

# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

OPERE D'ARTE MINORI  
SEGNALETICA – PORTALI  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

PROGETTO    LIV. PROG.    N. PROG.

L O P L S P    E    1 7 0 1

NOME FILE

T000M03STRRE01A

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T 0 0 0 M 0 3 S T R R E 0 1

A

SCALA

D

C

B

A

EMISSIONE

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

# INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI</b> .....	<b>3</b>
	3.1.1 <i>Calcestruzzo C32/40</i> .....	3
	3.1.2 <i>Armatura</i> .....	3
	3.1.3 <i>Carpenteria metallica</i> .....	3
	3.1.4 <i>Bulloni, ancoranti e saldature</i> .....	3
<b>4</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>4</b>
4.1	<b>PESI PERMANENTI</b> .....	4
4.2	<b>PRESSIONE DEL VENTO</b> .....	4
4.3	<b>PARAMETRI GEOTECNICI CONSIDERATI</b> .....	4
<b>5</b>	<b>VERIFICHE</b> .....	<b>5</b>
5.1	<b>VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE TIPO A</b> .....	5
5.2	<b>VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE TIPO B</b> .....	10

## **1 PREMESSA**

La presente relazione di calcolo ha per oggetto la verifica ed il dimensionamento dei plinti di fondazione a sostegno delle cartellonistiche stradali previsti nell'ambito del progetto esecutivo denominato S.S. 131 di "Carlo Felice" Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 Risoluzione dei nodi critici - 1° stralcio dal km 158+000 al km 162+700.

La segnaletica verticale prevista nel tratto in oggetto è la seguente:

- Segnali di corsia con funzione di preselezione e direzione;
- Segnali di preavviso di uscita;

Tali opere di fondazione saranno realizzate mediante un plinto su micropali.

Si differenziano due tipologie di opere di fondazione per segnaletica:

- Plinto **TIPO A** di dimensioni 2,0 m x 2,0 m x 1,0 m fondate di 4 micropali da 22 cm di diametro, per i segnali di preavviso di uscita;
- Plinto **TIPO B** di dimensioni 2,5 m x 3,5 m x 1,2 m fondate su 8 micropali da 22 cm, per i segnali di corsia con funzione di preselezione e direzione.

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Le normative utilizzate sono le seguenti:

<input checked="" type="checkbox"/> Legge 02/02/74 n° 64	"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
<input checked="" type="checkbox"/> Legge 05/11/71 n°1086	"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
<input checked="" type="checkbox"/> DPR 06/06/2001 n° 380	"Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia".
<input checked="" type="checkbox"/> D.M. 14/01/2008	"Norme tecniche per le costruzioni".
<input checked="" type="checkbox"/> C.M. 02/02/2009 n° 676	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni".

### **3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI**

#### **3.1.1 Calcestruzzo C32/40**

- Diametro massimo dell'aggregato: 16mm.
- I coefficienti di sicurezza per la determinazione delle resistenze di calcolo del calcestruzzo sono indicati nel § 4.1.2.1.1 del D.M. 14.01.2008 e sono i seguenti:
  - Coefficiente parziale di sicurezza del materiale:  $\gamma_c = 1.5$ .
  - Coefficiente riduttivo per i carichi a lunga durata:  $\alpha_{cc} = 0.85$ .

#### **3.1.2 Armatura**

Acciaio B450 C per tutti gli elementi in c.a. saldabile qualificato secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. del 14.01.2008 e controllato con le modalità riportate al § 11.3.2.11 del D.M. del 14.01.2008.

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{y,nom} = 450\text{MPa}$ .

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{t,nom} = 540\text{MPa}$ .

- Coefficiente di sicurezza del materiale:  $\gamma_s = 1.15$ .

#### **3.1.3 Carpenteria metallica**

Acciaio per carpenteria metallica S355 certificato e conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1.

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 355\text{MPa}$ .

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 510\text{MPa}$ .

#### **3.1.4 Bulloni, ancoranti e saldature.**

Bulloni in acciaio ad alta resistenza classe 8.8. tensione caratteristica di snervamento  $f_{yb} = 640\text{MPa}$  e tensione caratteristica di rottura  $f_{ub} = 800\text{MPa}$ .

Per i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d'apporto e i controlli idonei e necessari per la realizzazione di unioni saldate a piena penetrazione, a parziale penetrazione ed unioni realizzate con cordoni d'angolo si fa riferimento al § 11.3.4.5 del D.M. del 14/01/2008.

- Coefficiente parziale di sicurezza per i bulloni:  $\gamma_{Mb} = 1.25$ .
  - Coefficiente parziale di sicurezza per le saldature:  $\gamma_{Mw} = 1.25$ .

## **4 ANALISI DEI CARICHI**

### **4.1 Pesì permanenti**

Il peso specifico del conglomerato cementizio è di 2,5 KN/m<sup>2</sup>.

### **4.2 Pressione del vento**

Conservativamente si assume una pressione dovuta al vento pari a 2.5 KN/m<sup>2</sup>.

### **4.3 Parametri geotecnici considerati**

Per il calcolo della portanza dei micropali, che sono iniettati a gravità, si fa riferimento al metodo di Bustamante e Doix così come proposto nel testo di Mancina, Nori e Iasiello "Progetti e calcoli di geotecnica con EXCEL" (edizioni DEI). In tale ambito si assume:

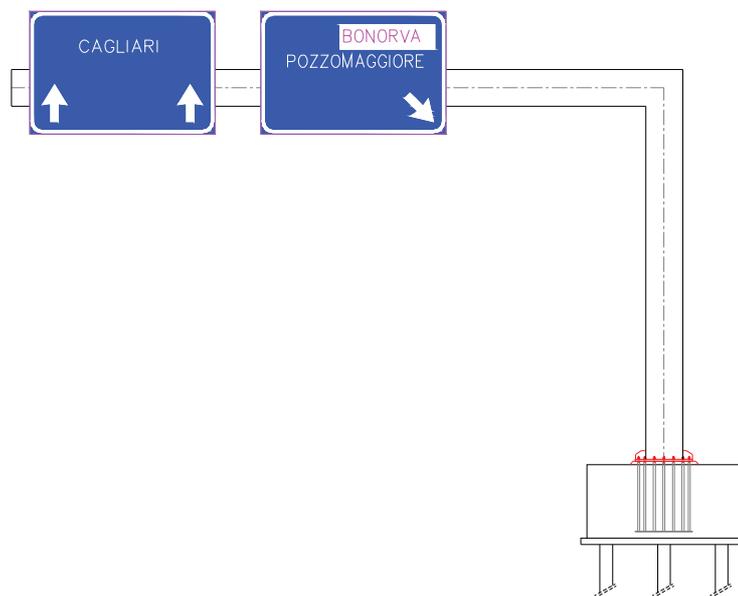
- Formazione della guaina del micropalo a gravità.
- Le fondazioni delle barriere acustiche e dei plinti della segnaletica vengono ipotizzate su terreno granulare o coesivo avente tau medio 0.12 MPa. Tale ipotesi conservativa è avvalorata dalla circostanza che i micropali di queste strutture possono trovarsi in differenti punti del tracciato in esame a cui corrispondono diverse caratteristiche dei terreni.
- La portata alla punta del palo viene assunta pari al 15% della portata laterale.
- Il coefficiente di sbulbatura "alfa", di cui al metodo proposto dai citati Autori, usualmente maggiore di 1 anche per guaine formate a gravità, si assume, conservativamente, pari a 1.

## 5 VERIFICHE

In questo capitolo si riportano le verifiche per le diverse tipologie costruttive descritte in precedenza.

### 5.1 Verifica plinto di fondazione TIPO A

Per la verifica del plinto di fondazione tipo A si considera agente l'azione del vento ortogonale al pannello e quella del peso proprio. Per le dimensioni dei plinti fare riferimento ai soli elaborati grafici.



Nell'ambito del progetto sono presenti 4 portali, che si differenziano per:

- numero e dimensioni dei cartelli,
- altezza del montante
- lunghezza del traverso.

Conservativamente il calcolo di seguito riportato si riferisce al caso maggiormente sfavorevole in termini di entità e posizione dei carichi agenti e della geometria dei portali.

pressione del vento= **2,5** KN/m<sup>2</sup>  
 peso della parte a bandiera= **50** KN  
 superficie pannello esposta a vento= **13,5** m<sup>2</sup>  
 dist. orizz. baric. pannell. da centro plinto **9,30** m  
 altezza baricentro pannello sul plinto= **6,41** m  
 altezza plinto= **1,20** m  
 bl plinto= **3,50** m  
 bt plinto= **2,50** m

**Azioni del vento alla base del plinto**

distanza forza base plinto= 7,61 m  
 VI= 33,75 KN  
 Vt= 0 KN  
 MI= 256,8375 KN\*m  
 Mt= 0 KN\*m  
 N= 0 KN  
 T= 313,875 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>
N=	0,0	0,0 KN
VI=	50,6	50,6 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	385,3	333,9 KN*m
Mt=	0,0	0,0 KN*m
T=	470,8	408,0 KN

**Azioni del pannello alla base del plinto**

VI= 0 KN  
 Vt= 0 KN  
 MI= 0 KN\*m  
 Mt= 465,0 KN\*m  
 N= 50 KN  
 T= 0 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,3</b>	<b>1</b>
N=	65,0	50,0 KN
VI=	0,0	0,0 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	0,0	0,0 KN*m
Mt=	604,5	465,0 KN*m
T=	0,0	0,0 KN

### Azioni del plinto alla base del plinto

VI= 0 KN  
Vt= 0 KN  
MI= 0 KN\*m  
Mt= 0 KN\*m  
N= 262,5 KN  
T= 0 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,3</b>	<b>1</b>
N=	341,3	262,5 KN
VI=	0,0	0,0 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	0,0	0,0 KN*m
Mt=	0,0	0,0 KN*m
T=	0,0	0,0 KN

### Riepilogo azioni alla base del plinto

	A1	A2
N=	406,3	312,5 KN
VI=	50,6	50,6 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	385,3	333,9 KN*m
Mt=	604,5	465,0 KN*m
T=	470,8	408,0 KN

### Azioni di progetto sul singolo palo

	A1	A2
Nmax	<b>226,1</b>	<b>178,7</b> KN
Nmin=	<b>-124,5</b>	<b>-100,6</b> KN
V=	<b>56,9</b>	<b>50,1</b> KN

### Verifiche geotecniche

tau\_media= **120** KN/m<sup>2</sup>  
Lpalo= **8** m  
Dpalo= **0,22** m

### Verifiche del singolo palo

#### Combinazione A2+M1+R2 (palo compresso)

Ned= **178,7** KN, valore agente di progetto (in valore assoluto)  
csi= **1,7** , fattore riduttivo in funzione delle verticali indagate  
tau\_rk= 70,6 KN/m2, valor caratteristico = tau\_media/csi  
R1\_lat= **1,45**  
R1\_base= **1,7**  
Red\_lat= 269,0 KN  
Red\_bas= 0,0 KN  
Red= **269,0** KN, valore resistente di progetto  
verifica= **OK**                      **FS= 1,51**

#### Combinazione A2+M1+R2 (palo teso)

Ned= **100,6** KN, valore agente di progetto (in valore assoluto)  
csi= **1,7** , fattore riduttivo in funzione delle verticali indagate  
tau\_rk= 70,6 KN/m2, valor caratteristico = tau\_media/csi  
R2\_lat= **1,6**  
R2\_base= **1,7**  
Red\_lat= 243,8 KN  
Red\_bas= **0,0** KN  
Red= **243,8** KN, valore resistente di progetto  
verifica= **OK**                      **FS= 2,42**

Per la verifica strutturale del micropalo più sollecitato si fa riferimento alla combinazione A1 maggiormente impegnativa tra quelle sopra esposte, per la quale si evince in testa al palo:

- Ved=60KN
- Ned=227KN

Da cui si ricavano le seguenti sollecitazioni agenti sulla sezione metallica D159mm, t=8mm:

- Ved=60KN
- Ned=227KN
- Med=31KN\*m = Ved/2/(4.5\*Diametro\_palo)

La sigma ideale vale 239MPa < 355/1.05.

Per la verifica strutturale del plinto si considerano 3 micropali tutti sollecitati secondo la combinazione A1 maggiormente impegnativa tra quelle sopra esposte, per la quale si evince in testa al palo:

- Ned=227 KN

Ovvero per il plinto (si trascura, conservativamente, di sottrarre il peso del plinto alla Ned del palo):

- $V_{ed}=3 \cdot 227=681 \text{ KN}$
- $M_{ed}=V_{ed} \cdot (1.6\text{m}/2)=545 \text{ KN}\cdot\text{m}$

Verifica a flessione del plinto

$A_{min} = M_{ed}/0.9/1.15\text{m}/391\text{MPa} = 13,4 \text{ cm}^2$ , che risulta minore dell'armatura effettivamente disponibile.

Verifica a taglio del plinto

$\tau = V_{ed}/2.5\text{m}/0.9/1.15\text{m}=0.23 \text{ MPa}$ , tensione per la quale non risultano necessarie specifiche staffe.

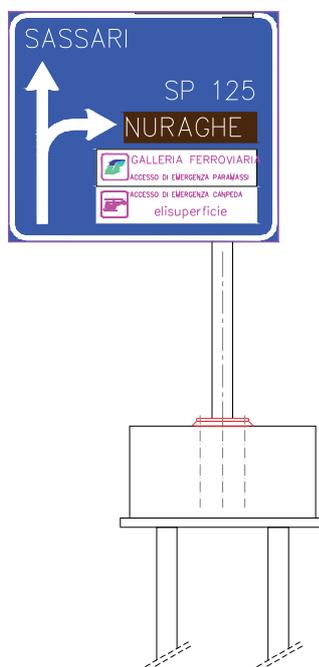
## 5.2 Verifica plinto di fondazione TIPO B

Per la verifica del plinto di fondazione tipo B si considera agente l'azione del vento ortogonale al pannello e quella del peso proprio.

Nell'ambito del progetto sono presenti 4 portali, che si differenziano per:

- numero e dimensioni dei cartelli;
- altezza del montante.

Conservativamente il calcolo di seguito riportato si riferisce al caso maggiormente sfavorevole in termini di entità e posizione dei carichi agenti e della geometria dei portali.



pressione del vento=	<b>2,5</b> KN/m <sup>2</sup>
peso della parte a bandiera=	<b>20</b> KN
superficie pannello esposta a vento=	<b>10</b> m <sup>2</sup>
dist. orizz. baric. pannell. da centro plinto	<b>1,00</b> m
altezza baricentro pannello sul plinto=	<b>3,50</b> m
altezza plinto=	<b>1,00</b> m
bl plinto=	<b>2,00</b> m
bt plinto=	<b>2,00</b> m

### Azioni del vento alla base del plinto

distanza forza base plinto= 4,50 m  
VI= 25 KN  
Vt= 0 KN  
MI= 112,5 KN\*m  
Mt= 0 KN\*m  
N= 0 KN  
T= 25 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>
N=	0,0	0,0 KN
VI=	37,5	37,5 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	168,8	146,3 KN*m
Mt=	0,0	0,0 KN*m
T=	37,5	32,5 KN

### Azioni del pannello alla base del plinto

VI= 0 KN  
Vt= 0 KN  
MI= 0 KN\*m  
Mt= 20,0 KN\*m  
N= 20 KN  
T= 0 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,3</b>	<b>1</b>
N=	26,0	20,0 KN
VI=	0,0	0,0 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	0,0	0,0 KN*m
Mt=	26,0	20,0 KN*m
T=	0,0	0,0 KN

### Azioni del plinto alla base del plinto

VI= 0 KN  
Vt= 0 KN  
MI= 0 KN\*m  
Mt= 0 KN\*m  
N= 100 KN  
T= 0 KN\*m

	A1	A2
	<b>1,3</b>	<b>1</b>
N=	130,0	100,0 KN
VI=	0,0	0,0 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	0,0	0,0 KN*m
Mt=	0,0	0,0 KN*m
T=	0,0	0,0 KN

### Riepilogo azioni alla base del plinto

	A1	A2
N=	156,0	120,0 KN
VI=	37,5	37,5 KN
Vt=	0,0	0,0 KN
MI=	168,8	146,3 KN*m
Mt=	26,0	20,0 KN*m
T=	37,5	32,5 KN

### Azioni di progetto sul singolo palo

	A1	A2
Nmax	<b>120,1</b>	<b>99,3</b> KN
Nmin=	<b>-42,1</b>	<b>-39,3</b> KN
V=	<b>18,9</b>	<b>17,5</b> KN

### Verifiche geotecniche

tau\_media= **120** KN/m<sup>2</sup>  
Lpalo= **7** m  
Dpalo= **0,22** m

### Verifiche del singolo palo

#### Combinazione A2+M1+R2 (palo compresso)

Ned= **99,3** KN, valore agente di progetto (in valore assoluto)  
csi= **1,7** , fattore riduttivo in funzione delle verticali indagate  
tau\_rk= 70,6 KN/m<sup>2</sup>, valor caratteristico = tau\_media/csi  
R1\_lat= **1,45**  
R1\_base= **1,7**  
Red\_lat= 235,4 KN  
Red\_bas= 0,0 KN  
Red= **235,4** KN, valore resistente di progetto  
verifica= **OK**                      **FS= 2,37**

#### Combinazione A2+M1+R2 (palo teso)

Ned= **39,3** KN, valore agente di progetto (in valore assoluto)  
csi= **1,7** , fattore riduttivo in funzione delle verticali indagate  
tau\_rk= 70,6 KN/m<sup>2</sup>, valor caratteristico = tau\_media/csi  
R2\_lat= **1,6**  
R2\_base= **1,7**  
Red\_lat= 213,3 KN  
Red\_bas= **0,0** KN  
Red= **213,3** KN, valore resistente di progetto  
verifica= **OK**                      **FS= 5,43**

Per questi plinti si omettono le verifiche strutturali, in quanto sia i micropali e sia il plinto risultano meno sollecitati rispetto al caso prima calcolato, che già di per sé non richiedeva armatura a taglio e richiedeva modesti quantitativi di armature a flessione.