

S.S. n.128 "Centrale Sarda"

Lotto 0 bivio Monastir – bivio Senorbì
1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA356

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: Dott. Ing. Massimo Capasso

(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: Dott. Ing. Giovanni Piazza

(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: Dott. Ing. Sergio Di Maio

(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: Dott. Ing. Francesco Ventura

(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15136)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Edoardo Quattrone

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

Relazione Sismica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPCA0356		CA356_T00GE00GEORE02_A			
LIV. PROG. ANNO D 21		CODICE ELAB. T00GE00GEORE02		A	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	NOV. 2021	F. UCCELLETTI	E. CURCURUTO	F. NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio
dal km 0+200 al km 16+700**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Sismica

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	4
2.1	Normativa e raccomandazioni tecniche	4
2.2	Riferimenti progettuali	4
3	ELEMENTI GEOLOGICI DI INQUADRAMENTO	5
3.1	Modello geologico locale	5
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	6
4.1	Descrizione della campagna di indagine	5
5	CALCOLO DELL’AZIONE SISMICA	8
5.1	Categoria di sottosuolo	8
5.2	Azione sismica	9
5.3	Pericolosità sismica	10

1 INTRODUZIONE

La presente Relazione Geologica è relativa al progetto definitivo dei lavori dell'intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700.

L'opera fa parte dei lavori di ammodernamento e di adeguamento della S.S.128 "Centrale Sarda", itinerario regionale di valenza storica che ha costituito fino alla metà degli anni '60 uno dei tre itinerari fondamentali della percorribilità regionale Nord-Sud, e prevede la sistemazione e adeguamento funzionale del tratto da bivio Monastir a bivio Senorbì, della lunghezza di 16.5 Km ad una extraurbana secondaria tipo C1 (larghezza piattaforma stradale 10.50 m), in parte in nuova sede e con l'eliminazione degli incroci a raso.

La relazione definisce le caratteristiche sismiche dell'area e delinea il Modello Sismico di Riferimento in relazione agli interventi in progetto.

Gli elementi necessari a tale scopo sono stati ricavati a seguito dell'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto, dell'analisi diretta delle prove effettuate, in particolare, i dati geognostici presi in esame sono riferibili alle seguenti campagne d'indagine:

- Campagne d'indagine geognostica e geofisica integrativa per il Progetto Definitivo della "S.S. 128 – intervento lotto 0 – Bivio Monastir. Bivio Senorbì – 1°stralcio dal km 0+200 al km 16+700", eseguite da TecnoIN nell'anno 2021.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

2.1 Normativa e raccomandazioni tecniche

- [1] D.M. del 14.01.2018 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.
- [2] Delibera Regione Autonoma della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004 “Disposizioni preliminari in attuazione dell’Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003”.

2.2 Riferimenti progettuali

- [3] T00GE00GEORE01 - “Relazione geologica”
- [4] T00GE00GEOPU01÷13_A - “Planimetria ubicazione indagini geognostiche”
- [5] T00GE00GETSC02_A - “Documentazione indagini geognostiche e geofisiche preesistenti”
- [6] T00GE00GEOCG01÷13_A - “Carta geologica”
- [7] T00GE00GEOFG01÷11_A - “Profilo geologico”

3 ELEMENTI GEOLOGICI DI INQUADRAMENTO

L'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale del sito è ricavabile dalla documentazione geologica di progetto e, in particolare, dalla relazione geologica (rif. T00GE00GEORE01). Un inquadramento a grande scala è ricavabile dall'esame della Carta Geologica di progetto (rif. T00GE00GEOCG01-13).

3.1 Modello geologico locale

Le caratteristiche geologico-strutturali dell'area di interesse progettuale derivano dai numerosi e complessi eventi geologici che hanno interessato l'intera isola, in particolare nell'Era paleozoica, ma anche in quella cenozoica e, relativamente all'area in esame, soprattutto terziaria.

La struttura fondamentale del basamento sardo ha avuto origine dall'Orogenesi ercinica, conseguentemente ad una collisione associata a subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione (1° fase, Siluriano) seguita da una collisione continentale che ha prodotto ispessimento crostale, magmatismo e metamorfismo (2° fase, Devoniano-Carbonifero).

La collisione continentale, che successivamente ha determinato la formazione della catena ercinica, è ricostruibile come segue:

- Un margine sovrascorrente del continente armoricano è rappresentato dal Complesso metamorfico di Alto Grado, affiorante nella Sardegna settentrionale ed in Corsica. Esso costituisce la parte più interna della catena ed è formato da migmatiti e gneiss migmatitici in facies anfibolitica; sono presenti inoltre, all'interno di sporadici affioramenti di metabasiti, delle paragenesi relitte in facies eclogitica.
- Il margine sottoscorrente della placca del Gondwana è rappresentato dal Complesso metamorfico di Basso e Medio Grado affiorante nella Sardegna centrale, centrorientale e nella Nurra settentrionale; si tratta di un metamorfismo progrado che varia da sud verso nord dalla facies a scisti verdi a quella anfibolitica.

I due complessi appena descritti sono separati da un contatto tettonico, costituito dalla «linea Posada-Asinara», interpretato come un segmento della sutura ercinica sud-europea. Si tratta di una fascia milonitica con frammenti di crosta oceanica (le stesse metabasiti sporadicamente presenti anche nel Complesso di Alto Grado, più a nord) che dalla foce del fiume Posada attraversa tutta la Sardegna settentrionale fino all'Isola dell'Asinara.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

4.1 Descrizione della campagna di indagine

Il tratto interessato degli interventi di adeguamento è stato oggetto di attività di indagine geognostica. In merito alle attività propedeutiche allo studio geologico, è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche nell'anno 2021, in cui sono stati eseguiti sondaggi geognostici e pozzetti, all'interno dei quali sono stati prelevati campioni di roccia e terra e sono state eseguite prove geofisiche di tipo Down-Hole.

In totale, i dati raccolti comprendono:

Campagna d'indagine TecnoIN 2021 - n. 21 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e condizionati con tubo piezometrico da 2" e 3" (n. 8) o con tubo per prove down hole (n. 10).

n. 65 prove penetrometriche SPT;

n. 8 prove di permeabilità Lefranc

n. 3 prove pressiometriche Menard;

n. 113 prelievi di campioni tra indisturbati (CI n. 18), rimaneggiati (CR n. 42) e litoidi (CL n.53), da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");

n. 23 pozzetti esplorativi spinti alla profondità max di 2.5 m dal p.c..

n. 46 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");

n. 23 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi

georeferenziazione dei punti di indagine; per la visione di dettaglio si rimanda al documento "Georeferenziazione delle indagini" ed alle monografie allegate.

Sono state realizzate inoltre:

- n. 10 prove down hole

per i cui dettagli si rimanda all'elaborato "Documentazione indagini geofisiche".

Le attività di cantiere si sono espletate nel periodo marzo-maggio 2021. Tutte le indagini sono state effettuate nel rispetto delle disposizioni delle specifiche tecniche e del capitolato d'appalto ANAS, nonché delle norme AGI 1977/1994.;

N.	Sigla ID	profondità (m dal p.c.)	SPT	CI	CR	CL	Lefranc	Menard	Down Hole	Piezometro
1	S01_DH	35	4	1	5	3			X	
2	S02_PZ	20	6	2	3	1	1			X
3	S03	20	2		2	3		1		
4	S04_PZ	20	3	1		2		1		X
5	S05_DH	35	3	1	2	3			X	
6	S06_PZ	20	2	1		4	1			X
7	S07_DH	35	2	1	1	4			X	
8	S08_DH	35	3	1		5	1		X	
9	S09_PZ	20	2	1	2	1	1			X
10	S10	20	3		1	3				
11	S11_DH	35	3	2	1	3			X	
12	S12	20	2		1	2		1		
13	S13_DH	35	4		2	5			X	
14	S14_PZ	20	3		4	1	1			X
15	S15_DH	35	2		4	1			X	
16	S16_DH	35	5		3	2			X	
17	S17_PZ	20	3	1	3		1			X
18	S18_DH	35	4	3	1	3			X	
19	S19_PZ	20	3	1	2					X
20	S20_DH	35	4	2	3	3	1		X	
21	S01_C_PZ	20	2		1	3	1			X

Tabella 4-1. Tabella riassuntiva dei sondaggi effettuati nella campagna TecnoIN 2021

5 CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Si intende con tale definizione lo scuotimento sismico atteso in un dato sito, con una data probabilità di superamento ed in un determinato periodo di tempo, nell'ipotesi di affioramento di una formazione geologica rigida e pianeggiante. L'analisi del livello di pericolosità, pertanto, va distinta in due momenti:

- la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (*categoria di sottosuolo tipo A*), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche;
- l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico di base prodotta dalle condizioni topografiche, stratigrafiche e geotecniche del sito.

La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'Ordinanza P.C.M. del 28 aprile 2006, n. 3519.

Questa mappa riporta la pericolosità sismica di base in termini del valore massimo (*o picco*) di accelerazione del suolo, considerato rigido (*categoria A, Tabella 3.2.III delle NTC – cfr. [1]*) e orizzontale, attesa in seguito a un evento sismico con tempo di ritorno di 475 anni (*con probabilità di superamento del 10% nel periodo di riferimento*). Tale parametro si indica in genere con a_g o PGA (*Peak Ground Acceleration*) ed è usualmente espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g . Tale espressione della sismicità è stata utilizzata per la classificazione sismica dei Comuni, introdotta dall'O.P.C.M. 3274/2003, con la quale il territorio nazionale fu suddiviso in 4 zone sismiche, con grado di rischio decrescente dalla zona 1 alla zona 4. Con l'entrata in vigore delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2018 (*cfr. [1]*) tale classificazione, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, è stata sostituita da una puntuale definizione dei valori assunti dal parametro a_g in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi, sufficientemente vicini tra loro (*distanza $D < 10$ km*), sono riferiti in coordinate geografiche.

La Sardegna, come definito all'Allegato A di cui al D.M. 14/01/2018, è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea (medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a parità di tempo di ritorno dell'azione sismica di progetto).

5.1 Categoria di sottosuolo

La classificazione dinamica dei terreni dei siti oggetto di studio e la conseguente individuazione della categoria di sottosuolo è stata svolta sulla base delle indagini effettuate. In particolare, la classificazione sismica del terreno di fondazione (categoria di sottosuolo, velocità equivalente $V_{S,30}$) è stata determinata tramite misura diretta delle velocità delle onde di taglio V_S , attraverso l'esecuzione di prove geofisiche tipo Down-Hole e stendimenti sismici a rifrazione

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,30}$ è definita dalla seguente espressione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Le categorie di sottosuolo sono state assegnate in riferimento alle indagini sismiche effettuate lungo gli assi stradali in progetto e alle caratteristiche litotecniche delle unità geologiche affioranti nell'area d'esame.

Per i tratti in cui sono in progetto i viadotti e i muri, le categorie di sottosuolo sono state calcolate ed assegnate a partire dalla quota di posa delle fondazioni e quindi non considerando gli strati più superficiali.

Nella tabella seguente sono riportate le categorie di sottosuolo in funzione delle progressive lungo il tracciato stradale.

PROGRESSIVE TRACCIATO	$V_{S,EQ}$ M/S	CATEGORIA
S01DH prof. 35 m	442,66	B
S05DH prof. 35 m	325,35	E
S07DH prof. 35 m	425,81	B
S08DH prof. 35 m	365,53	B
S011DH prof. 35 m	485,66	B
S013DH prof. 35 m	716,26	B
S015DH prof. 35 m	681,29	B
S016DH prof. 35 m	628,84	B
S018DH prof. 35 m	433,57	B
S020DH prof. 35 m	391, 37	B

Tabella 5.1 – Valori di riferimento della categoria sismica di sottosuolo attribuiti lungo il tracciato.

5.2 Azione sismica

Le opere in esame, ai sensi della normativa regionale vigente, ricadono in zona sismica 4.

I parametri sismici di riferimento per la progettazione sono:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso: IV
- coefficiente $C_U = 2,0$
- periodo di riferimento $V_R = 100$ anni

I valori convenzionali dell'accelerazione orizzontale massima del terreno di calcolo a_g , del fattore di amplificazione dello spettro F_0 ed del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_C^* sono, rispettivamente, pari a:

$$a_g = 0,06g;$$

$$F_0 = 2,98;$$

$$T_C^* = 0,372 \text{ s.}$$

L'accelerazione orizzontale massima di calcolo a_{max} è espressa mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = S_S \times S_T \times a_g$$

dove:

S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica

$$S = S_S \times S_T$$

In base alla morfologia dei luoghi, la categoria topografica viene assunta di tipo **T1**.

Nella tabella seguente si riporta, per ciascuna categoria di sottosuolo, il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica ed il valore dell'accelerazione sismica di progetto a_{max} :

Categoria sottosuolo	S_S	a_{max}
A	1,0	0,06
B	1,2	0,072
D	1,8	0,108
E	1,6	0,096

Tabella 5.2 – Grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica – Asse principale S.S.291.

5.3 Pericolosità Sismica

In riferimento alla relazione geotecnica (Rif. T00GE00FETRE01A), le verifiche di stabilità globale dei tratti in rilevato e trincea sono state eseguite in accordo con il capitolo 6.3 e 6.4 delle NTC2018 secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 5.3 - Coefficienti parziali per le azioni (Tabella 6.2.I – NTC2018)

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

Tabella 5.4 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tabella 6.2.II – NTC2018)

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Tabella 5.5 - Coefficiente parziale di resistenza γ_{R2} (Tabella 6.8.I – NTC2018)

Le opere in esame, ai sensi della normativa regionale, ricadono in zona sismica 4. I parametri sismici di riferimento per la progettazione in esame sono:

- vita nominale $VN = 50$ anni

- classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso CU = 2,0
- periodo di riferimento VR = 100 anni
- periodo di ritorno $T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = - \frac{100}{\ln(1-0.1)} = 949 \text{ anni}$

In accordo all'Allegato B di cui al D.M. 17/01/2018 si considerano i valori convenzionali dell'accelerazione orizzontale massima del terreno di calcolo a_g , del fattore di amplificazione dello spettro F_0 e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_C^* . Questi risultano rispettivamente pari a:

$$a_g = 0,060g;$$

$$F_0 = 2,98;$$

$$T_C^* = 0,372 \text{ s.}$$

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna , Lampedusa, Linosa, Forca, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,65	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,534	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,538	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Tabella 5.6 - Tabella 2 dell'Allegato B delle NTC 2018 in cui vengono riportati i valori di a_g , F_0 , e T_c per i diversi tempi di ritorno T_R validi per tutte le isole ad eccezione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri, costanti su tutto il territorio di ciascuna isola

La classificazione dinamica dei terreni dei siti oggetto di studio e la conseguente individuazione della categoria di sottosuolo è stata svolta sulla base delle indagini effettuate. In particolare, la classificazione sismica del terreno di fondazione (categoria di sottosuolo, velocità equivalente VS,30) è stata determinata tramite misura diretta delle velocità delle onde di taglio VS, attraverso l'esecuzione di prove geofisiche tipo Down-Hole e stendimenti sismici a rifrazione.

L'accelerazione orizzontale massima di calcolo a_{max} è espressa mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

- S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica secondo la tabella 3.2.V dell'NTC2018;
- S_T è il coefficiente di amplificazione topografica secondo la tabella 3.2.VI dell'NTC2018

In accordo con il paragrafo 7.11.3.5.2 dell'NTC2018 l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita considerando un metodo pseudostatico. In particolare:

$$k_H = \beta_s a_{max} / g$$

$$k_V = \pm 0,5 * k_H$$

dove:

k_H è il coefficiente pseudostatico orizzontale da moltiplicare al peso del volume instabile

per ottenere la spinta sismica orizzontale $F_H = k_H * W$;

k_V è il coefficiente pseudostatico verticale da moltiplicare al peso del volume instabile per

ottenere la spinta sismica verticale $F_V = k_V * W$;

β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (tabella 7.11.I NTC2018);

Nelle tabelle seguenti si riassumono, per ciascun'opera d'arte, i valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica.

Si ottiene $k_H = 0,012$ e $k_V = 0,006$ lungo l'intero tracciato ad esclusione dell'area del viadotto Ferrovia, dove si ha $k_H = 0,026$ e $k_V = 0,012$.

Nelle tabelle seguenti si riassumono, per ciascun'opera d'arte, i valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica.

Opera	Stato limite	V_N (anni)	CU	T_R (anni)	Cat. terreno	Cat. topogr.	S	a_{max}
Ponte Pardu	SLV	50	2,0	949	B	T1	1,2	0,072
Ponte S'arraole	SLV	50	2,0	949	B	T1	1,2	0,072

Tabella 5.7: a_{max} attesa nelle opere d'arte maggiori

Si ottiene $k_H = 0,012$ e $k_V = 0,006$ lungo l'intero tracciato ad esclusione dell'area del viadotto Ferrovia, dove si ha $k_H = 0,026$ e $k_V = 0,012$.

In accordo al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC2018 la verifica a liquefazione dei terreni può essere omessa quando risulti verificata almeno una delle seguenti condizioni:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Dal semplice confronto con la tabella precedente è possibile osservare come la condizione 1 risulti sempre soddisfatta.



Figura 5.1 - Mappa dei terremoti con magnitudo ≥ 5 in Italia negli ultimi 1000 anni

CA356

Relazione Sismica

**SCHEDE DEI SONDAGGI CON PROVE DOWN-HOLE
DETERMINAZIONE DEL PARAMETRO VS, EQ**

Sondaggio S01DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	8	273.25
2	9	494.67
3	10	609.3
4	8	771.375

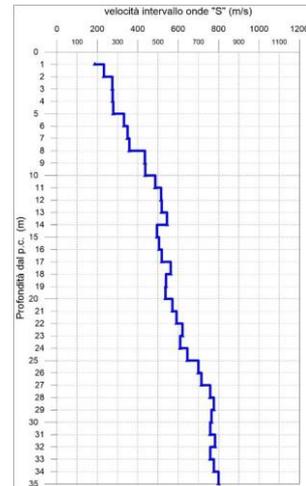
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs, eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S05DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	5	271
2	2	652.5
3	28	1093.32

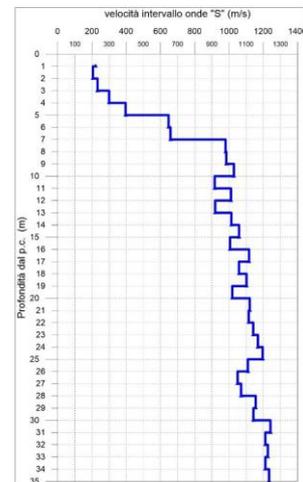
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs, eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S07DH

CA356

Relazione Sismica

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	4	260.75
2	8	623
3	23	1109.56

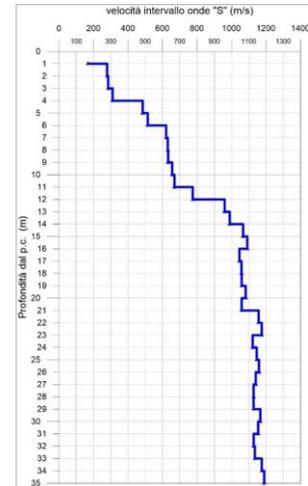
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs. eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S08DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	8	297.75
2	4	671
3	23	1117.73

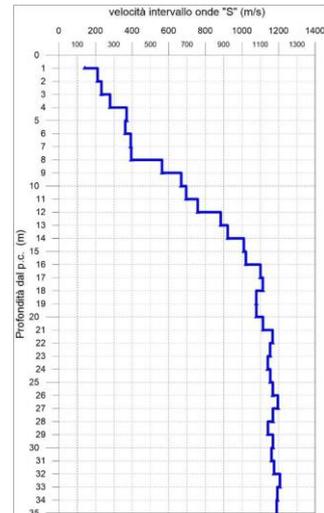
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs. eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S11DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	8	297.5
2	19	615.15
3	4	751
4	4	821.25

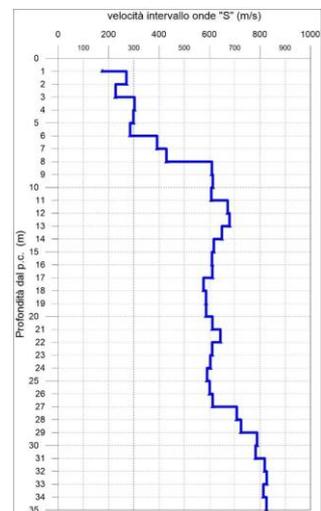
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs. eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S13DH

CA356

Relazione Sismica

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	4	436.25
2	31	794.74

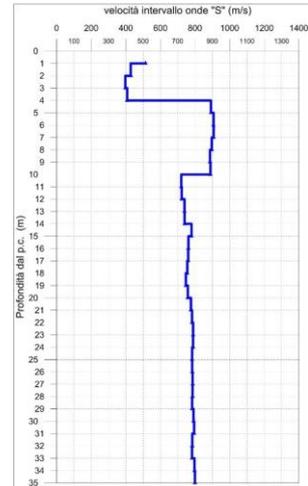
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs, eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S15DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	5	514.8
2	30	728.4

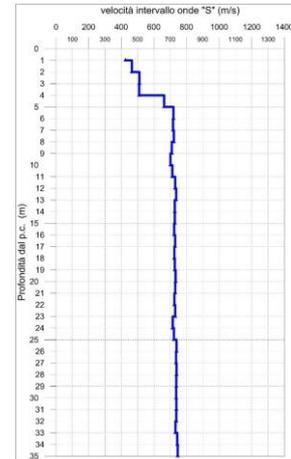
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs, eq m/s

Categoria del suolo



Sondaggio S16DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	4	508.75
2	8	713
3	23	957.47

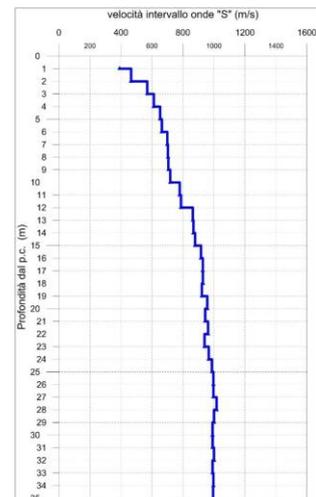
- +

Calcola

Profondità complessiva m

Vs, eq m/s

Categoria del suolo



CA356

Relazione Sismica

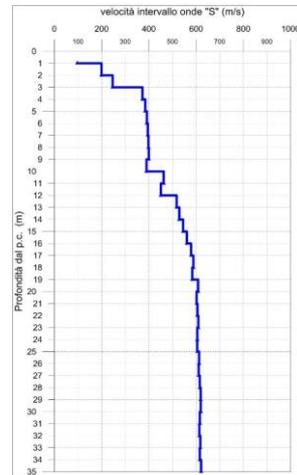
Sondaggio S18DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	3	180.33
2	7	390
3	2	457
4	22	595.39

- +

Calcola

Profondità complessiva m
 Vs, eq m/s
 Categoria del suolo



Sondaggio S20DH

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	3	151.33
2	8	375.125
3	11	500.09
4	13	592.23

- +

Calcola

Profondità complessiva m
 Vs, eq m/s
 Categoria del suolo

