



**Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile
n°429 del 9 gennaio 2017
(G.U. n°12 del 16 gennaio 2017)**

**S.P. N°65 CASTELPAGANO - RICCIA
Risanamento movimento franoso al km. 2+700
(frana alla località "Bufalara" di Castelpagano)**



Soggetto Attuatore:

Provincia di Benevento

Codice intervento:

00/A/24

**PROGETTO ESECUTIVO
GRAFICI DI PROGETTO
RELAZIONE SULLE FONDAZIONI**

**IL PROGETTISTA
(Dott. Ing. CASSETTA Angelo)**

**Responsabile Unico del Procedimento
(Dott. Ing. Salvatore Minicozzi)**

Comune:

CASTELPAGANO (BN)

Codice Elaborato

11

SCALA

Progetto: SP 65 CASTELPAGANO-RICCIA
Ditta: PROVINCIA DI BENEVENTO
Comune: CASTELPAGANO (BN)
Progettista: Dott. Ing. Angelo Cassetta
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018) **Geometria paratia**

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	1,50	[m]
Profondità di infissione	15,50	[m]
Altezza totale della paratia	17,00	[m]
Lunghezza paratia	40,00	[m]
Numero di file di pali	2	
Interasse fra le file di pali	0,80	[m]
Interasse fra i pali della fila	3,25	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Numero totale di pali	25	
Numero di pali per metro lineare	0.62	

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	Copertura	1750,0	1850,0	10.00	9.00	0,050
2	Succ. marnoso-arenacea	1950,0	2070,0	27.00	20.00	0,080

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

N°	sp	α_M	α_V	Kw _M	Kw _V	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ² /cm]	[kg/cm ² /cm]		
1	4,00	2.41	2.41	0.91	0.91	Copertura	Copertura
2	15,00	5.00	-4.00	2.56	2.56	Succ. marnoso-arenacea	Succ. marnoso-arenacea

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta Ka e Kp che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine 41.431089
 Longitudine 14.796942
 Comune Castelpagano
 Provincia Benevento
 Regione Campania

Punti di interpolazione del reticolo 30545 - 30323 - 30322 - 30544

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
 Vita di riferimento 50 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	2.006	0.724
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.421	2.393
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.404	0.317
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	B	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.200	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	0.990	0.990
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.085	0.085
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.542	0.542
Prodotto α β	0.536 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	13.153	4.744
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Pa Spinta attiva, espressa in [kg]
 Is Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
 Pw Spinta della falda, espressa in [kg]
 Pp Resistenza passiva, espressa in [kg]
 Pc Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	SLU - STR	8849	1,99	--	--	--	--	-12783	5,51	3934	13,41
2	SLU - STR	14279	2,09	--	--	--	--	-20463	5,52	6185	13,45
3	SLU - GEO	9018	2,12	--	--	--	--	-12887	5,52	3869	13,46
4	SLU - GEO	14140	2,15	--	--	--	--	-20171	5,54	6032	13,48
5	SLV - GEO	8645	3,81	9041	1,00	--	--	-24784	5,58	7097	13,57
6	SLE - Rara	5582	1,90	--	--	--	--	-8130	5,50	2548	13,38
7	SLE - Frequente	5582	1,90	--	--	--	--	-8130	5,50	2548	13,38
8	SLE - Quasi permanente	5582	1,90	--	--	--	--	-8130	5,50	2548	13,38
9	SLE - Rara	9585	2,04	--	--	--	--	-13788	5,51	4203	13,43
10	SLE - Frequente	7101	1,99	--	--	--	--	-10260	5,51	3158	13,41
11	SLD	5526	2,34	1523	1,00	--	--	-10132	5,52	3082	13,43

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Rc Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]
 Rt Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]
 Rv Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]
 Rp Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
----	------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------

		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	SLV - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6	SLE - Rara	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7	SLE - Frequente	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8	SLE - Quasi permanente	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9	SLE - Rara	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	SLE - Frequente	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	SLD	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	SLU - STR	25361	6,00	8849	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,50	-3934	9,25	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	39837	6,00	14279	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,40	-6185	9,30	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	24911	6,05	9018	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,40	-3869	9,30	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	38820	6,05	14140	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,30	-6032	9,35	0	0,00	MIN
5	SLV - GEO	45546	6,15	17686	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,00	-7097	9,45	0	0,00	MIN
6	SLE - Rara	16445	5,95	5582	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,50	-2548	9,20	0	0,00	MIN
7	SLE - Frequente	16445	5,95	5582	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,50	-2548	9,20	0	0,00	MIN
8	SLE - Quasi permanente	16445	5,95	5582	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,50	-2548	9,20	0	0,00	MIN
9	SLE - Rara	27089	6,00	9585	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,40	-4203	9,30	0	0,00	MIN
10	SLE - Frequente	20364	6,00	7101	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,50	-3158	9,25	0	0,00	MIN
11	SLD	19862	6,00	7049	3,95	13352	17,00	MAX
		0	0,00	-3082	9,30	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	SLU - STR	0,5789	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0252	12,90	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,9147	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0397	12,95	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,5732	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0249	13,00	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,8962	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0388	13,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - GEO	1,0671	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0460	13,20	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Rara	0,3734	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0163	12,85	0,0000	0,00	MIN
7	SLE - Frequente	0,3734	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0163	12,85	0,0000	0,00	MIN
8	SLE - Quasi permanente	0,3734	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0163	12,85	0,0000	0,00	MIN
9	SLE - Rara	0,6205	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0270	12,95	0,0000	0,00	MIN
10	SLE - Frequente	0,4649	0,00	0,0113	0,00	MAX
		-0,0203	12,90	0,0000	0,00	MIN
11	SLD	0,4551	0,00	0,0113	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Y _u	V	Y _v	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0198	12,95	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X _c ; Y _c)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X _v ; Y _v)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X _m ; Y _m)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _c , Y _c	R	X _v , Y _v	X _m , Y _m	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
3	SLU - GEO	-1,70; 1,70	8,54	-9,13; -2,50	6,67; 0,00	3.613
4	SLU - GEO	-1,70; 1,70	8,54	-9,13; -2,50	6,67; 0,00	3.128
5	SLV - GEO	-3,40; 3,40	10,63	-12,21; -2,54	6,68; 0,00	3.205

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzio normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzio normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y	A _f	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLV - GEO	6,15	62,83	72873	7728	76080	8068	1.044

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} / V _{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	
5 - SLV - GEO	3,95	1,57	15,00	28298	49102	1.735

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

A _f	σ _c	cmb	σ _f	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
62,83	110,30	9	3140,43	9

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto Dott. Ing. Angelo Cassetta, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Cassetta Angelo
Licenza	AIU5318C5

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(Dott. Ing. Angelo Cassetta)
