

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

- DECRETO LEGISLATIVO 18 APRILE 2016 N. 50 -
- Articolo 23 - Commi 7-8 -

1° STRALCIO ESECUTIVO



COMUNE DI OVODDA

- PROVINCIA DI NUORO -

S
T
U
D
I
O

T
E
C
N
I
C
O



R.T.P.
ING. M. M. PIRODDI
GEOL. G. PIRODDI

VIA GARIBALDI N° 7
08044 - JERZU -NU-
Tel. Fax: 0782 71031
E-mail: piroddimg@tiscali.it
PEC: marcomgiorgetto.piroddi@ingpec.eu

C.F. PRDMCM59C14E387Z
P.I. 00769670910

PROGETTO :

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA VERSANTI STRADALI.
STRADA COMUNALE OVODDA - CUCCHINADORZA
(C/O PONTE TALORO)

ALLEGATO

M

Calcolo Reti a Terra e Rafforzamenti Corticali

DATA

Novembre 2020

COMMITTENTE

Amministrazione Comunale

PROGETTISTA

Capogruppo RTP:
Dr. Ing. Marco Mario Piroddi

Dimensionamento Reti Metalliche, Cavi d'Acciaio e Chiodature per Reti Aderenti a Terra su Scarpate Inclinate.

Distanza in verticale tra le file orizzontali di chiodatura (distanza misurata sulla pendenza di scarpa)

Mt. 3.00



Amministrazione Comunale di OVODDA (Nu). Messa in Sicurezza Versanti Stradali.
Strada Comunale Ovodda-Cucchinadorza (c/o Ponte Taloro)

Reti Metalliche in Aderenza su Scarpate

Forza di taglio lungo il pendio

ATTENZIONE le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

valori da inserire

FORZA DI TAGLIO "F" LUNGO IL PENDIO

La forza di taglio F lungo il pendio è uguale alla componente del peso del terreno corticale in potenziale distacco, componente parallela al pendio stesso. Tale componente è ridotta dallo sforzo di frizione ed è amplificata dall'effetto terremoto e dei coefficienti di sicurezza agli S.L.
 $F = F1 + F2 + F3$

F1 (componente senza terremoto) = $W \cdot L \cdot (\sin \beta - \tan \delta \cdot \cos \beta)$

$W = H \cdot \gamma_s + S$

dove:

- F1 = forza di taglio per m di scarpata (senza terremoto);
- W = peso del terreno di riempimento per m²;
- H = spessore del terreno;
- γ_s = peso del terreno di riempimento saturato;
- β = angolo di scarpa;
- δ = angolo di attrito tra terreno di riempimento e terreno della scarpata;
- S = carico da neve
- kh = coeff. sismico orizzontale
- kv = coeff. sismico verticale
- F = forza di taglio amplificata dell'azione sismica

H	γ_s	S	W	L	Dist. Pg. Precedente
0.250	22.00	0.00	5.50	3.00	

β	δ	W*L	F = (F1+F2+F3) * gf
70.00	35.00	16.50	17.5230
$\cos \beta$	$\sin \beta$	$\tan \delta$	F1
0.34	0.94	0.70	11.5534 KN/m

kh	kv	F2 = F1*kh*cos β	F3 = F1*kv*sen β
0.0137080	0.0068540	0.0541672	0.0744116
parametri desunti da foglio calcolo Parametri Sismici		Forza di taglio F1 amplificata con il coeff sismico orizzontale kh	Forza di taglio F1 amplificata con il coeff sismico verticale kv

gg1= Coefficiente di Sicurezza Parametri Geotecnici (M1 relativo a Peso dell'Unità di Volume)	1.00	dalla tabella 6.2 II si evince che i coefficienti gg1 e gg2, nella condizione M1, sono sempre eguali ad 1.
gg2= Coefficiente di Sicurezza Parametri Geotecnici (M1 relativo ad Angolo di Resistenza al Taglio)	1.00	
gf= Coefficiente di Sicurezza Parziale per le Azioni (A1 relativo ad Azioni Variabili Q)	1.5	dalla tabella 6.2 I si evince che il coefficiente gf, nella condizione A1 Azioni Variabili Q Sfavorevole, è eguale ad 1.5

Forza Taglio F complessivi va lungo pendio

F (KN/m)
17.5230



Tab. 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_R (o γ_Q)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G ₁	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti G ₂	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

* Per i carichi permanenti G₂ si applica quanto indicato alla Tabella 2.0.1. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{R1}

Tab. 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Geometria alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_{M1}	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_l$	γ_{ϕ}	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_s	1.0	1.0

Note:

L'angolo di frizione δ (tra roccia in posto e suolo di riempimento) all'interfaccia sarà variabile da situazione a situazione poiché non dipende solo dalla scabrezza e dal tipo di materiale di substrato, ma anche dal grado di compattazione e dalla presenza d'acqua nel terreno di riporto.

Se il substrato è di tipo roccioso, compatto, o siamo in presenza, per esempio di *spritzbeton* liscio, non si potrà utilizzare δ come angolo di attrito interno del terreno vegetale ma questo dovrà essere considerevolmente ridotto.

Resistenza limite a trazione della rete

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

valori da inserire

calcolo area filo			
D = Diametro (mm)	2 70	A = Area Traversa Filo (mm ²)	5.73

Determinazione della massima resistenza a trazione di un filo	ftk (rottura)	gm	fyd	A	T _{max}
T _{max} = Forza di massima trazione supportabile (in corrispondenza del nodo di rete) dal singolo filo verticale in direzione longitudinale allo stesso	daN/mm ²		daN/mm ²	mm	daN
gm = coeff. di sicurezza per armature a doppia torsione	42.50	1.30	32.69	5.73	187.18

V _{max} = Componente massima di trazione supportabile dal singolo filo inclinato (in uscita dal nodo della maglia esagonale) in direzione longitudinale allo stesso V _{max} = T _{max} *cos a	a	cos45°	T _{max}	V _{max}
a = angolo della maglia	°		daN	daN
	45	0.71	187.18	132.36

J = contributo positivo per eventuale presenza di cavi incrociati e/o verticali	J	1.50

Nel caso in cui si utilizzi un collegamento sommitale tra le cambre di ancoraggio di tipo continuo in fune d'acciaio, realizzato legando e risvoltando le maglie della rete sul predetto cavo d'acciaio, lo sforzo di trazione sollecitante la rete verrà distribuito su un determinato numero N1 (a ml. di rete) di singoli fili costituenti appunto la rete esagonale	N1	V _{tot}	V _{tot}	V _{tot} = V _{max} * N1 * J = resistenza totale a trazione (in direzione del pendio) della rete esagonale con maglia cm. 8*10 per ml. di fronte (incluso contributo aggiuntivo cavi incrociati e/o verticali di rafforzamento corticale)
N1 = numero di fili risultanti dal taglio orizzontale effettuato sulla rete a maglia esagonale (cm 8x10) in corrispondenza della fune d'acciaio, per il risvolto sulla medesima della rete stessa		daN	kN	
	24.00	4764.86	47.65	
			V _{tot.}	

Forza Taglio F complessiva lungo pendio	F (KN/m)	di cui a pg. Precedente
	17.52	

Verifica: V _{tot} /F >= 1	V _{tot} /F >= 1	2.72	Verificato

Resistenza limite della fune sommitale

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

valori da inserire

azione applicata alla fune per ml di fronte	F	1752.30	daN/m	
freccia massima ammessa in mezzeria	f	0.400	m	
lunghezza della campata (interasse chiodature)	L	4.00	m	interasse orizzontale cambre
semi interasse chiodature	L/2	2.00	m	
angolo dell'inflessione del cavo	a	11.31	°	
calcolo trazione max fune in mezzeria	T _{max}	8935.01	daN	
carico di rottura della fune	F _{tk}	12030.00	daN	
coefficiente di sicurezza per cavi e giunzioni	g _m	1.80		
carico di snervamento di progetto	F _{yd}	6683.33	daN	
contributo positivo aggiuntivo per eventuale presenza di cavi incrociati e/o verticali di rafforzamento corticale	k	1.50		

Verifica: $F_{yd} \cdot k / T_{max} \geq 1$

$F_{yd} \cdot k / T_{max} \geq 1$	1.12	Verificata
-----------------------------------	------	------------

Tiro massimo in mezzeria $T_{max} = F \cdot L^2 / (8 \cdot f \cdot \cos a)$

Corda acciaio a 6 funi (F6) 216 fili ed anima tessile al centro; Resistenza unitaria 1770 N/mm²

Diametro fune (mm)	Diametro fili esterni (mm)	Peso per metro (kg)	Carico di rottura minimo (kg)
6	0.33	0.137	2150
7	0.39	0.196	2900
8	0.44	0.243	3820
9	0.50	0.308	4830
10	0.57	0.380	6000
11	0.63	0.460	7250
12	0.68	0.547	8610
13	0.74	0.643	10100
14	0.80	0.735	12030
16	0.90	0.960	15800
18	1.00	1.200	20000
20	1.12	1.490	24880
22	1.24	1.820	29900
24	1.34	2.140	35000
26	1.43	2.480	41000
28	1.55	2.990	49000
30	1.66	3.450	56900
32	1.77	3.940	64900
34	1.88	4.410	72900
36	2.00	4.960	81900
38	2.10	5.510	91000
40	2.20	6.130	101100
Tipologia Scelta $\phi 14$			12030

A.8

Stati limite ultimi

A.8.1

Fattori parziali

P(1) Per gli elementi strutturali di sistemi di cavi, i fattori parziali γ_M devono essere considerati come segue:

- per cavi tesi, il più severo tra:
 - basato sulla resistenza a rottura del cavo: $\gamma_M = 1.8$
 - basato sulla resistenza del cavo corrispondente ad una deformazione residua dello 0,2%: $\gamma_M = 1.4$
- per altre condizioni di sforzo in cavi e altri sistemi strutturali di sistemi di cavi: $\gamma_M = 1.1$

P(2) I fattori parziali γ_M per coefficienti di attrito fra i cavi e le superfici portanti (selle, morsetti, ecc., vedere A.5.4) devono essere assunti come segue:

- dove un incremento di attrito darebbe luogo ad un maggiore livello di sicurezza per il ponte: $\gamma_M = 2.0$
- dove una riduzione di attrito darebbe luogo ad un maggiore livello di sicurezza per il ponte: $\gamma_M = 0.9$

Verifica strutturale delle barre di ancoraggio

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

valori da inserire

Ipotesi: la fune è ancorata in prossimità dell'incastro
cambra - roccia esercitando un'azione di taglio proprio
sulla sezione di incastro.

ACCIAIO B450C

tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	Tmax	8935.01	daN
diámetro della barra	Ø	24.00	mm
materiale	B450C		
tensione caratteristica di snervamento	fyk	45.00	daN/mm ²
fattore di sicurezza parziale per gli acciai	gm	1.15	
tensione caratteristica di snervamento di progetto	fyd	39.13	daN/mm ²
area barra	A	452.39	mm ²
fattore di taglio	Nf	0.577	
taglio resistente	Trd	10220.37	daN

Pertanto:

Verifiche: Trd/Tmax >= 1	1.14	Verificata
--------------------------	------	------------

ACCIAIO GEWI PLUS S 670/800

Tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	Tmax	8935.01	daN
diámetro della barra	Ø	22.00	mm
materiale	GEWI PLUS S 670/800		
tensione caratteristica di snervamento	fyk	67.00	daN/mm ²
fattore di sicurezza parziale per gli acciai	gm	1.15	
tensione caratteristica di snervamento di progetto	fyd	58.26	daN/mm ²
area barra	A	380.13	mm ²
fattore di taglio	Nf	0.577	
taglio resistente	Trd	12786.50	daN

Pertanto:

Verifiche: Trd/Tmax >= 1	1.43	Verificata
--------------------------	------	------------

Caratteristiche Barre Gewi Plus

Diametro cambra (mm)	Qualità acciaio (N/mm ²)	Area (mm ²)	Carico snervamento (kg)	Carico ultimo (kg)
18	S 670/800	254	17000	20400
22	S 670/800	380	25500	30400
25	S 670/800	491	32900	39300
28	S 670/800	616	41300	49300
30	S 670/800	707	47400	56500
35	S 670/800	962	64500	77000
43	S 670/800	1452	97300	116200
57.5	S 670/800	2597	174000	207700
63.5	S 670/800	3167	212200	253400
Tipologia Scelta Ø 22				

Calcolo lunghezza bulbo ancoraggio barre

ATTENZIONE le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

valori da inserire

Il dimensionamento di un ancoraggio consiste nel determinare la sezione trasversale e la lunghezza della zona attiva partanto essendo:

Roccia	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze degli ancoraggi (PERMANENTI)	gf	1.20	
	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze del terreno (GEOTECNICA CON ANCORAGGI DI PROVA)	gR	1.50	
	F= tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	Tmax	8935.01	daN
	diámetro del foro	d _f	8.00	cm
	adesione tra malta e terreno	R _{ti}	4.7500	daN/cm ² da 3.50 a 60.00 daN/cm ²
	lunghezza attiva della barra (bulbo ancoraggio)	L	150.00	cm
	sforzo massimo sopportabile della barra di ancoraggio tra malta e terreno tenendo conto del coeff. delle resistenze	Fb1max	9943.33	daN

Pertanto:

Verifiche: Fbmax/F >= 1	1.11	Verificato
-------------------------	------	------------

Terra Sciolta Coerente	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze degli ancoraggi (PERMANENTI)	gf	1.20	
	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze del terreno (GEOTECNICA)	gR	1.50	
	F= tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	Tmax	8935.01	daN
	diámetro del foro	d _f	8.00	cm
	adesione tra malta e terreno	R _{ti}	1.2500	daN/cm ² da 0.50 a 3.00 daN/cm ²
	lunghezza attiva della barra (bulbo ancoraggio)	L	550.00	cm
	sforzo massimo sopportabile della barra di ancoraggio tra malta e terreno tenendo conto del coeff. delle resistenze	Fb2max	9594.44	daN

Pertanto:

Verifiche: Fbmax/F >= 1	1.07	Verificato
-------------------------	------	------------

Terra Sciolta Incoerente	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze degli ancoraggi (PERMANENTI)	gf	1.20	
	coefficiente di sicurezza parziale per le resistenze del terreno (GEOTECNICA)	gR	1.50	
	F= tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	Tmax	8935.01	daN
	diámetro del foro	d _f	8.00	cm
	adesione tra malta e terreno	R _{ti}	1.2500	daN/cm ² da 1.00 a 5.00 daN/cm ²
	lunghezza attiva della barra (bulbo ancoraggio)	L	550.00	cm
	sforzo massimo sopportabile della barra di ancoraggio tra malta e terreno tenendo conto del coeff. delle resistenze	Fb3max	9594.44	daN

Pertanto:

Verifiche: Fbmax/F >= 1	1.07	Verificato
-------------------------	------	------------

ROCCIA	Resistenza di adesione unitaria malta-terreno [Mpa] min / max	
Basalto	5.50	6.00
Calcare	2.80	4.80
Arenaria	1.50	1.70
Dolomite	1.70	1.90
Scisti	0.50	0.70
Scisti alterati	0.30	0.50
Gesso	0.50	0.80
Ardesia	1.50	1.80
SCIOLTO	Resistenza di adesione unitaria malta-terreno [Mpa] min / max	
Limi argillosi	0.06	0.09
Argilla saturo	0.05	0.08
Argilla sabbiosa compatta	0.20	0.40
Sabbia medio fine compatta	0.20	0.60
Argilla medio plastica dura	0.20	0.50
Argilla medio plastica media	0.16	0.29
Sabbia grossa e ghiaia compatta	0.29	0.60

1 Mpa = 10 daN/cm²

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ _R	1,1
Permanenti	γ _R	1,2

Tab. 6.6.II - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica da prove di progetto, in funzione del numero degli ancoraggi di prova

Numero degli ancoraggi di prova	1	2	>2
$\frac{E_{s1}}{E_{s2}}$	1,5	1,4	1,3
$\frac{E_{s2}}{E_{s1}}$	1,5	1,3	1,2

Verifica sfilamento armatura da bulbo cls

Da = Diametro minore tra armature prescelte	cm	2.20	
Rck Bulbo Ancoraggio	kg/cmq	350.00	
lb= Lunghezza minima armatura entro bulbo (SU SALDO)	cm	150.00	ipotesi solo su roccia di pg. Precedente
Cf = Circonferenza armatura = $2\pi r$ (Da/2)	cmq	6.91	
Tmax = tiro massimo della fune di ancoraggio applicata al picchetto	kg.	8935.01	
γ_c = coefficiente parziale sicurezza cls		1.5	
η_a = coefficiente armatura = $(132 - Da \text{ in mm.})/100$		0.66	<< 1 per armature $\leq \varnothing 32\text{mm.}$
fctk = resistenza caratt. trazione cls = $0.7 \cdot 0.27 \cdot (Rck)^{2/3}$	kg/cmq	9.39	
τ = tensione tangenziale armatura = $2.25 \cdot \eta_a \cdot fctk / \gamma_c$	kg/cmq	9.29	
Nu = Resistenza sfilamento interfaccia acciaio - bulbo di fondazione = $\pi \cdot Da \cdot lb \cdot \tau$ (SU SALDO)	kg	9633.99	

VERIFICA COMPLESSIVA: Nu / Tmax. ≥ 1	verificato	1.08
---	------------	------

Dati da Inserire

Dati Importanti

Calcoli e Verifiche Importanti

VERIFICA GERARCHICA

Rtd = Resistenza snervamento barra Gewi 670/800 Ø 18.00 mm.	kg.	25500.00	Snervamento da tabella Gewi		da ricercare in calcolo lunghezza ancoraggi barre
Fb max = sforzo massimo sopportabile della barra di ancoraggio per adesione tra malta e terreno tenendo conto del coeff. delle resistenze. (valore max tra Fb1max - Fb2max - Fb3max)	kg.	9943.33	Rtd>TR	SI	
Nu = Resistenza sfilamento interfaccia acciaio - fondazione = $\pi \cdot Da \cdot lb \cdot \tau$. (SU SALDO)	kg.	9633.99	TR>Nu	SI	

VERIFICA COMPLESSIVA: Rtd>TR>Nu	verificato
--	-------------------

Dati da Inserire

Dati Importanti

Calcoli e Verifiche Importanti