



COMUNE DI PRATO

SERVIZIO "GOVERNO DEL TERRITORIO"
U.O.C "Tutela dell'Ambiente"



Progetto Esecutivo

PROGETTO ESECUTIVO - Piano risanamento acustico- Realizzazione barriera antirumore su Viale Fratelli Cervi

TITOLO: RELAZIONE FONDAZIONI GENERALE	Codice: 4
Oggetto: Relazione tecnica delle fondazioni	Elab.: A4.doc
Gruppo di progettazione: Dott. Sergio Spagnesi Ing. Serena Gatti Geom. Nunzio Miceli	Scala:
Rilievo topografico: Geom. Stefano Innocenti	Data: SETTEMBRE 2016
Coordinatore alla sicurezza e indagini geologiche: Geol. Gianluca Gallio	Revisione: 1
Progetto acustico: Ing. Francesco Borchi Arch. Lucia Busa	
Collaboratori: Geom. Fabio Galgani	

Responsabile della UOC - Tutela dell'ambiente: Dott. SPAGNESI Sergio

Dirigente del servizio Governo del territorio - Arch. Riccardo Pecorario

1. Relazione specialistica generale

Il presente progetto riguarda la realizzazione delle strutture portanti atte a sostenere una serie di barriere fonoassorbenti. L'area interessata dal progetto è ubicata nel comune di Prato tra via di Cantagallo e viale F.lli Cervi.

I pannelli fonoassorbenti verranno sostenuti in verticale da profili metallici tipo HEA fissati, tramite piastre metalliche e tirafondi, al sottostante muretto in cemento armato di spessore 35 cm.

Le fondazioni per un tratto sono di tipo superficiale con una trave continua a sezione rettangolare per il restante tratto sono di tipo profondo con pali.

1.1. Normativa di riferimento

D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, Nuove norme tecniche per le costruzioni

1.2. Relazione sui materiali

- Calcestruzzo per strutture in calcestruzzo armato Rck300: $f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione (UNI EN 216 e UNI 11104) XC2

Dim. max aggregato = 20 mm.

Classe di consistenza S4 – rapp. $A_c/C_e = 0.60$

Copriferro min. $S = 2 \text{ cm}$.

Minimo n. 1 prelievo giornaliero (2 cubi per ogni giorno di getto) – minimo 3 prelievi.

-Armatura per calcestruzzo armato B450C: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$

- Saldature a parziale ripristino di II classe

- Bulloni classe di resistenza 8.8

- Acciaio da carpenteria S235: $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_{yd} = 224 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0} = 1,05$ per strutture in acciaio di classe 3

$\gamma_{M2} = 1,25$ per strutture indebolite dai fori

1.3. Azioni di progetto

Considerando la natura dell'intervento si sono presi in considerazione i seguenti parametri:

Vita nominale: 50 anni;

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso: 1

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50 anni

Si verifica lo stato limite di salvaguardia della vita, con una probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR pari al 10%, ossia con riferimento al seguente periodo di ritorno dell'azione sismica TR:

$TR = 475 \text{ anni}$

Trattandosi di un territorio pianeggiante si associa al sito di riferimento la categoria topografica T1.

I coefficienti di riferimento per la progettazione sismica sono i seguenti:

$a_g = 0,142g$; $F_0 = 2,34$; $T_c^* = 0,3$.

Si considera il fattore di struttura per struttura non regolare in pianta e non regolare in altezza, in calcestruzzo e deformabile torsionalmente, con classe di

duttilità B ovvero bassa: $q = 1,6$ sia in direzione x che in direzione y.

ANALISI DEI CARICHI

Le verifiche geotecniche e strutturali delle fondazioni sono state condotte considerando i carichi provenienti dalla struttura in elevazione ed applicati alla base del montante.

Per il calcolo del peso proprio delle strutture si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

H strutture in c.a.:	$\gamma_1 = 25 \text{ kN/m}^3$
H pannello fonoassorbente:	$\gamma_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$
H terreno di ritombamento sulla fondazione	$\gamma_3 = 20 \text{ kN/m}^3$

Per il pannello, nel modello ProSAP, si inserisce una struttura di tipo piano (shell) a cui è associato il materiale legno, avente spessore tale da realizzare un peso al mq di 50 kg. Il pannello non deve far parte del calcolo ma fungere soltanto da superficie di azione per il vento; infatti tale pannello è calcolato e messo in opera direttamente dalla azienda produttrice.

Il terreno di ritombamento effettivamente agente per uno spessore di 30 cm di ricoprimento è pari a 6 kN/m^3 .

L'azione variabile prevalente agente sulla struttura in progetto è quella del vento. Nel modello di calcolo vengono considerate sia l'azione del vento che quella del sisma, combinate secondo le opportune combinazioni coi relativi coefficienti.

La determinazione dell'azione del vento sui pannelli delle barriere foniche parte dall'individuazione della cosiddetta velocità di riferimento V_{ref} . La velocità di riferimento è definita come *"il valore massimo della velocità su di un intervallo di tempo di 10 minuti del vento, misurata a 10 m dal suolo, su di un terreno di II categoria"*. Tale velocità corrisponde ad un periodo di ritorno di 50 anni, ovvero ad una probabilità di essere superata in un anno pari al 2%.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, che tengano conto della scabrezza del sito, della topografia del terreno e della direzione del vento, per località poste a quote inferiori a 1500m sul livello del mare, tale velocità dovrà essere assunta minori del valore fornito dalla seguente espressione:

$$\begin{aligned} V_{ref} &= V_{ref,0} && \text{per } a_s \leq a_0 \\ V_{ref} &= V_{ref,0} + k_a(a_s - a_0) && \text{per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m s.l.m.} \end{aligned}$$

dove:

- $V_{ref,0}$, a_0 , k_a sono parametri legati alla regione in cui è realizzata la barriera fonica;

- a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito dove sorge la barriera antirumore.

La direzione del vento è assunta orizzontale ed ortogonale alla superficie esposta dei pannelli delle barriere antirumore.

La pressione esercitata dal vento sui pannelli delle barriere antirumore è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_b è la pressione cinetica di riferimento;

c_e è il coefficiente di esposizione;

c_p è il coefficiente di forma, funzione della tipologia e della geometria della barriera antirumore e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Può essere cautelativamente assunto pari a 1.

La pressione cinetica di riferimento q_b (N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = V_{ref}^2 / 1,6$$

Il valore della velocità di riferimento del vento, legata a considerazioni di macrozonizzazione, va calibrato per tenere conto degli effetti locali (topografia ed esposizione) del sito dove è posta la barriera antirumore e della distanza dal suolo della barriera stessa. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto della direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la barriera, per altezze dal suolo non maggiori di 200m, il coefficiente di esposizione può essere ottenuto con la formula:

$$c_e(z) = k^2 r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

dove:

k_r , z_0 , z_{min} parametri funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la barriera antirumore;

c_t coefficiente di topografia funzione delle caratteristiche topografiche ed orografiche del sito dove sorge la barriera antirumore;

 Il coefficiente di topografia è posto pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate collinose o montane.

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito dove sorge la barriera antirumore e della classe di rugosità del terreno.

In assenza di valutazioni più precise suffragata da opportuna documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, per il coefficiente di forma avendo la barriera un'inclinazione sull'orizzontale $\alpha = 90^\circ \geq 60^\circ$ si assume:

 sopravento $c_p = +0,8$

 sottovento $c_p = -0,4$

Nei calcoli è stato assunto $c_p = +1,2$.

In relazione alle formule sopra riportate:

L'inclinazione della struttura risulta di 90° sull'orizzontale.

zona 3 (Toscana), classe di rugosità del terreno B, categoria di esposizione IV, $a_{ldm} < 500m$, quindi:

$V_{ref,0} = 27$ m/s

$a_0 = 500m$

$k_a = 0,020$ (1/s)

$k_r = 0,22$

$z_0 = 0,30\text{m}$
 $z_{\text{min}} = 8\text{m}$
 $as < 500$ quindi $V_{\text{ref}} = V_{\text{ref},0} = 27\text{ m/s}$
 $q_b = 455,63\text{ N/m}^2$
 $z < z_{\text{min}}$ quindi $c_e = c_e(z_{\text{min}}) = c_e(z = 8,0\text{m}) = 1,63$
 $c_d = 1$

Pressione del vento ortogonale 0,9 kN/m²

In sede di progetto, a favore di sicurezza, è stata assunta una pressione sulla barriera pari a 1 kN/m².

Le azioni sulla struttura in elevazioni e le sollecitazioni alla base del montante e le sollecitazioni alla base del montante sono distinte in base:

- \dot{H} massima altezza della barriera;
- \dot{H} direzione del vento rispetto alla condizione di progetto;

In condizioni statiche, le azioni sulla struttura in elevazione sono:

- \dot{H} Peso proprio dei pannelli;
- \dot{H} azione del vento;
- \dot{H} spinta delle terre;

In condizioni sismiche, le azioni sulla struttura in elevazione sono:

- \dot{H} peso proprio dei pannelli;
- \dot{H} azioni dovute al sisma;
- \dot{H} spinta delle terre;

Le suddette azioni sono combinate dal programma di calcolo ProSAP tenendo conto dei vari coefficienti propri di ogni tipologia di azione.

La struttura è stata modellata in una unica soluzione, tenendo conto anche dell'Approccio 2 (GEO) per le strutture di fondazioni. Tali combinazioni di carico il programma ha provveduto ad elaborarle autonomamente, all'interno della stessa unica analisi.

In particolare, data la ripetitività dello schema di montaggio delle barriere fonoassorbenti, il modello di calcolo consiste in una porzione della barriera suddetta, porzione significativa dal punto di vista di sollecitazioni sulla struttura e loro dimensionamento, ma che riproduce solo una piccola parte della struttura reale. Tale limitazione non è fonte di errore dato che, come detto, la struttura complessiva è caratterizzata da notevole ripetitività.

Il muretto in cemento armato è stato modellato con elementi di tipo shell.

I profili HEA sono stati modellati come travi.

La trave di fondazione è stata modellata come una platea con elementi shell. Tale scelta è stata dettata dalla necessità di applicare all'estradosso della trave di fondazione i carichi relativi al terreno di ritombamento.

Come già detto sopra, i pannelli fonoassorbenti, pur non essendo oggetto del presente progetto, sono stati modellati con un elemento tipo shell che ne

simulasse il comportamento, unicamente nei riguardi della trasmissione dell'azione del vento alla struttura portante.

I risultati dell'analisi e delle verifiche sono riportate nel Fascicolo dei calcoli allegato.

2. Relazione sulle fondazioni

Da un punto di vista morfologico l'area di intervento si presenta pianeggiante. Da un punto di vista geotecnico in dettaglio, dall'alto verso il basso si riscontra la seguente stratigrafia:

Strato A fino ad una profondità di 1,8 m: LIMO ARGILLOSO E SABBIOSO

Strato B fino ad una profondità di 6,8m: SABBIE LIMOSE E SABBIE

Per le tabelle di sintesi delle caratteristiche meccaniche specifiche di ciascuno strato si rimanda alla relazione geologica.

Per le fondazioni delle barriere antirumore si sono assunti i seguenti parametri geotecnici:

Strato A fino ad una profondità di 1,8 m: LIMO ARGILLOSO E SABBIOSO

$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$ peso di volume
 $c_u = 1,2 \text{ kg/cm}^2$ coesione non drenata
 $c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$ coesione efficace
 $\phi' = 32^\circ$ angolo di attrito efficace

Livello della falda: l'orizzonte acquifero individuato si trova ad una profondità di circa 30 m.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del sito, sulla base di quanto evidenziato nella relazione geologica il terreno di fondazione può essere classificato nella categoria B. Il k di Winkler verticale calcolato è pari a $0,675 \text{ kg/cm}^2$ (vedi relazione geotecnica nel fascicolo allegato).

Le fondazioni superficiali della barriera saranno costituite da travi continue a sezione rettangolare di $160 \times 50 \text{ cm}$, in cemento armato.

Il piano di posa della fondazione verrà posto a -80 cm dal piano di campagna, ciò significa che, considerando lo spessore della fondazione di 50 cm , tale struttura sarà interrata per 30 cm . Ovvero verrà disposto terreno di ritombamento per uno spessore di 30 cm .

Le fondazioni profonde sono costituite da pali con la seguente geometria:

Tipo paratia: Paratia di pali		
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	4,50	[m]
Lunghezza paratia	100,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	2,20	[m]
Diametro dei pali	40,00	[cm]
Numero totale di pali	45	
Numero di pali per metro lineare	0,45	

I risultati dell'analisi e delle verifiche sono riportate nella relazione geotecnica allegata.