

Nuova S.S.125/133bis "Olbia-Palau"  
Tratta Arzachena Nord – Palau,  
Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena  
Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 – 1°  
stralcio, fino a Palau.

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA366

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

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 A15138)

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Ruggieri

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



**OPERE D'ARTE MINORI**

**OPERE DI SOSTEGNO**

Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA366_P000S00GETRE02_A			
DPCA0366	D 22	CODICE ELAB.	P00OM00GETRE02	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB 2024	L. STARNA	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</i></b>	

## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1	Oggetto .....	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>5</b>
3.1	Calcestruzzi .....	5
3.1.1	Caratteristiche ai fini della durabilità .....	5
3.1.2	Copriferri nominali .....	6
3.1.3	Resistenze di progetto .....	8
3.1.4	Verifiche a fessurazione .....	8
3.2	Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate .....	11
3.2.1	Qualità dell'acciaio .....	11
3.2.2	Resistenze di progetto .....	11
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>12</b>
4.1	Stratigrafia di calcolo .....	12
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>13</b>
5.1.1	Carichi permanenti strutturali .....	13
5.1.2	Carichi permanenti trasmessi dalle barriere in testa ai cordoli dalle barriere antirumore	13
5.1.3	Azione del Vento .....	13
5.2	Combinazioni delle azioni .....	15
5.3	Verifiche agli SLU .....	16
<b>6</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI</b> .....	<b>18</b>
6.1	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	18
6.1.1	Verifica a ribaltamento .....	18

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</i></b>	

---

6.1.2	Verifica al carico limite .....	20
6.1.3	Verifica a scorrimento .....	25
6.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	27
6.2.1	Verifica a taglio.....	27
6.2.2	Verifica a torsione .....	29

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra, calcoli, verifiche strutturali e geotecniche delle opere di fondazione delle strutture di mitigazione acustica da eseguire nell'ambito dei lavori di realizzazione della Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.

La barriera antirumore sarà installata per i tratti:

- BA01-ARZ dalla progressiva km 0 + 021 alla progressiva km 0 + 140, di lunghezza pari a 119.00 m;
- BA01-PAL dalla progressiva km 0 + 976.3 alla progressiva km 1 + 022.7, di lunghezza pari a 46.40 m.

Nella figura seguente si riporta la sezione tipo:

BARRIERA ANTIRUMORE SU  
CORDOLO

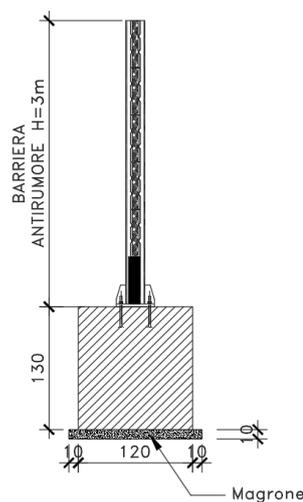


Figura 1.1. Sezione trasversale strutture di mitigazione acustica e opere di fondazione.

La barriera ha altezza costante per tutta la sua estensione,  $H=3.0$  m.

La fondazione è costituita da un cordolo in cemento armato ordinario, interrato ad una distanza dal ciglio stradale di min 2.3 m. la larghezza della sezione è pari a 1.20 m, mentre l'altezza è pari a 1.30 m.

La barriera antirumore sarà ancorata in fondazione mediante tirafondi in acciaio.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</i>	

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D\_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

#### 3.1 Calcestruzzi

##### 3.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme EN206 e UNI 11104.

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla “Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano” contenuta nell’appendice A alla norma, che attribuisce alla [Sardegna](#) un livello di rischio [Nullo](#), è stata esclusa l’applicazione della classe [XF](#) (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe [XD](#) (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall’acqua di mare).

Relativamente all’applicazione della classe [XA](#) (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, non hanno evidenziato acidità nei terreni e concentrazioni di CO2 nell’acqua, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma. Non si riscontra quindi la presenza di un ambiente aggressivo.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d’opera e il contenuto minimo di cemento:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)			
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Fondazioni
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		<b>C12/15</b>	<b>C25/30</b>
Classe di esposizione ambientale		-	<b>XC2</b>
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32
	Dlower	-	20
Classe di consistenza		-	S4
Rapporto max acqua/cemento		-	0.6
Contenuto massimo di cloruri		-	CEM I+V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )		150	300

**Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi**

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

### 3.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

**Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm**

C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

**DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018**

<b>Dati generali relativi all'opera</b>	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		2
Vita nominale dell'opera	V <sub>N</sub>	anni	50

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	barre da c.a.						cavi da c.a.p.			
	elementi a piastra		altri elementi				elementi a piastra		altri elementi	
	R <sub>ckmin</sub>	R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

Elemento	Fondazioni
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1
Elemento a piastra	SI
Classe di esposizione	XC2
Ambiente	ordinario
R <sub>ck</sub>	30
Check R <sub>ck</sub> min	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	20
incremento Per V <sub>n</sub> =100 (tipo di costruzione 3)	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini	0
Tolleranza di posa	10
copriferrino nominale	30

**Tabella 4.2 – Valori dei copriferrini nominali in base alle NTC2018**

I valori effettivamente adottati per i copriferrini nominali di progetto, in questo caso risultano;

Elemento	Fondazioni
<b>copriferrino nominale di progetto</b>	<b>40</b>

**Tabella 4.3 – Valori dei copriferrini nominali adottati in progetto**

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

### 3.1.3 Resistenze di progetto

#### Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

Calcestruzzo non armato o a bassa perc. di armatura	Var	unità	
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ct1d} = 0.85 f_{ctd}$	Mpa	1.02
tensione di compressione limite	$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2(f_{ct1d}^2 + f_{cd} f_{ctd})^{0.5}$	Mpa	6.31

### 3.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

**Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **ordinarie**: per le verifiche a fessurazione delle opere di fondazione (**XC2**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

**Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Ordinarie** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_3 = 0.4$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm

In alcuni casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

**Tabella C4.1.II** Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

**Tabella C4.1.III** -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

<b>Tensioni limite in funzione diametro barre</b>			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4$ mm	$w_2=0.3$ mm	$w_1=0.2$ mm
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 3.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 3.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

### 3.2.2 Resistenze di progetto

<b>Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540	540
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>	
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>	
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</i>	

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L'assetto litologico che interessa le paratie in oggetto è rappresentato dalla successione di strati differenti per ciascuna sezione di calcolo:

- un tratto superficiale di depositi alluvionali "ba", che si sviluppa per poco più 1 m dalla testa della paratia;
- uno strato costituito da una frazione alterata delle formazioni granitoidi caratterizzata da sabbie e conglomerati non coesive "AZNarn" per uno spessore massimo di circa 8-10 m;

### 4.1 Stratigrafia di calcolo

Le fondazioni delle barriere antirumore sono impostate nel corpo del rilevato stradale.

Sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

Terreno di fondazione:

Strato	Ba (ALG)
Peso di volume – $\gamma$ (kN/mc)	18
Angolo di attrito – $\phi$ (°)	34
Coesione drenata – $c'$ (kPa)	0

Terreno di rinterro:

Strato	(S)
Peso di volume – $\gamma$ (kN/mc)	19
Angolo di attrito – $\phi$ (°)	35
Coesione drenata – $c'$ (kPa)	0

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento (*Decreto del 14/01/2008*, Norme Tecniche per le Costruzioni).

- Azioni permanenti: peso proprio dei cordoli, dei pannelli fonoassorbenti e dei guard-rail.
- Azioni variabili: spinta del vento.

### 5.1.1 Carichi permanenti strutturali

Peso proprio degli elementi strutturali calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a **25 kN/m<sup>3</sup>**.

### 5.1.2 Carichi permanenti trasmessi dalle barriere in testa ai cordoli dalle barriere antirumore

Relativamente al peso proprio delle barriere si considera un carico unitario di **3.0 kN/m<sup>2</sup>** che risulta cautelativo rispetto alle caratteristiche delle barriere antirumore in commercio.

Pertanto, si ottengono i seguenti carichi trasmessi in testa al muro di fondazione:

<b>Azioni trasmesse dalla barriera alle fondazioni</b>	Hbar <b>var</b>	m <b>unità</b>	<b>3.00</b> kNm/m
Peso proprio barriere - carico verticale	Ng2t	kN	9.0

### 5.1.3 Azione del Vento

Si calcola l'azione del vento che agisce sulle barriere fonoassorbenti, in accordo con le indicazioni del paragrafo 3.3 delle NTC 2018.

La pressione del vento  $p$  è esprimibile come:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

dove:

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico);

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

$c_d$  è il coefficiente dinamico.

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  [N/m<sup>2</sup>] si ottiene dalla seguente relazione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove:

$v_b$  è la velocità di riferimento del vento [m/s];

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

Il valore del coefficiente di esposizione è valutato in accordo al §3.3.7 delle NTC18:

$$\begin{aligned} c_e(z) &= k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] && \text{per } z \geq z_{\min} \\ c_e(z) &= c_e(z_{\min}) && \text{per } z < z_{\min} \end{aligned} \quad [3.3.7]$$

Dove:

$k_r$ ,  $z_0$  e  $z_{\min}$  sono assegnati nella Tab. 3.3.II delle NTC2018 in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

**Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione**

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

### Analisi dei carichi - Carichi unitari

#### Peso proprio

	var	unità	
peso proprio barriera antirumore	pG1a	kN/m2	3.00

#### Azioni del Vento (q5)

	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	750
parametro ka	ka	l/sec)	0.4
altitudine del sito s.l.m.	as	m	30
velocità di riferimento vb riferita a TR = 50 anni	vb	m/sec	28.0
Tempo di ritorno di progetto	TR	anni	50
coefficiente αr (eq.C3.3.2)	αr		1.00
velocità di riferimento vb riferita al TR di progetto	vb(TR)	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			II
coefficiente kr	kr		0.19
altezza di riferimento z0	z0	m	0.05
altezza di riferimento zmin	zmin	m	4.00
altezza dal suolo z	z	m	3.0
coefficiente beta	β		0.00
coefficiente gamma	γ		1.00
coefficiente di topografia	ct		1.00
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		1.80
coefficiente dinamico	cd		1.0
coefficiente di forma	cp		1.20

pressione del vento	p=qb ce cp cd	kN/m2	<b>1.06</b>
---------------------	---------------	-------	-------------

Per le verifiche si è considerata la spinta del vento come un carico concentrato

qv=1.06 kN/mq x 3.0 m x 1 m applicato a metà altezza della barriera fonoassorbente

## 5.2 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

### 5.3 Verifiche agli SLU

La normativa prescrive che vengano considerati i seguenti stati limite:

Stati limite ultimi:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
- *SLU di tipo strutturale (STR)*

Le verifiche sono eseguite in accordo a quanto prescritto al punto 6.5.3.1.1 del D.M. 14 gennaio 2018, nella condizione A1+M1+R3 (Approccio 2).

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni ( $\gamma_F$ ), per la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e, eventualmente, per la resistenza globale ( $\gamma_R$ ).

In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della seguente tabella:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

Per la resistenza dei materiali  $\gamma_M$ , (colonna M1) si ha

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Per i coefficienti di sicurezza R3, che nelle verifiche a ribaltamento vengono applicati alle azioni stabilizzanti, si fa riferimento alle seguenti tabelle:

Combinazione statica:

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Combinazione sismica:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Con i coefficienti parziali R3 tutti pari a 1

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 6 VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

### 6.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Realizzate unicamente per il cordolo di TIPO A per il quale, essendo su terreno, sono eseguite le stesse verifiche delle fondazioni superficiali.

#### 6.1.1 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il cordolo (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.00$ .

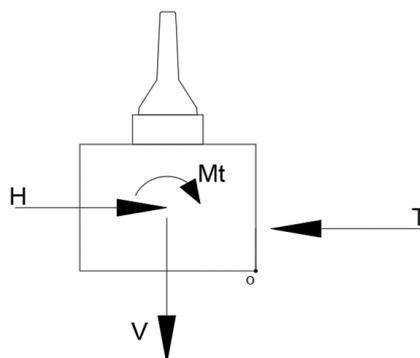
Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalle forze orizzontali del vento o dell'urto per i rispettivi bracci, considerate separatamente. Nel momento stabilizzante interviene il peso del cordolo, della barriera fonoassorbente e del guard-rail (applicati nel baricentro).

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Di seguito si riportano le verifiche eseguite su una lunghezza del cordolo pari a 30 m, dopo i quali si prevede l'interruzione per inserimento del giunto.



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

#### VERIFICA A RIBALTAMENTO VENTO

<b>Carichi esterni</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
<b>Condizione di carico (1 = Urto del veicolo in svio; 2 = altro)</b>			<b>2</b>
Azione orizzontale	H	kN	143.10
Azione verticale	N	kN	0.0
Momento ribaltante	Mt	kNm	307.7
Peso barriera antirumore	Pb	kNm	9.0
Peso barriera di sicurezza	Pb	kNm	0.0
Altezza del punto di applicazione dal piano viario	zq	m	1.00
interasse dei montanti	im	m	1.50
<b>Caratteristiche dei materiali</b>			
	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Resistenza a compressione cubica di progetto	Rck	Mpa	30.0
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1
<b>Caratteristiche geometriche</b>			
	<b>var</b>	<b>unità</b>	
<b>Carpenterie cordolo</b>			
Base plinto di fondazione	B	m	1.20
Altezza plinto di fondazione	H	m	1.30
Lunghezza plinto di fondazione	L	m	30.00
Area	Ac	m <sup>2</sup>	1.56
Distanza punto di rotazione - punto applicazione forze	h	m	0.650
Peso plinto di fondazione	N	kN	1170.0
<b>Verifica a ribaltamento</b>			
	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Angolo di attrito	$\phi'$	°	345
Peso specifico	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	18.0
Coesione	$c'$	kPa	0.0
Coefficiente di spinta passiva	$K_p$		0.59
Resistenza passiva	$R_p$	kN/m	8.7
Contributo momento stabilizzante da resistenza passiva	$R_p \cdot h/3$	kNm/m	3.8
Momento ribaltante	$M_{rib}$	kNm	400.7
Contributo peso stabilizzante	V	kN	1440.0
Momento stabilizzante	$M_{stab}$	kN	976.8
Fattore di sicurezza ribaltamento	$\gamma_R$		1.15
<b>Verifica a ribaltamento</b>	<b><math>M_{stab}/M_{rib}</math></b>		<b>2.12</b>

La verifica risulta soddisfatta.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

### 6.1.2 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal cordolo sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.00$ .

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = cN_c d_c i_c + qN_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- $\varphi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_q = A \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\varphi)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \varphi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\varphi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

Di seguito si riportano le verifiche.

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$
--

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

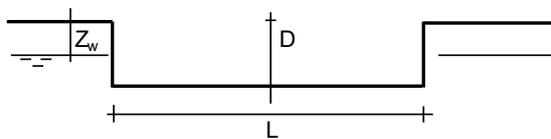
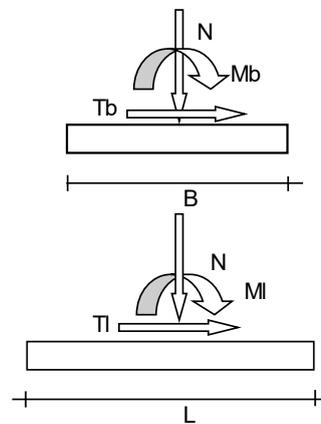
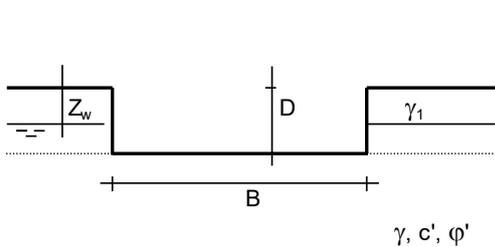
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

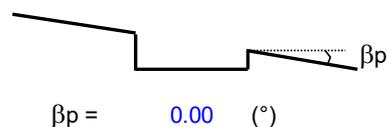
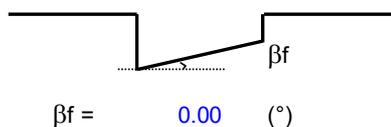
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

Metodo di calcolo			coefficienti parziali					
			azioni		proprietà del terreno		resistenze	
			permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$	$q_{lim}$	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	○		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	●		1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.10



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.20 (m)  
 L = 30.00 (m)  
 D = 1.30 (m)



	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1395.00		1395.00
Mb [kNm]		214.65	214.65
Ml [kNm]		0.00	0.00
Tb [kN]		143.10	143.10
Tl [kN]		0.00	0.00
H [kN]	0.00	143.10	143.10

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

*Peso unità di volume del terreno*

$$\gamma_1 = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 34.00 \quad (^\circ)$$

$$e_B = 0.15 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

*Valori di progetto*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 28.35 \quad (^\circ)$$

$$B^* = 0.89 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 30.00 \quad (\text{m})$$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 23.40 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**Nc, Nq, N $\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \gamma * D)}$$

$$Nq = 15.30$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 26.50$$

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \varphi'$$

$$N\gamma = 17.59$$

**s<sub>c</sub>, s<sub>q</sub>, s <sub>$\gamma$</sub>  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B * Nq / (L * Nc)$$

$$s_c = 1.02$$

$$s_q = 1 + B * \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.02$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 * B / L$$

$$s_\gamma = 0.99$$

**i<sub>c</sub>, i<sub>q</sub>, i <sub>$\gamma$</sub>  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.97 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_\gamma = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.03 \quad m = 1.97 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e

m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>γ</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B * L^* * c' * \cotg \varphi'))^m$$

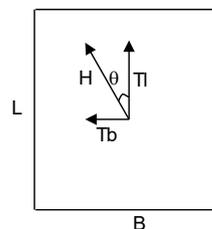
$$i_q = 0.81$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.79$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B * L^* * c' * \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.73$$



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

**d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>r</sub> : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$   
 per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.29$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.31$$

$$d_r = 1$$

$$d_r = 1.00$$

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>r</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_r \tan\phi')^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0.00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_r = b_q$$

$$b_r = 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>r</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0.00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_r = g_q$$

$$g_r = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 479.89 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 52.11 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 266.6 \geq q = 52.11 \quad (\text{kN/m}^2)$$

La verifica risulta soddisfatta.

### 6.1.3 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del cordolo deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il cordolo devono essere minori di tutte le forze, parallele

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il cordolo  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.00$ .

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: l'azione del vento o dell'urto, considerate in due verifiche differenti.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione  $\delta_f$  diversi autori suggeriscono di assumere un valore pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Di seguito si riportano le verifiche.

#### **Carico agente**

$$H_d = 143.10 \quad (\text{kN})$$

#### **Azione Resistente**

$$S_d = N \tan(\phi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 752.75 \quad (\text{kN})$$

#### **Verifica di sicurezza allo scorrimento**

$$S_d / \gamma_R = 684.32 \quad \geq \quad H_d = 143.10 \quad (\text{kN})$$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 6.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sul cordolo in cemento armato sono state eseguite secondo quanto specificato nelle [NTC018](#).

Il cordolo sollecitato dalle azioni del vento risulta essere soggetto a taglio e a torsione,

Il cordolo sarà armato con armati con  $18\phi 16$  lungo tutto il periodo della sezione e staffe  $\phi 12/20$ .

### 6.2.1 Verifica a taglio

VERIFICHE A TAGLIO			
Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	25
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza	H	m	1.30
Larghezza anima	bw	m	1.20
copriferro	c	m	0.06
altezza utile della sezione	d	m	1.24
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>			
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	3619
Coefficiente k	k	m	1.40
vmin	vmin		290.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00243
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00
<b>Resistenza unitaria a taglio</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>MPa</b>	<b>0.31</b>
<b>Resistenza a taglio</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>kN</b>	<b>456.8</b>

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

### Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

#### Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato  $V_{Rcd}$  kN 6324.0

#### Verifica dell'armatura trasversale

diámetro staffe	fsw	mm	12
passo staffe	scp	m	0.200
numero di bracci	nb		2
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.80
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	kN	1234.8
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	kN	3270.9

<b>Resistenza a taglio</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>kN</b>	<b>1234.8</b>
<b>Sforzo Taglio di calcolo</b>	<b><math>V_{Ed}</math></b>	<b>kN</b>	<b>143.1</b>
<b>Coefficiente di utilizzo: <math>V_{Ed} / V_{Rd}</math></b>	<b>c.u.</b>		<b>11.6%</b>
<b>Status Check</b>			<b>OK</b>

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
<b>CA366</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo fondazione per barriera antirumore</b>	

## 6.2.2 Verifica a torsione

VERIFICHE A TORSIONE			
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico	A	m <sup>2</sup>	0.88
perimetro medio del nucleo resistente	um	m	3.75
spessore della sezione cava resistente a torsione	t	m	0.31
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a torsione del conglomerato	T <sub>Rcd</sub>	kNm	1337.1
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
Resistenza dell'armatura trasversale	T <sub>Rs</sub>	kN	970.8
<i>Verifica dell'armatura longitudinale</i>			
diametro barre armatura longitudinale 1	fAl1	mm	16
numero barre armatura longitudinale 1	nAl1		18
Area armatura longitudinale resistente a torsione	Al	mm <sup>2</sup>	3619.1
Resistenza dell'armatura longitudinale	T <sub>Rs</sub>	kNm	264.9
<b>Resistenza a torsione</b>	<b>T<sub>Rd</sub></b>	<b>kNm</b>	<b>264.9</b>
<b>Sforzo di Torsione di calcolo</b>	<b>T<sub>Ed</sub></b>	<b>kNm</b>	<b>154</b>
<b>Coefficiente di utilizzo: T<sub>Ed</sub> / T<sub>Rd</sub></b>	<b>c. u.</b>		<b>58.1%</b>
<b>Status Check</b>			<b>OK</b>
VERIFICHE A TORSIONE E TAGLIO			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
<b>Coefficiente di utilizzo: T<sub>Ed</sub> / T<sub>Rcd</sub> + V<sub>Ed</sub> / V<sub>Rcd</sub></b>			<b>15.9%</b>
<b>Status Check</b>			<b>OK</b>
<i>Verifica delle armature trasversali</i>			
<b>Coefficiente di utilizzo: T<sub>Ed</sub> / T<sub>Rs</sub> + V<sub>Ed</sub> / V<sub>Rs</sub></b>			<b>27.5%</b>
<b>Status Check</b>			<b>OK</b>

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.