

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI ROSOLINI
PROVINCIA DI SIRACUSA

RELAZIONE GEOLOGICA

DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO DI
CONSOLIDAMENTO ED ADEGUAMENTO DEL PONTE
RISTALLO-MASICUGNO, STABILIZZAZIONE DEL
VERSANTE, DELLA SEDE STRADALE E DEL MURO DELLA
SCUOLA ELEMENTARE S. ALESSANDRA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	5
3. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI.....	6
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	8
5. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE.....	10
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	17
7. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO.....	18
8. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO E STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....	19
9. CONCLUSIONI.....	36

IN ALLEGATO:

- Carta geologica, scala 1:10.000
- Carta geologica, scala 1:2.000
- Carta idrogeologica, scala 1:10.000
- Carta geomorfologia, scala 1:2.000
- Carta litotecnica scala 1:2.000
- profili stratigrafici stato di fatto (scala 1:100)
- Carta dei dissesti, scala 1:10.000
- Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, scala 1:10.000;
- Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico, scala 1:10.000;
- Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione scala 1:10.000
- Allegato con documentazione fotografica;
- **RISULTATI DELLE INDAGINI IN SITU E DELLE PROVE DI LABORATORIO**

1. PREMESSA

In data 17/12/2004, con atto deliberativo n 315, la G. C. del Comune di Rosolini (Provincia di Siracusa) ha conferito alla sottoscritta Dr. Geologo Francesca Gugliotta, regolarmente iscritta all'Ordine Regionale dei geologi di Sicilia al n. 1792 l'incarico per la redazione dello studio geologico dell'area interessata dai "***Lavori di consolidamento ed adeguamento del ponte Ristallo Masicugno, stabilizzazione del versante, consolidamento della sede stradale e del muro della Scuola Elementare Sant'Alessandra***" da realizzarsi nel Comune di Rosolini.

La necessità dell'intervento nasce dal fatto che in occasione di forti precipitazioni l'area oggetto dei lavori si allaga rendendo l'asse viario che da via Monsignor Murana attraversa il vallone Ristallo - Masicugno impraticabile. L'allagamento dell'area è conseguente al restringimento dell'alveo, causato dalla presenza al suo interno di un rilevato stradale, mentre il deflusso delle acque è permesso esclusivamente dalla presenza di un tombino scatolare di 3,00x3,00 m che attraversa il rilevato stesso.

Il restringimento dell'alveo inoltre provoca un aumento della velocità e di conseguenza della forza erosiva delle acque incanalate (che scorrono solo in occasione di forti precipitazioni) provocando lo scalzamento alla base del materiale di riporto su cui insiste parte della stradina che costeggia per un breve tratto l'alveo e si immette sulla via Monsignor Murana all'altezza del sovrappasso del canale Ristallo - Masicugno. Attualmente quasi la metà della carreggiata della stradina risulta impraticabile.

Lo scopo principale dell'opera è:

1. il ripristino delle condizioni naturali dell'alveo procedendo alla rimozione del rilevato stradale e alla demolizione del tombino scatolare in cemento armato, che verranno sostituiti da un viadotto in c.a.,
2. la messa in sicurezza della strada che costeggia l'alveo e si immette direttamente sulla via Monsignor Murana;
3. l'allargamento della via Monsignor Murana al fine di rendere completamente funzionale l'intero intervento.

L'area interessata in questione rientra, per i motivi anzidetti fra i siti di attenzione del PAI redatto dalla Regione Sicilia.

L'area interessata dall'opera si trova ad ovest del centro abitato del comune di Rosolini. Dal punto di vista cartografico l'area ricade nel settore nord est della tavoletta "Ispica" (F° 276 II N.E. della Carta d'Italia edita dall'I.G.M.).

Le coordinate geografiche del sito sono le seguenti:

latitudine: 36° 49' 48,64"

longitudine: 14° 56' 31,24"

Le indagini dirette ed indirette e gli studi geologici eseguiti, che riguardano un'area posta nella periferia sud ovest del Comune di Rosolini (SR), hanno lo scopo di definire, attraverso la relazione geologica, il **modello geologico**, dell'area che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico.

L'indagine sarà condotta in ottemperanza a quanto disposto dalle normative vigenti e precisamente:

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.

2. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Considerando la tipologia delle opere da realizzare, consistenti in lavori di consolidamento ed adeguamento del ponte Ristallo Masicugno, stabilizzazione del versante della sede stradale (con particolare attenzione al versante caratterizzato da materiale di riporto, che si trova in condizione di equilibrio instabile), le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, consistono in:

1. N. 6 perforazioni meccaniche verticali spinte a profondità variabili fino a 35 mt. dal p.c., che hanno permesso di ricostruire con buona precisione la stratigrafia e il prelievo di campioni a disturbo limitato da sottoporre alle adeguate analisi e prove di laboratorio
2. N 4 tomografie elettriche,
3. N 1 prospezione sismica in foro nel sondaggio S6 con la tecnica Down – hole; che ha permesso di definire la categoria di suolo dal punto di vista simico,
4. prove penetrometriche dinamiche (SPT) in corrispondenza dei sondaggi meccanici S2 - S4 – S5 e S6; il cui scopo è quello di definire i parametri geotecnici del materiale di riporto
5. prelievo di n. 3 campioni inviato a laboratorio “BETONTEST” autorizzato per prove sui terreni e sulle rocce.

Grazie alle perforazione meccaniche e alle tomografie elettriche, coadiuvate dal rilevamento geologico superficiale è stato possibile ricostruire la geometria dei litotipi presenti nell’area e definire il *modello geologico*.

I risultati delle indagini programmate sono riportate in allegato.

3. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

Dal punto di vista geologico l'area in esame ricade nell'Avampaese Ibleo che rappresenta l'attuale margine della crosta africana non coinvolto dall'orogenesi (relativamente stabile) e contiguo ad un'area di intensa deformazione rappresentata dalla Catena Appenninico Maghrebide. Siamo in presenza di un plateau prevalentemente carbonatico in cui la sedimentazione carbonatica viene interrotta a più riprese da fasi vulcaniche sia di tipo esplosivo che effusivo.

Dal punto di vista geologico strutturale l'Avampaese Ibleo si presenta come un horst calcareo allungato in direzione NE-SW e delimitato ad W dalla fossa Gela-Catania, e ad E dalla *scarpata ibleo-maltese*, che marca il bacino ionico con trend di faglie orientate NNW- SSE.

I lineamenti strutturali del territorio possono essere inquadrati nel più vasto contesto della tettonica regionale degli Iblei, dove prevalgono i movimenti a carattere di tipo distensivo che danno origine a faglie appartenenti a due sistemi con orientamento NE- SW e NW – SE.

L'analisi della distribuzione delle facies che vanno dal cretaceo al miocene ha permesso di distinguere due domini paleogeografici contigui:

- settore orientale caratterizzato da facies di mare basso notevolmente influenzato dallo sviluppo di prodotti vulcanici
- settore occidentale (che affiora prevalentemente nell'area in studio) caratterizzato da facies di mare più profondo, formate essenzialmente da risedimenti carbonatici alimentati probabilmente dalle aree orientali.

3.1 Successione litostratigrafica

La litologia dell'area in esame è caratterizzata da terreni sedimentari di età compresa fra il Miocene e il Messiniano, e precisamente andando dal basso verso l'alto:

- **Livello basale del M. bro Irminio (F. ne Ragusa):** Si tratta di calcareniti e calciruditi grigio biancastre a macroforaminiferi ben cementate in strati dello spessore variabile a 30 a 60 cm fino a 1 metro, presentano livelli decimetrici particolarmente alterati.

Siamo in presenza di strati monoclinali che immergono dolcemente verso ESE superando raramente i 10° -15° di inclinazione.

- **alluvioni recenti ed attuali:** tali sedimenti affiorano in modo discontinuo e di spessore piuttosto ridotto sul letto dell'incisione torrentizia, mentre lo spessore aumenta raggiungendo i 5 metri a valle del torrente Ristallo-masicugno. Si tratta di depositi incoerenti a granulometria eterogenea in cui ciottoli, di natura prevalentemente carbonatica, arrotondati di dimensione centimetrica sono immersi in una matrice limoso-sabbiosa.

- **Materiale di riporto:** si tratta di materiale incoerente di colore bruno, costituito da ciottolo eterogenei ed etero metrici di natura calcarenitica in matrice sabbiosa.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI DEL TERRITORIO

La morfologia dell'area rappresenta il risultato ultimo di un insieme di eventi, di origine tettonica ed isodinamica, che hanno interessato le formazioni geologiche affioranti. Lo studio geomorfologico dei versanti ci permette di capire l'intensità degli eventi subiti e, soprattutto, consente di prevedere le eventuali fasi evolutive.

La morfologia del territorio, che riflette con immediatezza la natura litologica dei terreni affioranti, quindi il loro grado di resistenza ai processi erosivi e l'intensità di quest'ultimi oltre il loro assetto strutturale, è il risultato dell'erosione chimica e meccanica dei terreni carbonatici da parte delle acque di ruscellamento superficiale ed incanalate e si identifica con quella tipica dell'Altopiano Ibleo caratterizzato da ampi tavolati solcati da profonde incisioni torrentizie a sponde molto ripide (in corrispondenza dei banconi calcarenitici che offrono una notevole resistenza all'erosione) denominate localmente "Cave", che mostrano di essere allineate secondo due direttrici comuni e normali fra loro, determinando così un reticolo idrografico che ha notevolmente risentito degli effetti degli eventi tettonici con faglie di tipo distensivo.

Le ampie zone pianeggianti, attraversate dalle incisioni torrentizie, sono il risultato di abrasione marina di età Pleistocenica.

I fenomeni di erosione, legati alle acque selvagge di ruscellamento superficiale, generalmente, risultano abbastanza contenuti e comunque non tali da alterare le condizioni morfologiche e di equilibrio esistenti nel territorio. Vista la litologia (calcareniti a banchi ben cementate) e la struttura (strati con inclinazione non superiore ai 10° -15°) dei terreni affioranti lungo l'incisione, le acque defluenti all'interno dell'impluvio (esclusivamente in concomitanza di intense precipitazioni) non precludono la stabilità dei versanti dell'alveo.

4.2 SITUAZIONE GEOMORFOLOGIA LOCALE E STABILITÀ DEI VERSANTI

Le sponde dell'incisione torrentizia si presentano a pareti ripide in corrispondenza dei banconi calcarenitici. In particolare, laddove non sono intervenuti fattori antropici ad alterare e modificare la morfologia del territorio, vista la natura litologica dei terreni, il grado di alterazione medio, e la giacitura degli strati (suborizzontali), non si rilevano fenomeni di latente instabilità laddove affiora la roccia in posto.

Diversa però appare la situazione, dove la morfologia naturale del versante è alterata dalla presenza di materiale di riporto incoerente, buttato alla rinfusa, che presenta una situazione di latente stabilità. In particolare, in corrispondenza del materiale incoerente che poggia sulla parete subverticale dell'alveo e sul quale insiste la stradina che costeggia il vallone e si immette sulla via Monsignor Murana, lo scalzamento alla base da parte delle acque incanalate in occasione di violenti nubifragi, nonché l'azione di dilavamento e di trasporto che le acque di ruscellamento disordinato, hanno generato una situazione di latente instabilità. Inoltre i lavori della costruzione del viadotto potrebbero peggiorare l'equilibrio già precario dell'area. I lavori della costruzione del ponte, che comporteranno la pulizia dell'alveo stesso, potrebbero minare l'equilibrio, già piuttosto precario, di tale materiale.

Inoltre, per permetterne l'attraversamento, l'alveo è stato completamente ostruito da un rilevato stradale e il deflusso delle acque è permesso esclusivamente dalla presenza di un tombino scatolare di 3,00x3,00 m che attraversa che attraversa il rilevato stesso. Il restringimento dell'alveo comporta, in occasione di precipitazioni particolarmente intense, provoca da un lato fenomeni di allagamenti, dall'altro un aumento della velocità e della turbolenza delle acque incanalate che sono causa dei fenomeni franosi che stanno interessando il materiale di riporto che ricopre il versante dell'alveo immediatamente a valle della struttura scatolare.

Di fronte ad una tale situazione l'intervento più idoneo è quello di ripristinare le condizioni naturali dell'alveo.

L'area interessata in questione rientra, per i motivi anzidetti fra i siti di attenzione del PAI redatto dalla Regione Sicilia.

5. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il territorio studiato presenta un reticolo idrografico (influenzato notevolmente dal regime delle precipitazioni e dalla litologia e permeabilità dei terreni) costituito da incisioni a pareti molto ripide allineate secondo direttrici che risentono della tettonica di tipo distensivo.

Il regime idrologico riscontrabile all'interno del "Vallone Ristallo" ha carattere esclusivamente torrentizio, con deflussi riscontrabili nel corso dell'anno limitatamente a brevi periodi del semestre ottobre – marzo e in occasione di eventi meteorici di una certa intensità. Generalmente i deflussi, a causa dell'elevata permeabilità dei terreni attraversati, risultano assenti anche durante la stagione piovosa in caso di precipitazioni diluite nel tempo e di limitata intensità.

Tale sistema idrografico si configura più che altro come un adeguato sistema di drenaggio che assicura lo smaltimento delle acque di precipitazione meteorica delle aree a monte.

Le acque defluenti all'interno dell'incisione torrentizia esercitano una blanda azione erosiva disperdendosi rapidamente nei depositi alluvionali di fondo valle.

5.1 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Nella progettazione dei viadotti è prioritariamente indispensabile, al fine del corretto dimensionamento dell'opera stessa, procedere alla stima della portata di massima piena riferita alla sezione di interesse (quindi la sezione dell'alveo interessata dall'opera in progetto) relativa ad un determinato periodo di ritorno che potrebbe sollecitare la struttura nel corso degli anni.

La portata, nella maggior parte dei casi, è originata dalle precipitazioni meteoriche molto variabili, sia nel tempo che nello spazio. In siffatte condizioni, è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico e bisognerà, quindi, affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici. Significa, cioè, che la portata di piena va considerata come una *variabile casuale*, la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto *tempo di ritorno*).

La determinazione delle portate al colmo di una determinata sezione, per un determinato *periodo di ritorno* viene calcolata attraverso **l'elaborazione statistica (Metodo di Gumbel) dei dati pluviometrici** (precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di durata di 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore consecutive, riferite alla stazione di misura più vicina) (tabelle 5.2 – 5.3 – 5.4).

A tal proposito sono stati consultati i dati delle precipitazioni annue delle stazioni di “Cozzo Spadaro”, Rosolini e Modica relativamente al periodo che va dal 1951 al 2000; per la stazione di Modica a differenza di quella di Cozzo Spadaro e Rosolini sono disponibili anche le registrazioni delle precipitazioni massime a 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore consecutive, utili per il sopraccitato calcolo (tabella 5.1).

L'analisi statistica effettuata sui dati delle piogge di notevole intensità viene eseguita al fine di ottenere le curve di **probabilità pluviometriche** (grafico 1), ovvero funzioni che legano i valori delle altezze di pioggia a quelli temporali e quindi rappresentate dalla relazione: $h = a t^n$ dove “h” è la massima precipitazione in mm al tempo t (“t” = tempo di progetto = tempo di corrivazione) “a” ed “n” sono parametri che individuano le curve e si calcolano con il metodo dei minimi quadrati. Queste risultano fondamentali per la determinazione delle portate di massima piena per in fissato tempo di ritorno (200 anni).

A questo punto è possibile calcolare la **portata al colmo** (Q_{max}), considerata in questo caso per un periodo di ritorno di 200 anni mediante la **formula del metodo razionale del Turrazza** (o formula del metodo razionale) che tiene conto sia dell'altezza totale della precipitazione che produce l'evento di piena sia delle caratteristiche geomorfologiche del bacino considerato:

$$Q_{max} = \frac{C \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} = 21,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

dove:

t_c è il ***tempo di corrivazione***: tale parametro, risulta costante per ogni bacino ed è inteso come il tempo necessario affinché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino (intesa come la sezione rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena), partendo dai punti idraulicamente più lontani del bacino. Per il calcolo del tempo di corrivazione si è stato utilizzata proposta da diversi autori, quali *Kirpich*, *Watt-Chow*, *Pezzoli*, che rispetto alla formula di Giandotti, più correntemente in

uso, fornisce un valore del tempo di corrivazione più prossimo alla realtà nel caso di bacini di piccola estensione come nel nostro caso. Il valore calcolato è **$t_c = 0,81$ ore**

C è il *coefficiente di deflusso fisiografico medio annuo*: tale coefficiente è funzione di tre parametri, quali: l'acclività, la copertura vegetale e la permeabilità e l'indice di aridità medio; in mancanza di dati sperimentali si calcola il coefficiente di deflusso mediante il metodo di Kennessey; nella tabella 5.6 sono riportati i calcoli eseguiti con il metodo sopraindicato, da cui, viste caratteristiche del bacino, si è ottenuto il valore di **$C_d = 0,344$** .

h è l'*altezza della pioggia critica* ed è intesa come la massima altezza di pioggia registrata della durata prossima al tempo di corrivazione, dalle curve di probabilità pluviometriche relative ai tempi di ritorno 2, 10, 50, 100, 200 anni ($h = at^n$), sostituendo il tempo di corrivazione trovato si trovano così le altezze critiche corrispondenti ai tempi di ritorno sopraindicati.

Anno	T = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	H (mm)	h (mm)	h (mm)
1953	32,60	65,00	67,60	69,80	98,40
1954	46,60	49,00	49,40	49,60	52,60
1955	19,40	23,80	42,80	49,40	51,80
1957	37,80	43,60	67,80	77,80	103,80
1960	27,60	29,60	32,40	55,40	65,80
1961	23,60	38,40	43,40	50,80	47,00
1962	17,20	20,60	28,20	38,60	40,00
1975	31,00	41,60	42,00	43,60	60,80
1976	28,40	42,80	42,80	52,40	67,20
1977	13,60	24,40	27,80	36,60	44,80
1983	12,40	24,80	27,60	27,80	27,80
1984	43,60	52,20	52,20	52,20	52,20
1985	30,60	38,00	43,60	90,20	113,60
1991	46,80	46,80	46,80	63,40	76,60
1992	26,80	36,00	54,00	69,20	111,40
1993	28,40	50,00	70,60	75,00	91,00
1996	29,22	42,00	55,00	104,00	149,60
1997	46,00	65,00	67,00	67,40	67,60
1998	34,40	42,00	56,20	69,40	86,40
1999	34,40	38,80	56,00	89,20	105,00
2000	48,40	50,20	50,40	51,80	70,20
2001	34,60	35,00	35,00	37,00	39,40
2002	27,00	51,40	57,80	58,00	58,60
2003	21,60	26,60	49,00	55,80	61,00
2004	22,20	56,40	67,60	81,40	117,20
2005	29,40	31,20	44,20	84,00	119,40

Tabella 5.1 precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di Modica su 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore consecutive.

N. osservazioni: 26

ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOMETRICI
(METODO DI GUMBEL)

Tab. 5.2 valori di ciascuna durata “t”, della media, dello scarto quadratico medio e dei due parametri della legge di Gumbel

N =	21	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu_{(ht)}$		31,37	41,17	48,74	61,12	75,41
$\sigma_{(ht)}$		10,78	12,20	13,17	19,20	30,15
$\alpha_t = 1,283/\sigma$		0,12	0,11	0,10	0,07	0,04
$U_t = \mu - 0,45\sigma$		26,52	35,68	42,82	52,48	61,84

Tab. 5.3 Altezze massime di pioggia

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	45,43	57,08	65,92	86,16	114,72
30 anni	$h_{max} =$	54,95	67,87	77,56	103,14	141,36
50 anni	$h_{max} =$	59,30	72,79	82,87	110,88	153,53
100 anni	$h_{max} =$	65,16	79,43	90,04	121,33	169,93
200 anni	$h_{max} =$	71,01	86,05	97,18	131,75	186,28

Tab. 5.4

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$H=42,814xt^{0,288}$
30 anni	→	$H=51,014xt^{0,2925}$
50 anni	→	$H=54,758xt^{0,2941}$
100 anni	→	$H=59,808xt^{0,2958}$
200 anni	→	$H=64,84xt^{0,2973}$

Indice di aridità medio annuo	Ia <25	25<Ia<40	Ia>40
Acclività Ca			
>30%	0,22	0,26	0,30
10% - 35%	0,12	0,16	0,20
3,5% - 10%	0,01	0,03	0,05
<3,5		0,01	
Copertura vegetale Cv			
Roccia nuda	0,26	0,28	0,30
Pascolo	0,17	0,21	0,25
Terra coltivata, boscata	0,07	0,11	0,15
Bosco d'alto fusto	0,03	0,04	0,05
Permeabilità Cp			
Molto scarsa	0,21	0,26	0,30
Mediocre	0,12	0,16	0,20
Buona	0,06	0,08	0,10
Elevata	0,03	0,04	0,05

Tab. 5.5 coefficienti per il calcolo del “**coefficiente di deflusso Cf**” secondo il metodo di Kennessey

Classi di acclività	Coeff. per Ia<25	Superficie (%)	Coeff. Per Superficie
>30%	0,22	5	0,01
10% - 35%	0,12	50	0,06
3,5% - 10%	0,01	45	0,0045
<3,5			
totale bacino			<u>Ca=0,0745</u>
Classi di permeabilità			
Molto scarsa	0,21	100%	
Mediocre	0,12		
Buona	0,06		
Elevata	0,03		
Totale bacino			<u>Cp=0,06</u>
Copertura vegetale			
Roccia nuda	0,26	60	0,15
Pascolo	0,17	40	0,06
Terra coltivata, boscata	0,07		
Bosco d'alto fusto	0,03		
Totale bacino			<u>Cv = 0,21</u>
			<u>Cd= Ca+Cp+Cv=0,344</u>

Tab.5.6:calcolo del coefficiente di deflusso per il bacino in esame.

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO
ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA

Superficie del Bacino	S =	3,00	Km ²
Lunghezza percorso idraulico principale	L =	3,00	Km
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} =	230,00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H₀ =	110,00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0,04	(m/m)
Altitudine max bacino	H_{max} =	230,00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H₀ =	140,00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	185,00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ =	45,00	m

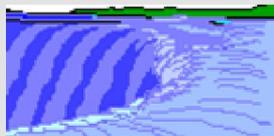
TEMPO DI CORRIVAZIONE **t_c** (ore)

Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$

(Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli) $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ **0,81**

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO
(FORMULA del METODO RAZIONALE)

$$Q_{max} = \frac{ch(t,T)S}{3.6t_c}$$



- con :
- c** = coefficiente di deflusso
 - h_(t,T)** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
 - S** = superficie del bacino (km²)
 - t_c** = tempo di corrivazione (ore)
 - 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/sec

RISULTATI

Deflusso c =	0,34	S (km²) =	3,00	t_c (ore) =	0,81
---------------------	-------------	-----------------------------	-------------	------------------------------	-------------

Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h _(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)
10	42,8137	0,2880	0,81	40,31	14,08
30	51,0136	0,2925	0,81	47,99	16,76
50	54,7576	0,2941	0,81	51,49	17,98
100	59,8080	0,2958	0,81	56,22	19,63
200	64,8403	0,2973	0,81	60,94	21,28

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La circolazione idrica sotterranea, alimentata esclusivamente dall'infiltrazione delle acque meteoriche, avviene preferenzialmente lungo il reticolo di fratture presente nei banconi calcarenitici, costituenti la porzione basale del Membro Irminio (F.ne Ragusa). Il grado di permeabilità di tipo secondario di questi terreni, vista l'elevata frequenza di fratture è medio alto.

L'infiltrazione superficiale dà luogo ad una falda idrica di tipo "libero" profonda di significativa potenza il cui limite inferiore è di tipo indefinito essendo assente un letto impermeabile, ma soltanto una graduale diminuzione della permeabilità di tipo secondario (per fatturazione e carsismo) dovuta ad una diminuzione del grado di fatturazione del complesso carbonatico con la profondità.

L'intensa tettonica, essenzialmente di tipo distensivo, che ha interessato a più riprese i depositi carbonatici miocenici, ha provocato numerose dislocazioni, che sono divenute vie preferenziali della circolazione idrica ipogea e sede di numerosi fenomeni carsici, che allargando ulteriormente le fratture ha favorito una forte trasmissività. Laddove le dislocazioni tettoniche sono riempite di materiale cataclastico e milonitico, queste possono invece impedire la circolazione idrica sotterranea assumendo la funzione di spartiacque del bacino idrogeologico.

Dal censimento dei pozzi che ubicati nell'area si è visto che la superficie piezometrica si trova ad una profondità di circa 100 mt. dal p.c., in tal modo le oscillazioni freatiche non interferiranno in alcun modo con l'opera in questione. Il deflusso idrico sotterraneo delle acque di falda nell'area in cui ricade il bacino imbrifero, avviene probabilmente da nord - ovest verso sud - est.

Le **condizioni di vulnerabilità** della falda idrica nei confronti degli agenti inquinanti sono strettamente legate alla permeabilità dell'acquifero; infatti, data l'alta permeabilità per fessurazione e la presenza di fenomeni carsici, un inquinante può raggiungere la falda in breve tempo. Il potere di autodepurazione è notevole, ma strettamente legato all'andamento meteorologico.

7. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO **PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

La pericolosità geologica è definita come probabilità che un fenomeno di una certa intensità si verifichi in un determinato intervallo di tempo e in una certa area.

Per la definizione della pericolosità geologica dell'area si è fatto riferimento al **piano P.A.I** redatto dalla Regione Siciliana, uno strumento conoscitivo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

I dati riportati di seguito sono quelli indicati dalla Relazione PAI redatta dalla regione Siciliana.

L'area in esame rientra fra i siti attenzionati dal PAI, in particolare, in seguito all'individuazione delle aree in frana e dall'osservazione dello stato di attività, dall'acquisizione degli elementi conoscitivi utili all'individuazione delle aree potenzialmente inondabili anche attraverso informazioni storiche e analisi di tipo territoriale, ovvero dalla oggettiva constatazione di situazioni di pericolo derivanti dalla presenza di infrastrutture presenti nell'area sono stati valutati i seguenti livelli di rischio e Pericolo:

Pericolosità geomorfologica: **P3**

Rischio geomorfologico: **R4**

Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione: **SITO DI ATTENZIONE**

Rischio idraulico per fenomeni di esondazione: **R3**

8. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO E STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

L'altopiano ibleo, nel quale si colloca il territorio comunale di Rosolini, viene considerato come il margine fratturato dell'avampaese africano, contiguo ad un'area di intensa deformazione data dalla catena Appenninico-Maghrebide.

Questo settore si presenta come un horst calcareo allungato in direzione NE-SW e delimitato ad W dalla fossa Gela-Catania, e ad E dalla *scarpata ibleo-maltese*, che marca il bacino ionico con trend di faglie orientate NNW- SSE.

I lineamenti strutturali del territorio possono essere inquadrati nel più vasto contesto della tettonica regionale degli Iblei, dove prevalgono i movimenti a carattere di tipo distensivo che danno origine a faglie appartenenti a due sistemi con orientamento NE- SW e NW – SE.

La sismicità dell'area iblea è caratterizzata da eventi a magnitudo elevata (6.4 -7.4) con tempi di ritorno (per le intensità massime) abbastanza lunghi (superiori ai 300 anni), intervallati da eventi a magnitudo media (4.2-4.8) abbastanza frequenti anche in tempi recenti, sono noti gli eventi sismici del Dicembre 1984 e del dicembre 1990 (Magnitudo 5.4) ascrivibili alla scarpata Ibleo Maltese.

Alla scarpata Ibleo Maltese è associato il terremoto della Val di Noto del 1169 ($M_s = 7.7 - I_o = XI$) e del 11 gennaio 1963 ($M_L = 7.7 - I_o = XI$)

A circa 500 metri a sud est dal sito in progetto, lungo l'allineamento Pozzallo Ispica Rosolini, è presente un sistema di faglie dirette a cui si associano movimenti trascorrenti, noto come "zona delle faglie di Ispica" con trend SW-NE la cui lunghezza può essere stimata circa 25 Km. Il sistema mostra evidente attività olocenica ed ad esso sono associati i terremoti che hanno colpito l'area Iblea nel 1727 ($M_L = 5.4 - I_o = VIII$) e nel 1903 ($M_L = 4.5 - I_o = VII$).

La **pericolosità sismica** viene definita come la **probabilità** che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un **terremoto** che **superi** una **soglia** di **intensità**, **magnitudo** o **accelerazione di picco (PGA) di nostro interesse**. In base all'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiornata al 2005 (primi elementi di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica) nell'ambito del territorio italiano sono state schematicamente definite 4 zone sismiche, contraddistinte da diversi valori **accelerazione**

Consolidamento ed adeguamento del ponte Ristallo Masicugno, stabilizzazione del versante, consolidamento della sede stradale e del muro della scuola elementare S. Alessandra

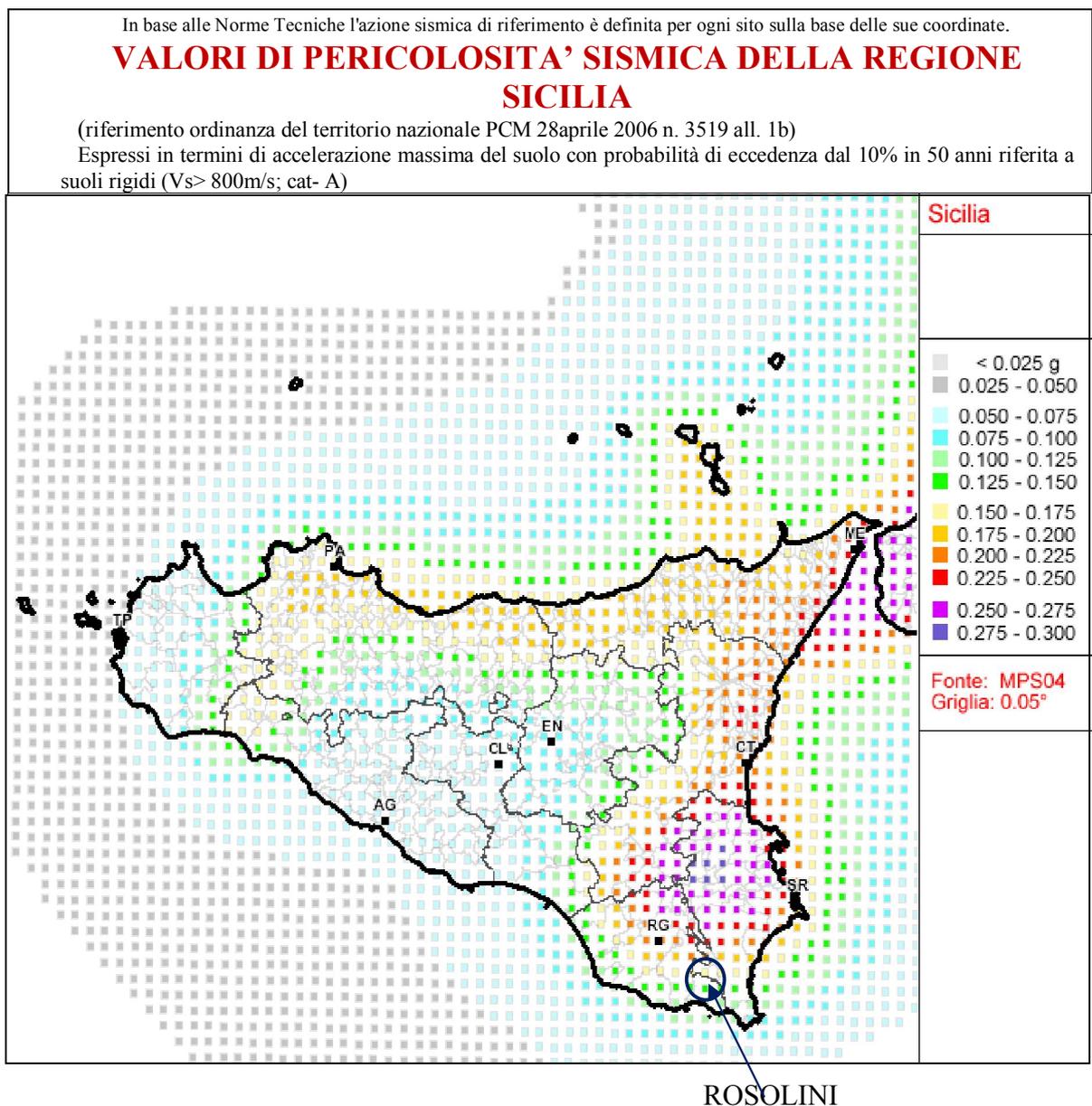
orizzontale massima PGA con periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di superamento del 10% in 50 anni)

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05



Tabella 2: Valori di PGA per le varie zone

A tal proposito, il territorio Comunale di Rosolini, è stato considerato dal punto di vista sismico "zona sismica 2".



L'**azione sismica sulle costruzioni**, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, è valutata a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" che è descritta come la probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_r espresso in anni) in detto sito si verificasse un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

La pericolosità sismica è definita in termini:

- a. di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale - di categoria A).
- b. dalle relative forme spettrali, che su un sito di riferimento rigido, orizzontale, sono definite da 3 parametri

A_g Accelerazione orizzontale Massima

F_0 Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T^*c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori dei parametri A_g , F_0 e T^*c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento (per periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso fra 30 e 2474 anni) sono fornite dalle tabelle riportate in allegato alle N.T.C.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della **risposta sismica locale** (SRL) che consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce a causa di particolari condizioni locali rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria "A").

Ai fini dell'azione sismica si individuano 7 categorie di sottosuolo (come riportato dalla tabella 3.2.II e 3.2.III delle N.T.C 2008) identificate in base ai valori di V_{s30} .

L'analisi delle onde di taglio ottenute tramite prospezione sismica tipo Down-Hole nel sito hanno permesso di calcolare il valore delle V_{s30} per la sezione indagata e consentito di classificare il suolo in base ai criteri esposti dalle NTC 2008. Facendo riferimento alla tabella 3.2.II dalle NTC 2008 il suolo è stato classificato come:

Categoria di suolo tipo "B" con velocità media delle $V_s=506,67$ m/s

Come già accennato, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali; quindi oltre dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li

costituiscono, anche dalle caratteristiche Topografiche e Stratigrafiche degli ammassi rocciosi.

- L'influenza del profilo topografico sulla risposta sismica locale può essere valutata adottando la classificazione riportata tabella 3.2.II dalle NTC 2008:

categoria topografica T1

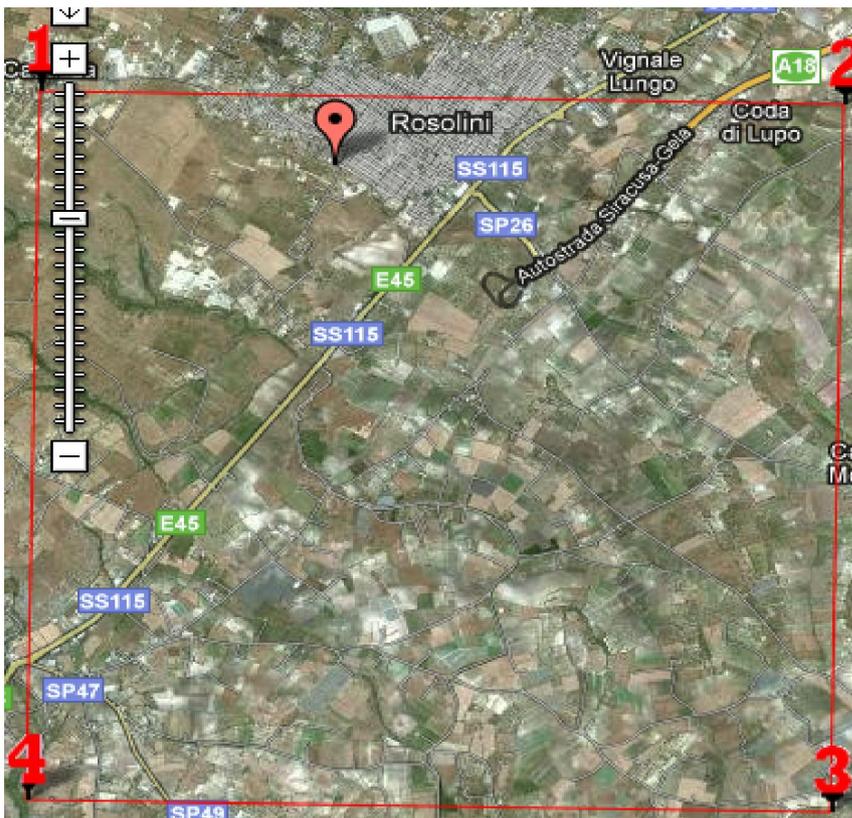
- I coefficienti relativi all'amplificazione stratigrafica possono essere valutati dalle espressioni fornite nella tabella 3.2.V del NTC 2008, per la categoria di suolo B:

$$Ss : 1,00 < 1,40 - 0,40 * F_0 \text{ a}_g / g < 1,20$$

$$Cc : 1,1 * (Tc)^{-0,20}$$

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, dalla vita nominale V_N (che varia al variare del tipo di costruzione) per il coefficiente d'uso C_U (che varia al variare della classe d'uso).

Il primo passo, nella **stima della pericolosità sismica** consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido); si determina quindi la maglia di riferimento in base alle tabelle fornite dal Ministero e, sulla maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze del punto.



Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	50972	36,825420	14,921130	2155,0
Sito 2	50973	36,824570	14,983270	3512,3
Sito 3	51195	36,774580	14,982190	6050,5
Sito 4	51194	36,775420	14,920090	5377,7

Sito in esame.

latitudine: 36,819736 [°]

longitudine: 14,944276 [°]

Classe d'uso: IV. Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Vita nominale: 100 [anni]

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

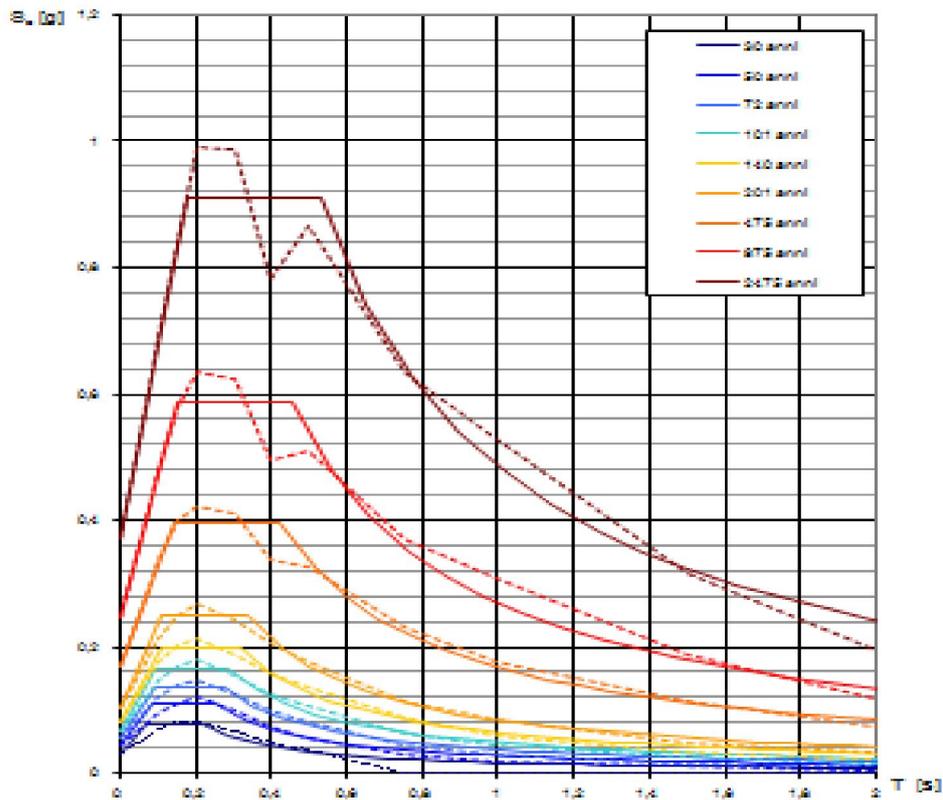
Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

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	0,030	2,536	0,216
50	0,042	2,574	0,255
72	0,054	2,526	0,276
101	0,065	2,556	0,291
140	0,081	2,438	0,324
201	0,105	2,371	0,339
475	0,168	2,355	0,424
975	0,245	2,398	0,458
2475	0,372	2,454	0,532

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferim



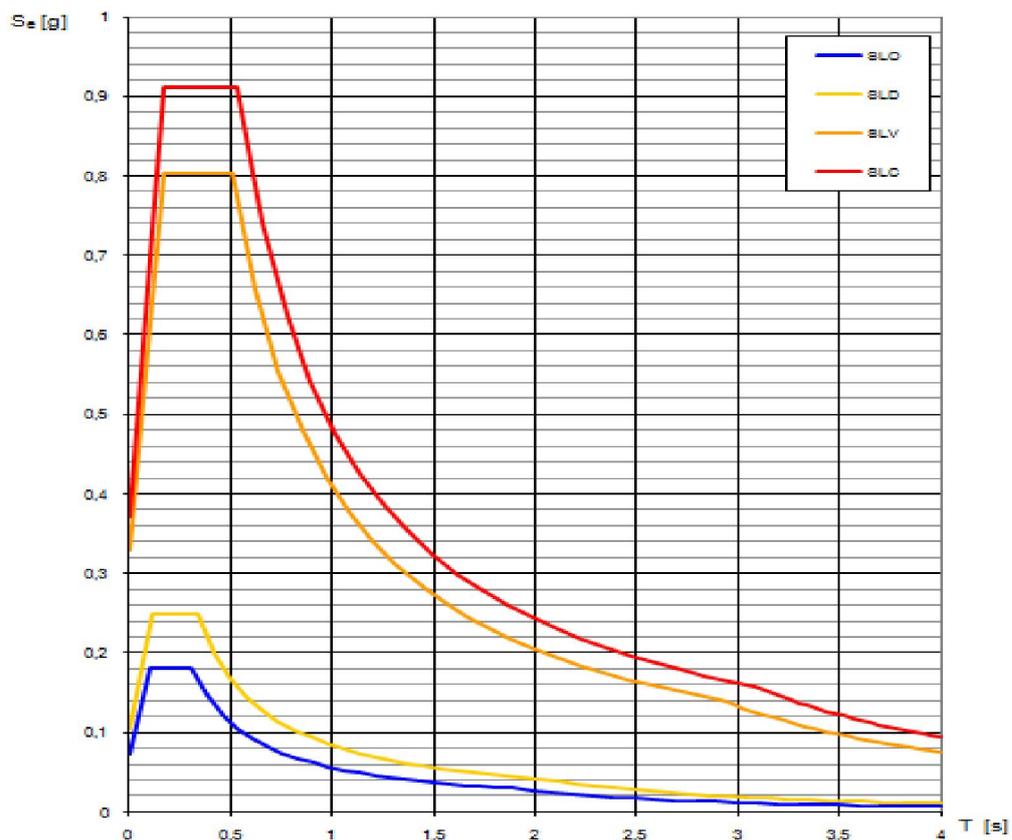
Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella **Tab. 3.2.I delle NTC**.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,073	2,492	0,308
SLD	201	0,105	2,371	0,339
SLV	1898	0,330	2,438	0,510
SLC	2475	0,372	2,454	0,532

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO **(VIADOTTO)**

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale per SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_n	0,073 g
F_n^*	2,492
T_C	0,308 s
S_S	1,200
C_C	1,392
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{nv}	0,027 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

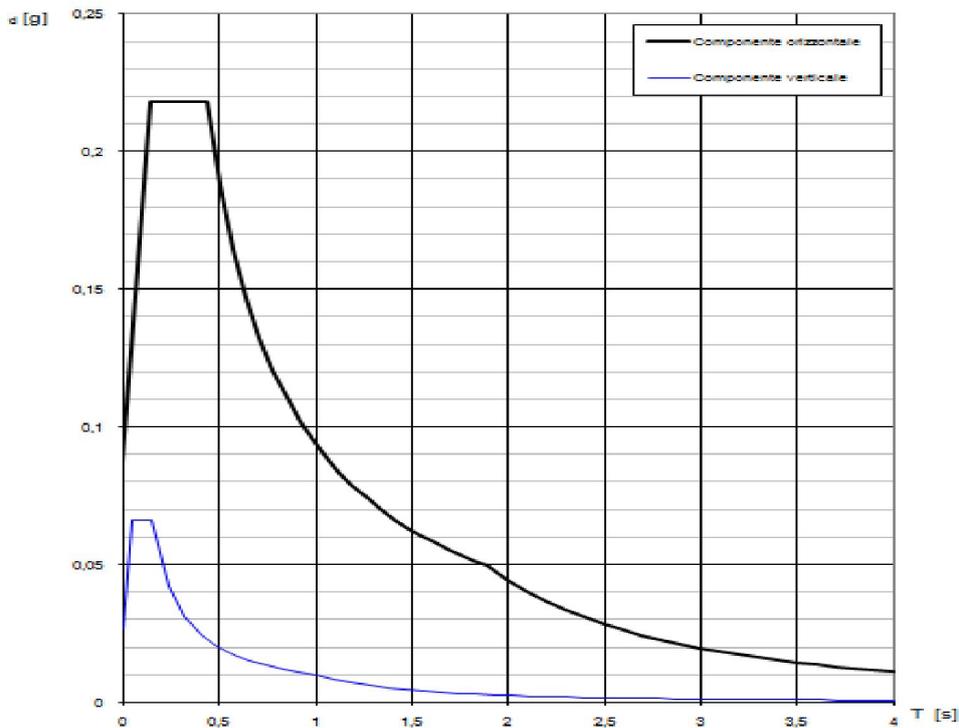
Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,143 s
T_C	0,429 s
T_D	1,892 s

Parametri dipendenti

F_v	0,908
S	1,000
η	1,000

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticali per SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_n	0,105 g
F_p	2,371
T_C	s
S_S	1,200
C_C	1,366
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{nv}	0,046 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

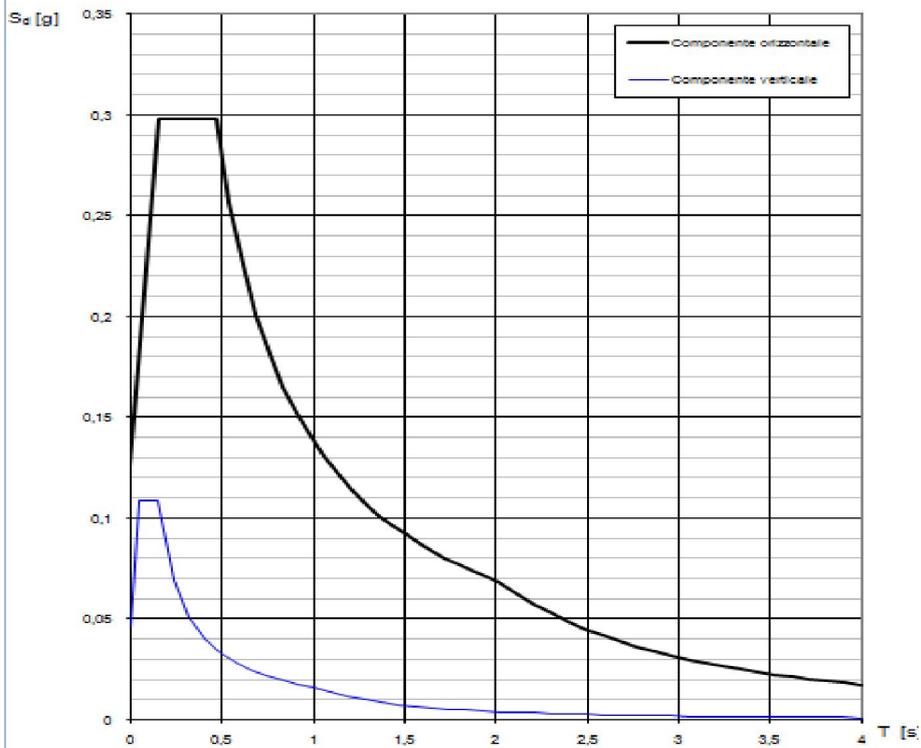
Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	2,019 s

Parametri dipendenti

F_v	1,035
S	1,000
η	1,000

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticali per SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0,330 g
F_n	2,438
T_C^*	s
S_S	1,078
C_C	1,259
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{nv}	0,256 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

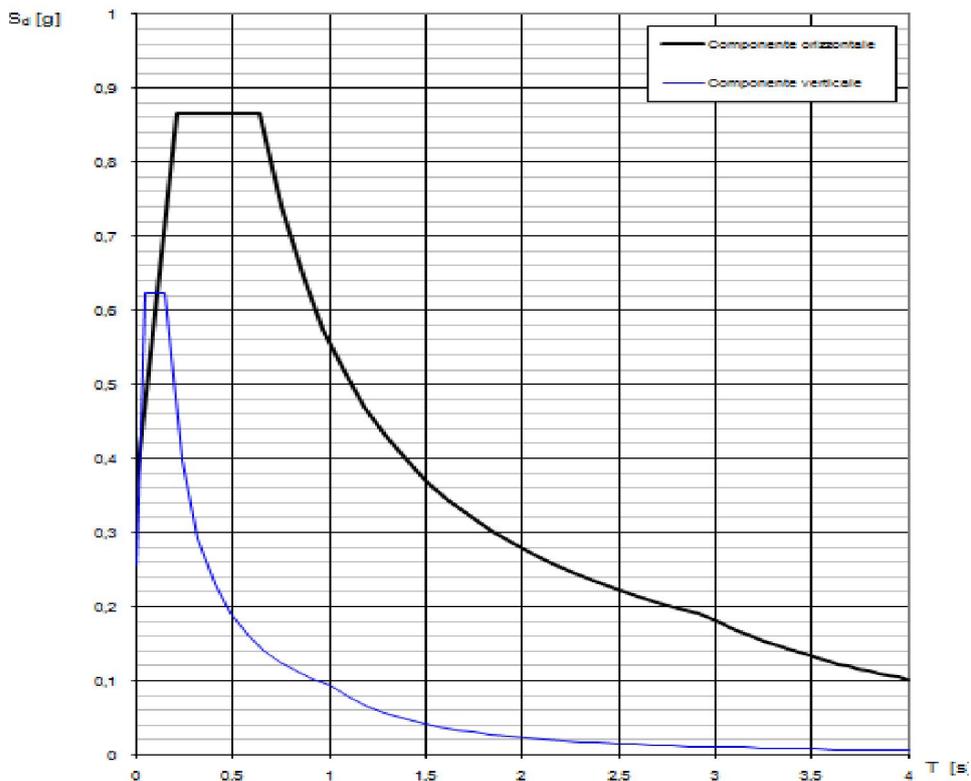
Parametri dipendenti

S	1,078
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	2,920 s

Parametri dipendenti

F_v	1,890
S	1,000
η	1,000

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticali per SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_n	0,372 g
F_n	2,454
T_C	<input type="text"/> s
S_S	1,035
C_C	1,248
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	<input type="text"/>
a_{nv}	0,306 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

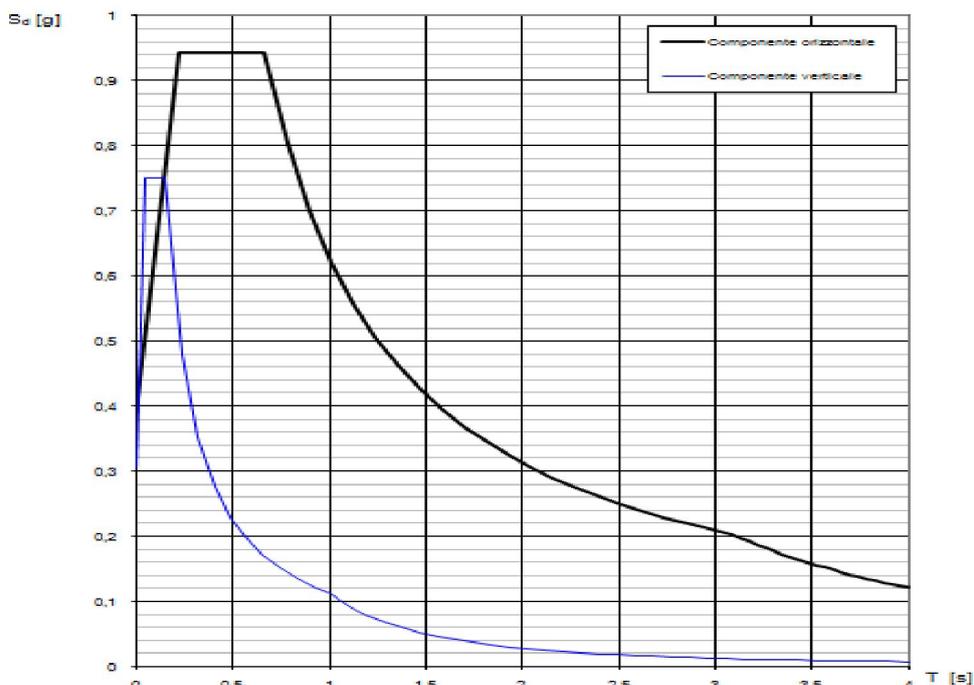
Parametri dipendenti

S	1,035
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	3,086 s

Parametri dipendenti

F_v	2,019
S	1,000
η	1,000

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



	Kh [-]	Kv [-]
SLO	0,017	0,009
SLD	0,030	0,015
SLV	0,098	0,049
SLC	0,106	0,053

DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO (OPERE DI SOSTEGNO)

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale per SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_a	0,073 g
F_a	2,492
T_C	<input type="text"/> s
S_S	1,200
C_C	1,392
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	<input type="text"/>
a_{ov}	0,027 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

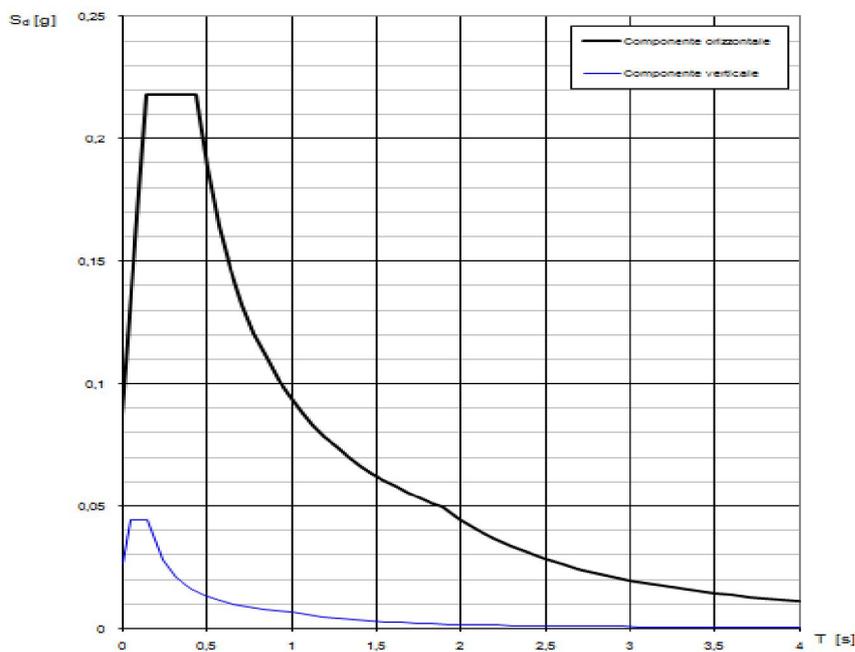
Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	1,892 s

Parametri dipendenti

F_v	0,908
S	1,000
η	0,667

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale per SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_n	0,105 g
F_n	2,371
T_C^*	<input type="text"/> s
S_S	1,200
C_C	1,366
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_{ov}	0,046 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

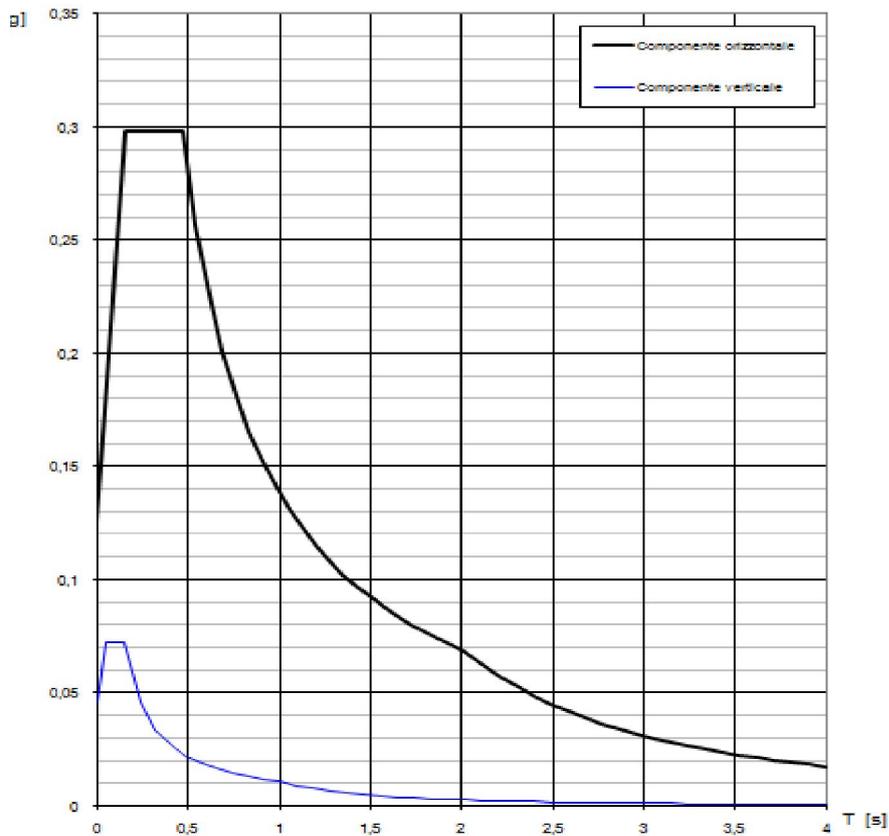
Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	2,019 s

Parametri dipendenti

F_v	1,035
S	1,000
η	0,667

pettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale per SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0,330 g
F_n	2,438
T_C	1,078 s
S_S	1,078
C_C	1,259
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_{av}	0,256 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

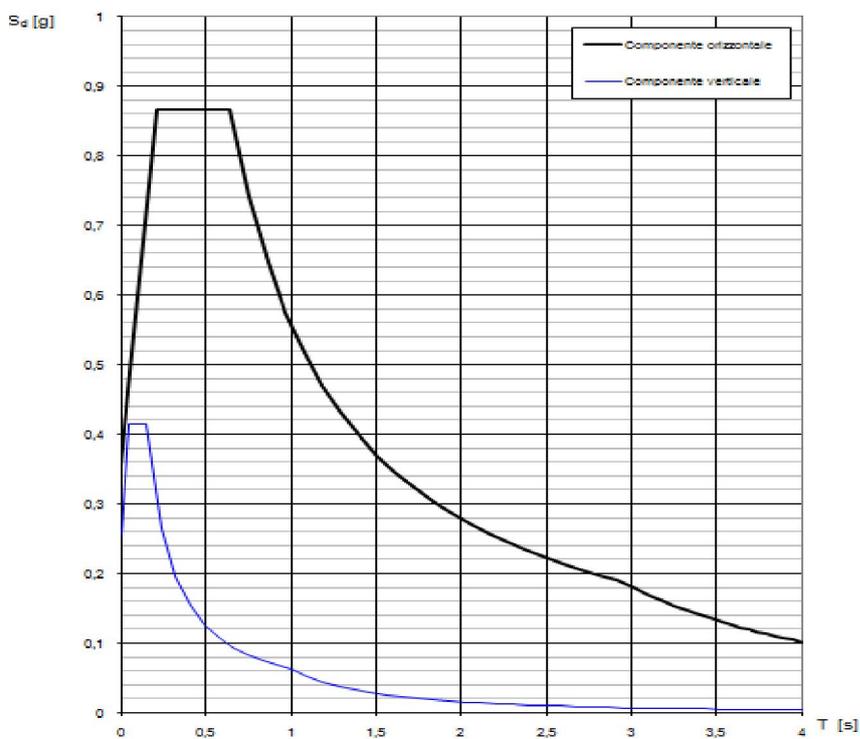
Parametri dipendenti

S	1,078
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	2,920 s

Parametri dipendenti

F_v	1,890
S	1,000
η	0,667

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale per SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_n	0,372 g
F_n	2,454
T_C^*	<input type="text"/> s
S_S	1,035
C_C	1,248
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	<input type="text"/>
a_{ov}	0,306 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

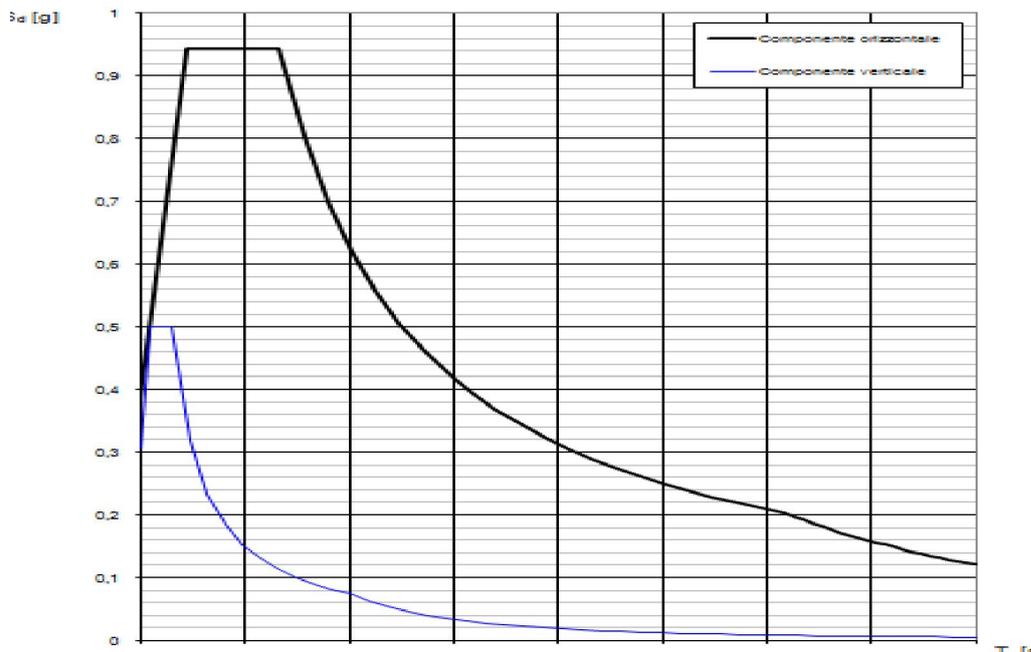
Parametri dipendenti

S	1,035
η	1,000
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_D	3,086 s

Parametri dipendenti

F_v	2,019
S	1,000
η	0,667

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



	Kh [-]	Kv [-]
SLO	0,016	0,008
SLD	0,030	0,015
SLV	0,109	0,054
SLC	0,118	0,059

9. CONCLUSIONI

Le indagini dirette ed indirette e gli studi geologici eseguiti, che riguardano un'area posta alla periferia sud ovest del Comune di Rosolini (SR), hanno avuto lo scopo di definire il **modello geologico** dell'area, imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, e la **pericolosità geologica del territorio**.

I termini litologici affioranti in zona e che verranno interessati dall'opera in progetto sono rappresentati dalle calcareniti grigio biancastri appartenenti al livello basale del M.bro Irminio (F.ne Ragusa) e dai banconi calcarenitici grigio biancastri appartenenti al livello basale dello stesso Membro.

Morfologicamente non si rilevano fenomeni di latente instabilità laddove affiora la roccia in posto.

Diversa però appare la situazione, dove la morfologia naturale del versante è stata alterata da interventi antropici: infatti l'alveo, per permetterne l'attraversamento, è stato completamente ostruito da rilevato stradale e il deflusso delle acque è permesso esclusivamente dalla presenza di un tombino scatolare di 3,00x3,00 m che attraversa che attraversa il rilevato stesso. Il restringimento dell'alveo comporta, in occasione di precipitazioni particolarmente intense, da un lato fenomeni di allagamenti che rendono la via Monsignor Murana impraticabile, dall'altro un aumento della velocità e della turbolenza delle acque incanalate che sono causa dei fenomeni franosi che stanno interessando il materiale di riporto che ricopre il versante dell'alveo immediatamente a valle della struttura scatolare.

L'area interessata in questione rientra, per i motivi anzidetti fra i **siti di attenzione del PAI redatto dalla Regione Sicilia**.

Lo scopo dell'opera in progetto è quella di ripristinare le condizioni naturali dell'alveo, in modo da eliminare quegli elementi o fattori che attualmente minano l'attuale equilibrio morfologico esistente, e sono la causa scatenante dei fenomeni di dissesto attualmente in atto.

La falda acquifera si trova ad una profondità tale, circa 100 metri dal p.c., da non compromettere la stabilità della struttura dell'opera in progetto.

Dal rilevamento geologico di superficie si evidenzia che nel sito e nelle aree limitrofe l'assenza di strutture tettoniche che possono costituire una reale minaccia per la stabilità dell'opera.

Sulla base della storia sismica e della situazione geologico-strutturale della zona, è stato considerato dal punto di vista sismico **“zona sismica 2”**

Le indagini geofisiche effettuate nel sito hanno consentito di classificare il suolo, in base ai criteri esposti dalle NTC 2008, dalla misura delle Vs30. Facendo riferimento alla tabella 3.2.II dalle NTC 2008 il sottosuolo è stato classificato come: **CATEGORIA DI SUOLO DI TIPO “B”**

Il Geologo