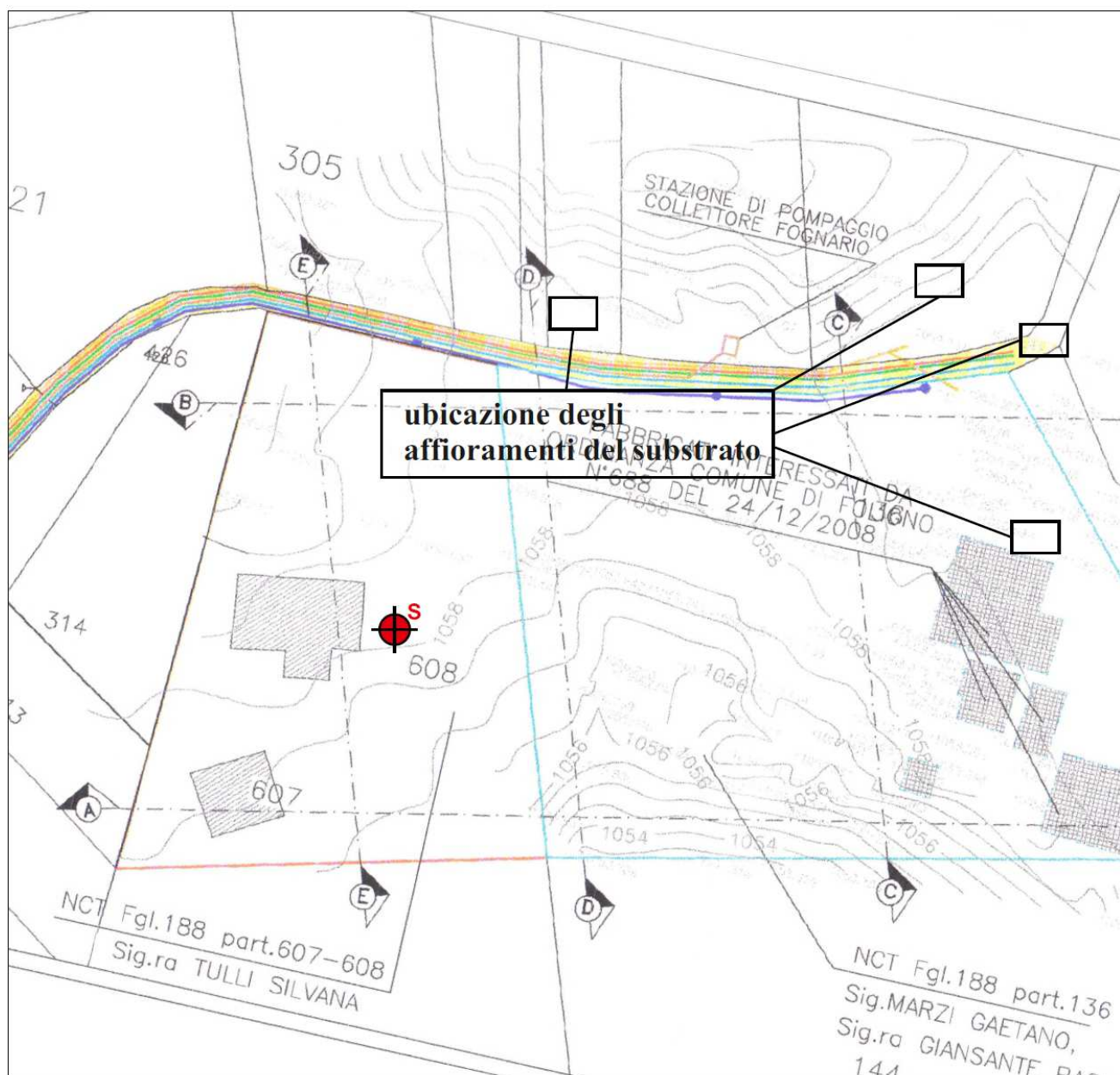
Le carte realizzate sono le seguenti:

- carta delle indagini raccolte;
- carta delle indagini realizzate;
- carta delle indagini totali;
- carta geologico tecnica;
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica;
- carta di microzonazione sismica - Livello 2.

I risultati ottenuti risultano ricavati da un’analisi del territorio fatta attraverso l’integrazione di dati esistenti e di nuove indagini (misure di microtremori).

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle indagini raccolte
scala 1:500



Legenda

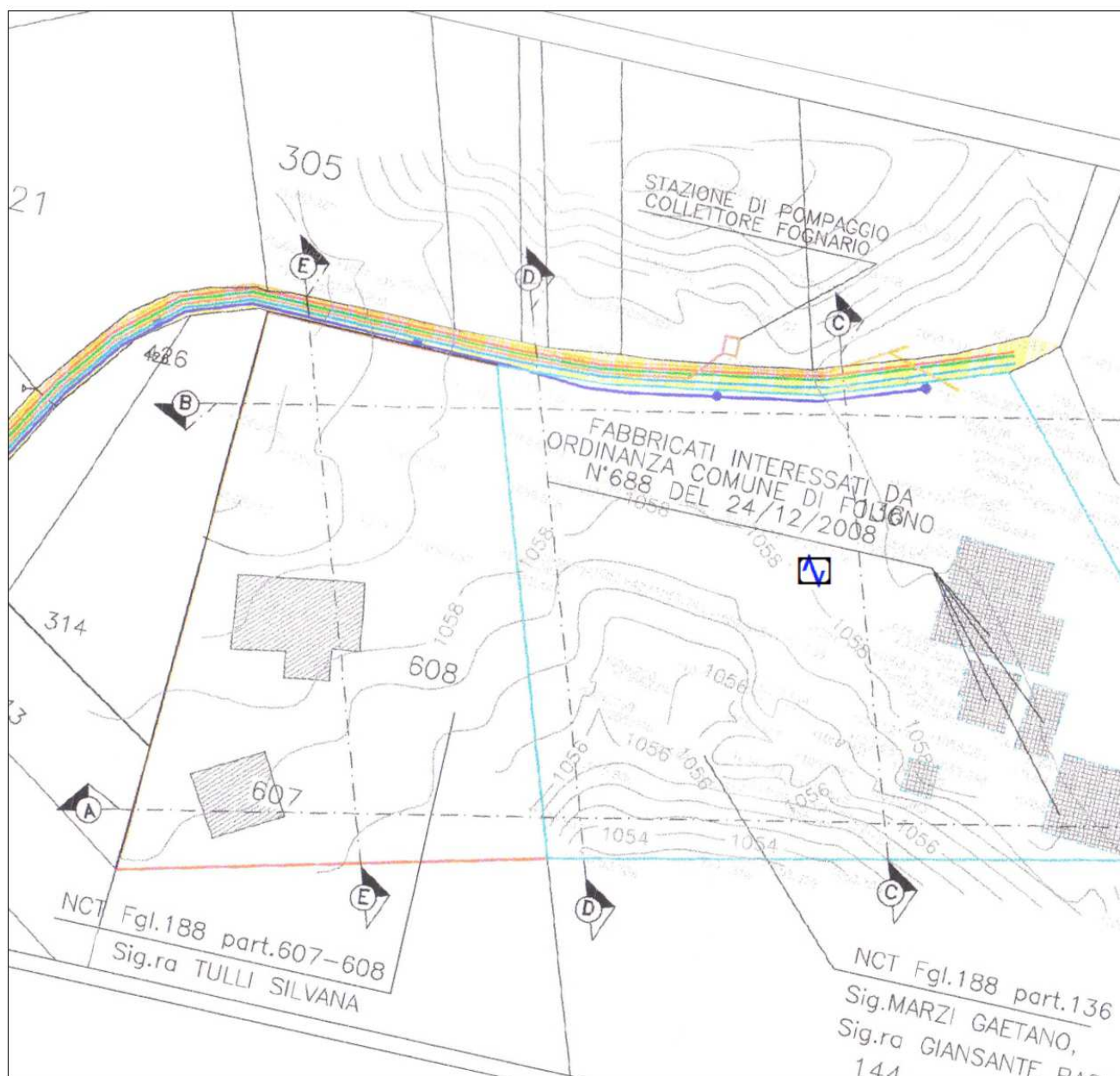
indagini puntuali



Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle indagini proposte
scala 1:500



Legenda

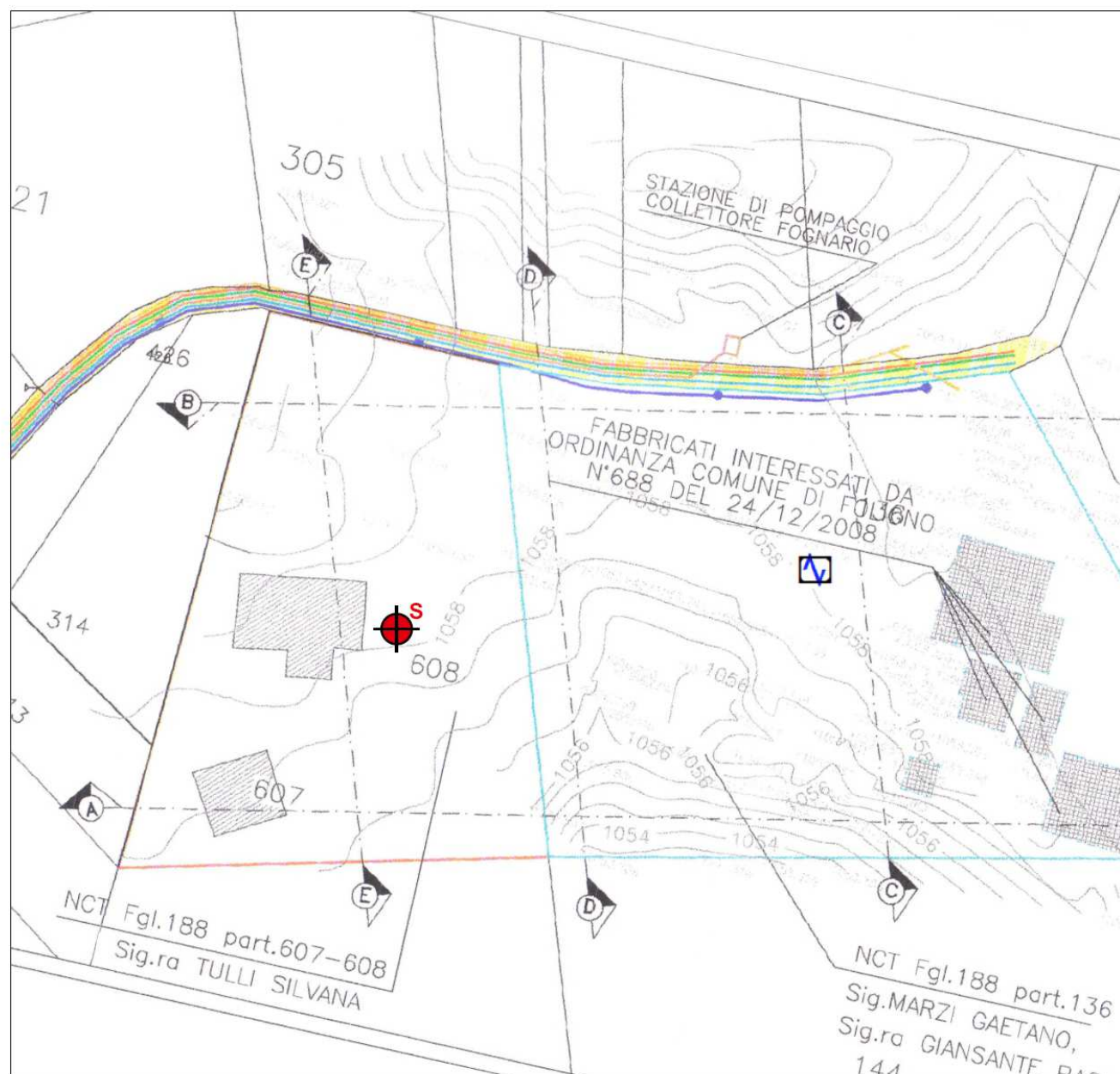
indagini puntuali



Stazione microtremore a stazione singola

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle indagini totali
scala 1:500



Legenda

indagini puntuali



Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato

Stazione microtremore a stazione singola

CARTA GEOLOGICO TECNICA E SEZIONI

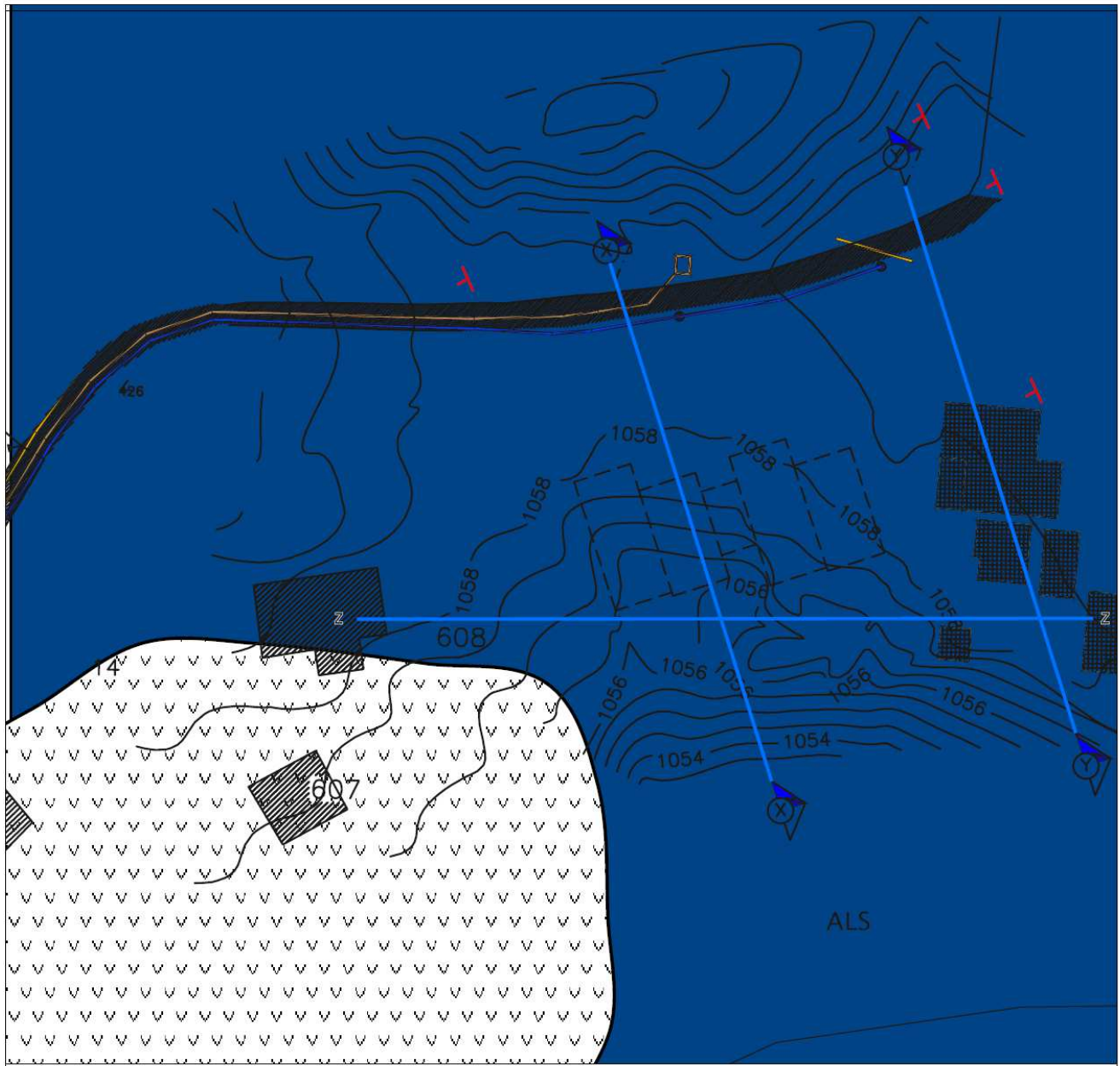
Le nuove indagini realizzate nell'ambito dello studio di microzonazione, e la raccolta delle indagini disponibili, hanno portato ad alcune modifiche della carta geologica originaria derivanti dalla maggiore accuratezza dei dati oggi a disposizione.

Di seguito si riporta la carta geologico-tecnica rielaborata sulla base dei dati acquisiti.

Le modifiche più sostanziali riguardano la presenza di fenomeni di instabilità al di fuori del sito in esame.

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta geologico tecnica
scala 1:500



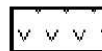
Legenda

Substrato geologico rigido o non rigido



Alternanza di litotipi, stratificato.

Instabilità di versante



Frana di scorrimento di attività non definita.

Elementi tettonico strutturali



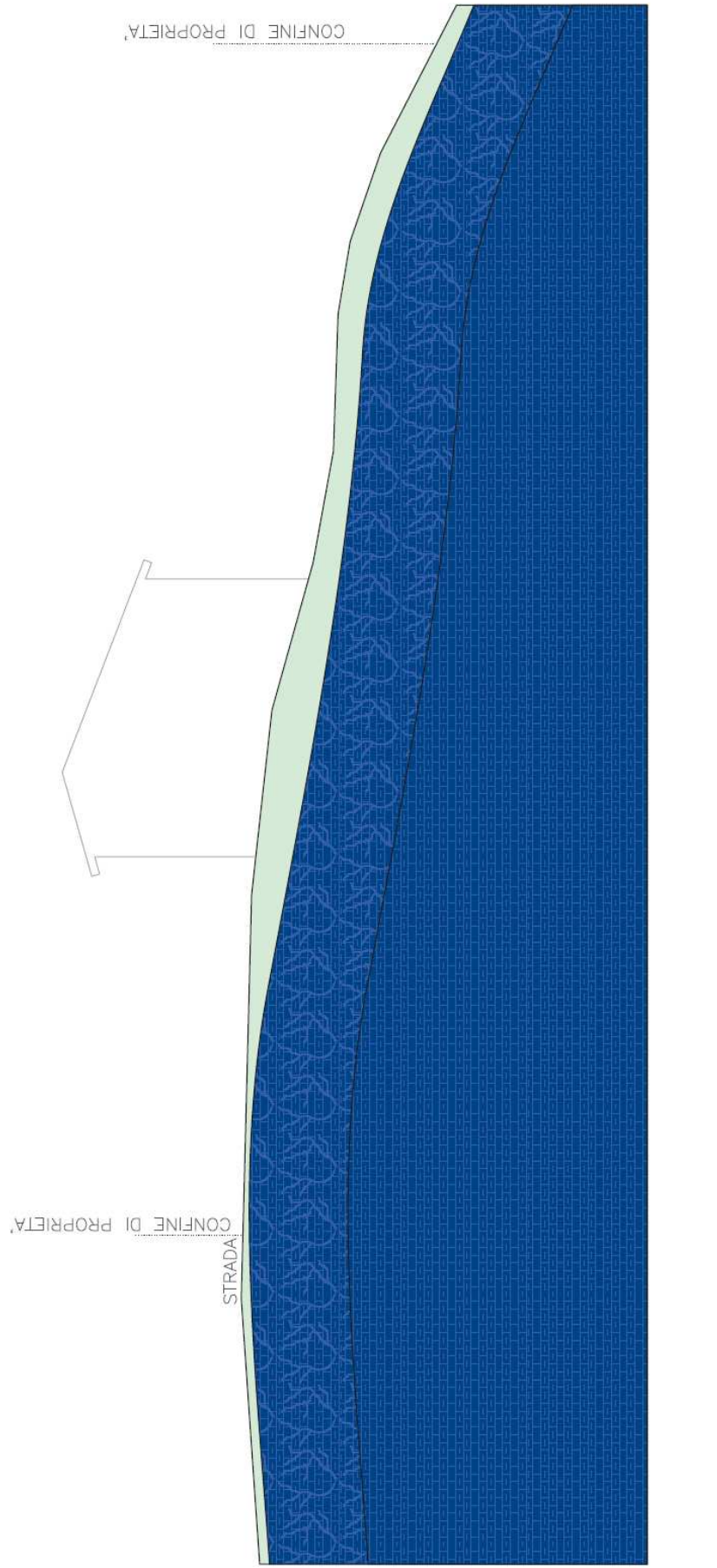
Traccia della sezione litostratigrafica rappresentativa



Giacitura degli strati

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezione geologica X-X
scala 1:200



Legenda

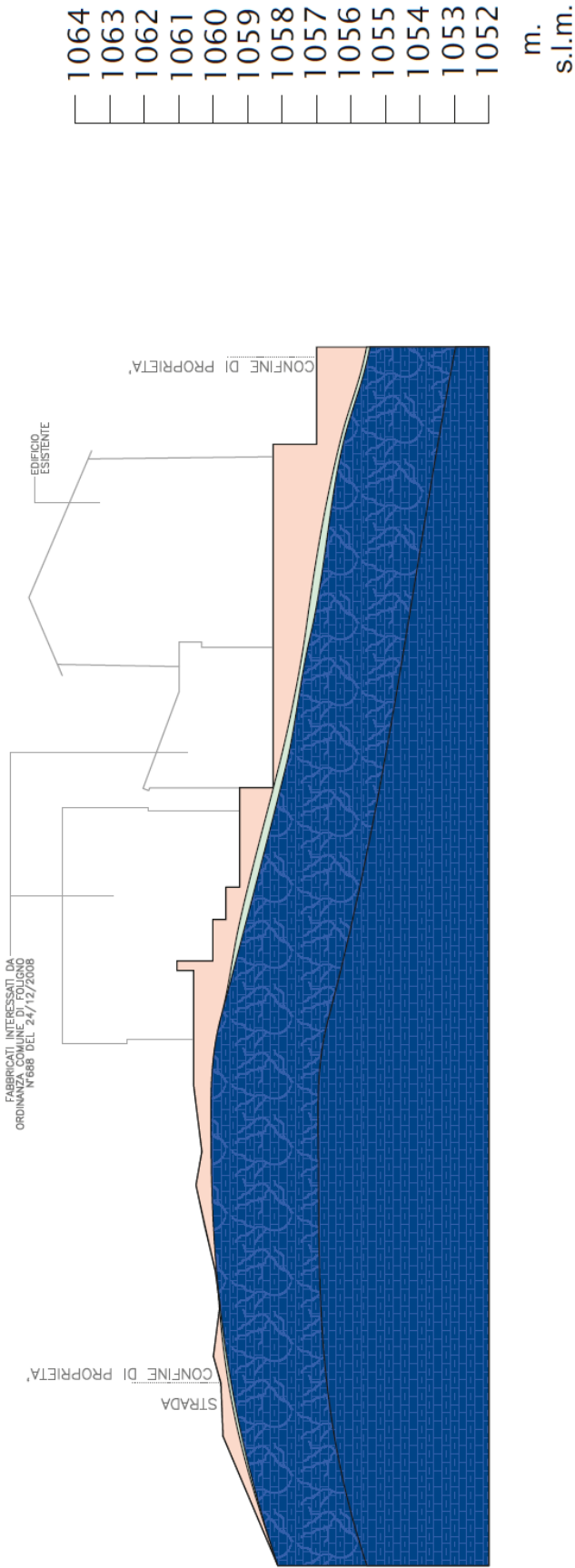
Substrato geologico rigido o non rigido

ALS Alternanza di litotipi, stratificato.

Limi argillosi

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezione geologica Y-Y
scala 1:200



Legenda

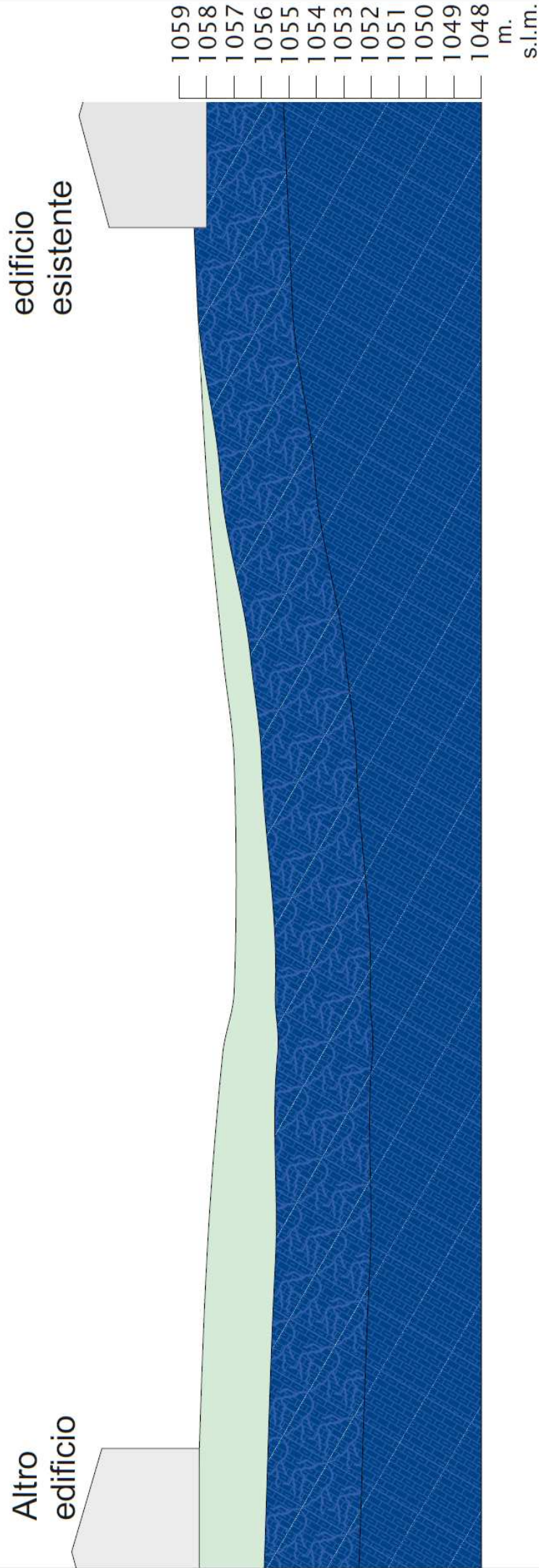
Substrato geologico rigido o non rigido

- ALS Alternanza di litotipi, stratificato. Riporto
- Limi argillosi

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezione geologica Z-Z

scala 1:200



Legenda

Substrato geologico rigido o non rigido



Alternanza di litotipi, stratificato.



Limi argillosi

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica è stata redatta secondo gli “*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica della Microzonazione sismica*”.

La carta individua:

le zone stabili:



substrato rappresentato dalle alternanze silicoclastiche pelitico arenacee della *Formazione Marnoso-Arenacea*;

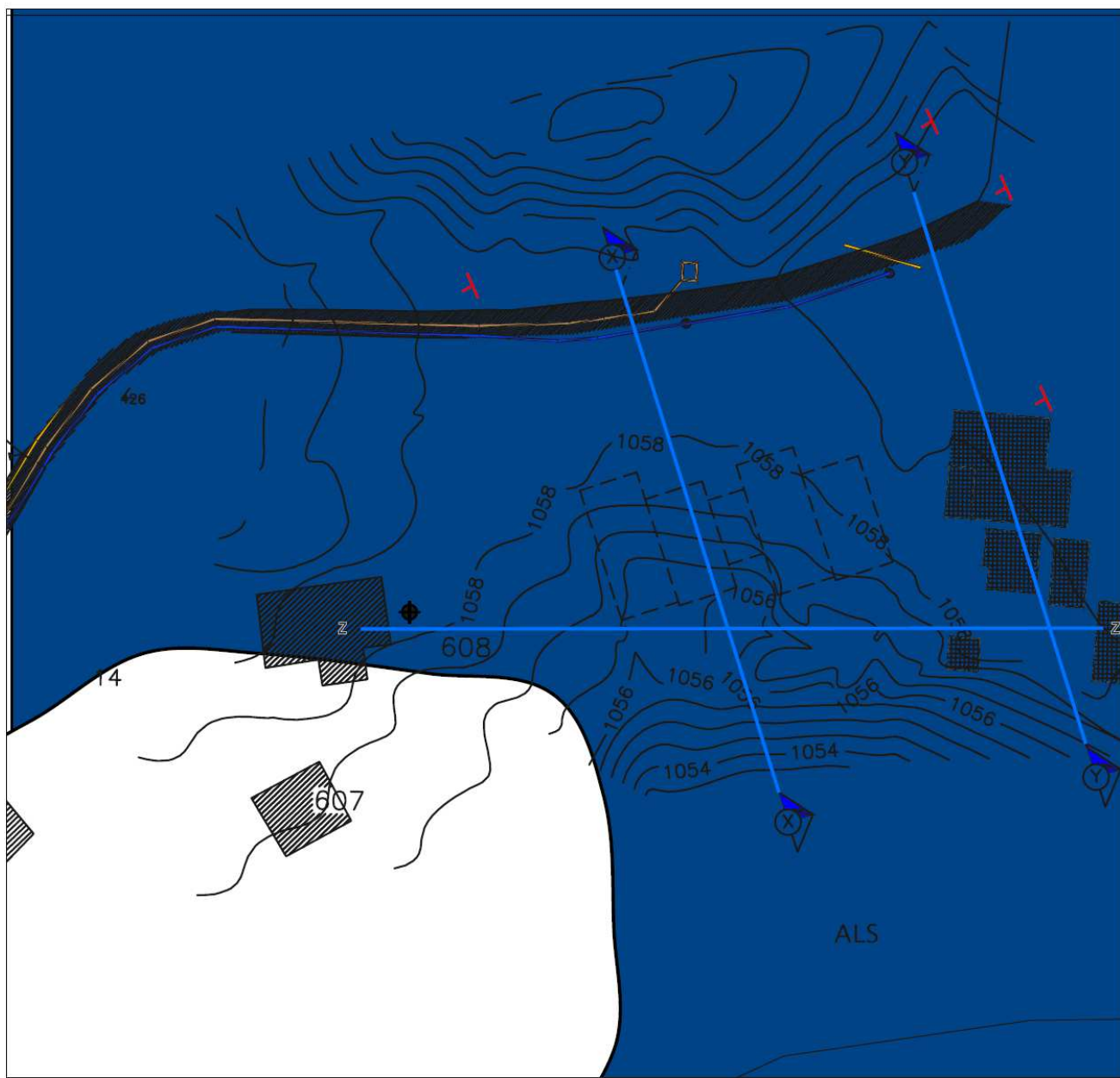
- le zone suscettibili di instabilità di versante:



corpo di frana per scorrimento con attività non definita,

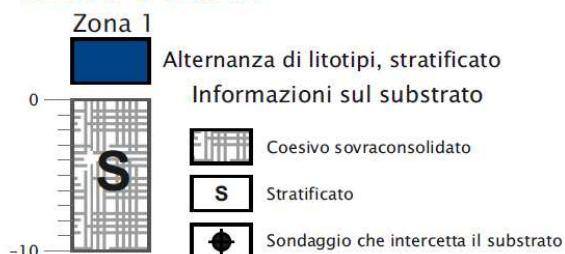
MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
scala 1:500

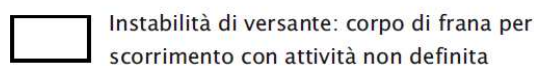


Legenda

zone stabili



zone suscettibili di instabilità



DETERMINAZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

I parametri di pericolosità sismica, di seguito riportati, sono stati determinati in base a quanto prescritto dalle N.T.C. 14/01/08, utilizzando il programma Spettri NTC realizzato e rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. In base alle coordinate geografiche relative al sito, sono definiti i parametri relativi alla pericolosità sismica di base. Le coordinate sono state acquisite nel sistema wgs84 e convertite in ED50 per effettuare la determinazione dei parametri di pericolosità.

Conversione coordinate per il sito Centro Storico da wgs 84 a ED50:

(1)* Coordinate WGS84

Lat. Long.

(1)* Coordinate ED50

Lat. Long.

☒ Ricerca per coordinate	LONGITUDINE 12,91216	LATITUDINE 42,95347
☐ Ricerca per comune	REGIONE Piemonte	PROVINCIA Torino COMUNE Agliè

Elaborazioni grafiche

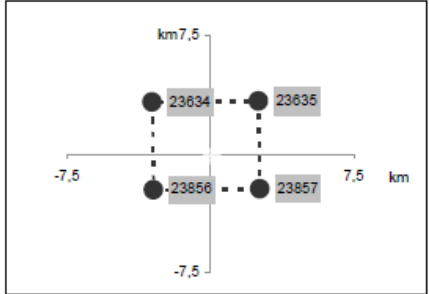
Grafici spettri di risposta |>

Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

☐ Sito esterno al reticolo

☐ Interpolazione su 3 nodi

☐ Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

"ricerca per coordinate".

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

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,077	2,398	0,272
50	0,098	2,374	0,282
72	0,114	2,374	0,288
101	0,133	2,363	0,291
140	0,153	2,356	0,297
201	0,176	2,353	0,306
475	0,241	2,390	0,320
975	0,305	2,394	0,334
2475	0,402	2,426	0,348

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N

50

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U

1

Valori di progetto

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

50

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

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$

30

SLD - $P_{VR} = 63\%$

50

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$

475

SLC - $P_{VR} = 5\%$

975

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

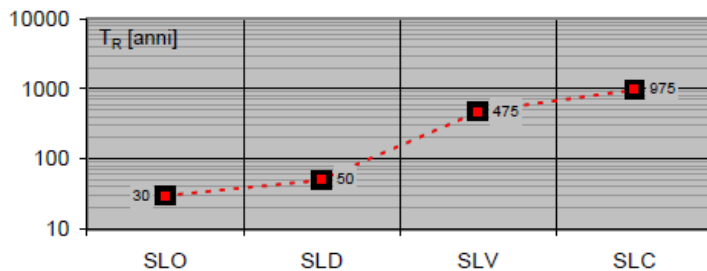
Tabella parametri azione

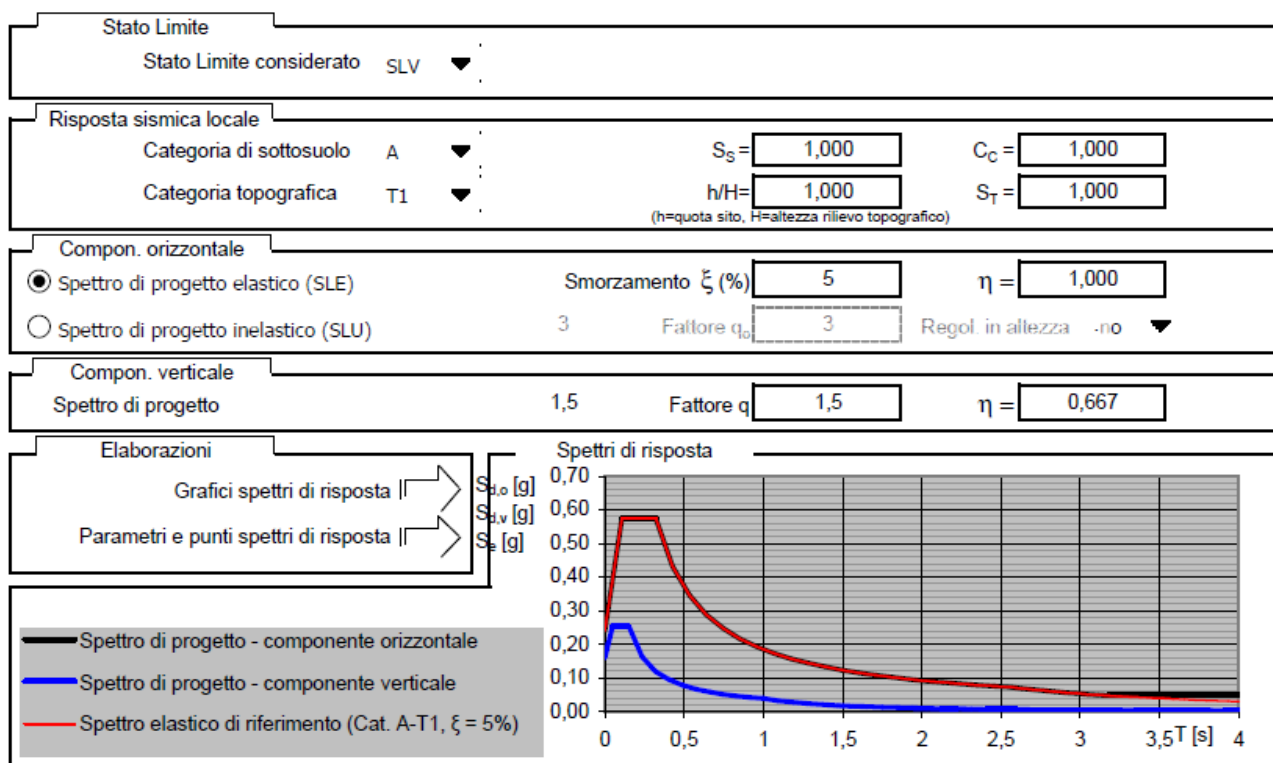
Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

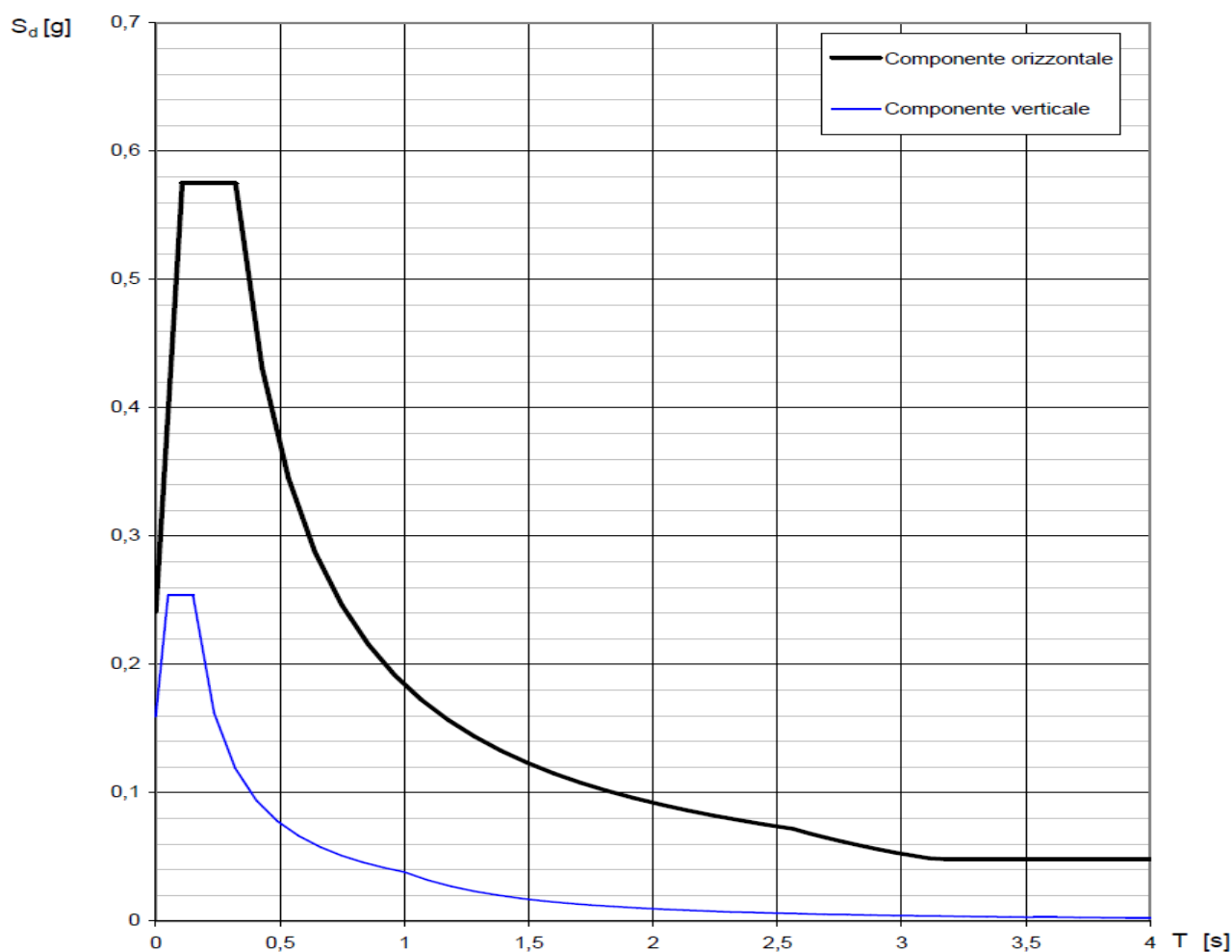
-- □ -- Strategia per costruzioni ordinarie

- - ■ - - Strategia scelta





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



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,241 g
F_0	2,390
T_C^*	0,320 s
S_S	1,000
C_C	1,000
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,000
η	1,000
T_B	0,107 s
T_C	0,320 s
T_D	2,563 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,241
$T_B \leftarrow$	0,107	0,575
$T_C \leftarrow$	0,320	0,575
	0,427	0,431
	0,534	0,345
	0,641	0,288
	0,748	0,247
	0,854	0,216
	0,961	0,192
	1,068	0,173
	1,175	0,157
	1,281	0,144
	1,388	0,133
	1,495	0,123
	1,602	0,115
	1,709	0,108
	1,815	0,102
	1,922	0,096
	2,029	0,091
	2,136	0,086
	2,243	0,082
	2,349	0,078
	2,456	0,075
$T_D \leftarrow$	2,563	0,072
	2,631	0,068
	2,700	0,065
	2,768	0,062
	2,837	0,059
	2,905	0,056
	2,974	0,053
	3,042	0,051
	3,110	0,049
	3,179	0,048
	3,247	0,048
	3,316	0,048
	3,384	0,048
	3,453	0,048
	3,521	0,048
	3,589	0,048
	3,658	0,048
	3,726	0,048
	3,795	0,048
	3,863	0,048
	3,932	0,048
	4,000	0,048

Il parametro che definisce la pericolosità sismica di base, in termini di accelerazione sismica, riferita a suolo rigido e campo aperto (morfologia orizzontale) risulta essere: **$a_g = 0.241 \text{ g}$**

Ai fini di utilizzo degli abachi la litologia locale è stata assimilata a quella delle argille, in quanto i termini marnosi, con spiccata componente argillosa, risultano predominanti rispetto a quelli calcarenitici.

Le indagini geofisiche hanno indicato una profondità del bedrock sismico pari a 3,5 m dal p.c., con un gradiente del profilo di velocità massimo.

La VsH calcolata è risultata pari a 347 m/s.

La combinazione di tali dati ha portato alla determinazione dei fattori di amplificazione **Fa=1,22 e Fv=1,01**.

Dal momento che l'area si sviluppa in corrispondenza di una zona di cresta è stata eseguita un'analisi per il calcolo di fattori di amplificazione (Fa) per le creste rocciose, in condizioni di bedrock sismico affiorante, caratterizzate da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10°, come da prescrizioni degli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*.

Tracciando una sezione lungo la massima inclinazione è stato determinato il rapporto H/L che è risultato equivalente a 0,13.

Per la determinazione del fattore di amplificazione Fa è stato preso in considerazione il caso relativo alle creste arrotondate, la cui formula di calcolo è la seguente:

$$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{0.47H}{L}}$$

Di conseguenza il valore di Fa risulta essere:

$$\mathbf{Fa = e^{0,47*0,13} = e^{0,06} = 1,06}$$

Il valore calcolato con gli abachi per amplificazioni di tipo litostratigrafico risulta essere maggiore di quello calcolato per creste rocciose, e, di conseguenza, quello maggiormente cautelativo.

Fattore di amplificazione
FA

Tipo di terreno
Argilla

a_g (g)
0.26g

Profilo di velocità
Lineare pendenza massima

	V _{sp} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	2.51	2.47	1.87	1.42	1.22	1.10	1.05	1.02	1.01	1.00
	10	-	2.73	2.58	2.18	1.82	1.56	1.35	1.22	1.06	1.01
	15	-	3.15	2.83	2.28	1.86	1.58	1.41	1.27	1.10	1.03
	20	-	3.32	3.06	2.55	2.04	1.70	1.48	1.32	1.14	1.04
	25	-	3.18	3.28	2.70	2.15	1.81	1.58	1.40	1.18	1.06
	30	-	3.17	3.33	2.81	2.27	1.90	1.65	1.47	1.22	1.07
	35	-	-	3.21	2.87	2.32	1.96	1.70	1.51	1.24	1.08
	40	-	-	3.22	2.83	2.34	1.97	1.71	1.52	1.26	1.08
	50	-	-	3.01	2.74	2.28	1.97	1.72	1.52	1.27	1.09
	60	-	-	2.92	2.67	2.19	1.87	1.69	1.51	1.25	1.08
	70	-	-	2.74	2.57	2.14	1.83	1.61	1.47	1.24	1.07
	80	-	-	2.64	2.46	2.08	1.80	1.58	1.42	1.21	1.06
	90	-	-	2.48	2.36	2.02	1.76	1.57	1.41	1.19	1.04
	100	-	-	2.28	2.28	1.96	1.72	1.54	1.39	1.18	1.03
	110	-	-	2.20	2.19	1.91	1.68	1.51	1.37	1.16	1.02
120	-	-	2.19	2.10	1.85	1.65	1.48	1.35	1.15	1.01	
130	-	-	2.09	2.01	1.80	1.61	1.45	1.33	1.13	1.00	
140	-	-	1.99	2.00	1.75	1.57	1.42	1.30	1.12	0.99	
150	-	-	1.90	1.93	1.69	1.54	1.39	1.28	1.11	0.98	

Fattore di amplificazione
FV

Tipo di terreno
Argilla

a_g (g)
0.26g

Profilo di velocità
Lineare pendenza massima

	V_{si} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	1.09	1.05	1.03	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
	10	-	1.21	1.08	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00
	15	-	1.91	1.27	1.14	1.07	1.05	1.03	1.02	1.01	1.00
	20	-	2.60	1.77	1.26	1.16	1.08	1.05	1.04	1.02	1.01
	25	-	2.97	2.33	1.59	1.26	1.17	1.11	1.08	1.03	1.01
	30	-	3.46	2.63	1.97	1.43	1.25	1.17	1.11	1.04	1.02
	35	-	-	2.94	2.18	1.65	1.33	1.23	1.16	1.08	1.02
	40	-	-	3.26	2.40	1.80	1.46	1.29	1.20	1.09	1.03
	50	-	-	3.83	2.82	2.11	1.68	1.45	1.30	1.13	1.04
	60	-	-	3.91	3.20	2.40	1.89	1.59	1.40	1.19	1.07
	70	-	-	3.72	3.29	2.57	2.06	1.72	1.50	1.23	1.08
	80	-	-	3.54	3.22	2.60	2.14	1.80	1.56	1.26	1.09
	90	-	-	3.68	3.07	2.55	2.16	1.84	1.61	1.29	1.10
	100	-	-	3.68	2.99	2.45	2.13	1.85	1.62	1.30	1.11
	110	-	-	3.68	3.08	2.39	2.07	1.82	1.62	1.31	1.11
120	-	-	3.63	3.10	2.42	2.01	1.79	1.60	1.30	1.11	
130	-	-	3.56	3.08	2.45	2.02	1.75	1.57	1.30	1.08	
140	-	-	3.45	3.09	2.45	2.04	1.73	1.55	1.29	1.08	
150	-	-	3.39	3.05	2.47	2.05	1.76	1.54	1.28	1.07	

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (LIVELLO 2)

L'integrazione dei dati determinati da indagini esistenti ed effettuate ex novo, in termini di profondità del bedrock sismico, media ponderata delle Vs della copertura e natura litologica della copertura ha permesso di determinare i fattori di amplificazione FA ed FV attraverso l'utilizzo degli abachi, e, di conseguenza, di ricostruire la carta di microzonazione sismica di livello 2.

DOTT.SSA GEOL. PAOLA BARONCI



MICROZONAZIONE SISMICA

Carta di microzonazione sismica – Livello 2
scala 1:500



Legenda

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

 $F_a = 1,1 - 1,2$

(2) $F_a = 1,0$: sono comprese le zone con deamplificazione e con amplificazioni fino a 1,04
Nella classe 1,1-1,2 sono compresi valori di F_a da 1,05 a 1,24, nella classe 1,3-1,4 sono compresi valori di F_a da 1,25 a 1,44 e così via. Gli eventuali ulteriori accorpamenti di intervalli utilizzano il colore dell'estremo superiore.