Studio Tecnico Pedemonte
Via Bolzaneto 62/4
16162 Genova (GE)
Telefono/Fax No. 010/7455185
e-mail studiopedemonte@fastwebnet.it

Ing. Marco Pedemonte
C.F. PDMMRC78L02D969B
P. IVA 01620500999

COMUNE DI LAVAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

REALIZZAZIONE NUOVA SPIAGGIA LIBERA ATTREZZATA CON CHIOSCO BALNEARE

LUNGOMARE LABONIA - RADICE 3° PENNELLO 16033 - LAVAGNA

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

COMMITTENTE

Spett.le COMUNE DI LAVAGNA

Piazza della Libertà 47 - 16033 Lavagna (GE)

C.F. 00601910102

Ufficio Demanio Marittimo

R.U.P. Dirigente Dott.sa Stefania Caviglia

PROGETTISTA

Ing. Marco Pedemonte

Via Bolzaneto 62/4 - 16162 Genova (GE)

C.F. PDMMRC78L02D969B

Albo degli Ingegneri della Provincia di Genova n. 8488A

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. MARCO PEDEMONTE n° 8488A

2					
1					
0	Febbraio 2018	Prima Emissione	MARCO PEDEMONTE		
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

Studio Tecnico Pedemonte
Via Bolzaneto 62/4
16162 Genova (GE)
Telefono/Fax No. 010/7455185
e-mail studiopedemonte@fastwebnet.it

Ing. Marco Pedemonte
C.F. PDMMRC78L02D969B
P. IVA 01620500999

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	IPOTESI DI BASE PROGETTUALI	5
3	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	6
4	METODOLOGIA DI CALCOLO	8
5	SOLUZIONE PROGETTUALE	8
6	MODELLAZIONE FEM E CODICE DI CALCOLO	9
7	AZIONI DI PROGETTO	10
8	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI	10
9	SEZIONI STRUTTURALI MINIME DELLE ASTE	10
10	ANCORAGGI MINIMI	11
11	CONCLUSIONI	12

Studio Tecnico Pedemonte
Via Bolzaneto 62/4
16162 Genova (GE)
Telefono/Fax No. 010/7455185
e-mail studiopedemonte@fastwebnet.it

Ing. Marco Pedemonte
C.F. PDMMRC78L02D969B
P. IVA 01620500999

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto di realizzazione di una nuova spiaggia libera attrezzata presso la radice del 3° pennello del Lungomare Labonia, nel comune di Lavagna, si prevede l'installazione di alcuni manufatti prefabbricati, assemblati in modo da definire la configurazione di progetto di un chiosco balneare. In accordo al P.R.G. del Comune di Lavagna si impiegheranno 2 tipologie di moduli, caratterizzati dalle seguenti dimensioni in pianta:

- Modulo 2.40 x 2.40 m per tutti i locali servizi;
- Modulo 2.40 x 4.80 m per il solo locale bar/ristoro.

I manufatti hanno caratteristiche di amovibilità e stagionalità, in quanto saranno obbligatoriamente rimossi al termine della stagione balneare. Tali manufatti sono pertanto assimilabili a strutture provvisorie. Ai sensi della vigente normativa tecnica di settore (NTC 2008) tali strutture non sono soggette obbligatoriamente alle verifiche in condizioni sismiche e per le stesse non si applicano gli obblighi di deposito preventivo della denuncia strutturale presso gli organi competenti, ai sensi degli artt. 65 e 93 del D.P.R. 380/2001.

In accordo alla suddetta normativa, le strutture dei manufatti costituenti il chiosco sono, tuttavia, soggette a progettazione strutturale da parte di tecnico abilitato. Trattandosi di volumi prefabbricati sarà facoltà del gestore aggiornare il presente documento in caso di utilizzo di strutture differenti, nel rispetto delle prestazioni attese. Il relativo progetto esecutivo strutturale dovrà essere presentato al concessionario Comune di Lavagna per le opportune verifiche di congruenza.

Si precisa, infine, che la normativa tecnica vigente è rappresentata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del DM 14 Gennaio 2008 (NTC 2008). Tutti le considerazioni tecniche seguenti riferiscono pertanto ai dettami del suddetto assetto normativo. In data 22 Marzo 2018 entreranno in vigore le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni in versione 2018 (DM 17 Gennaio 2018 - NTC 2018). <u>Sarà cura del gestore in subconcessione verificare prima dell'installazione dei manufatti le eventuali modifiche di tipo tecnico e procedurale che dovessero essere apportate dalla sopraggiunta normativa.</u>

Si evidenzia che le caratteristiche di amovibilità delle strutture e di obbligatoria rimozione delle stesse al termine della stagione balneare comporta una condizione di potenziale criticità strutturale, con riferimento alle connessioni ed agli ancoraggi degli elementi. Si raccomanda,

pertanto, che ogni operazione di montaggio, anche successiva alla prima, sia effettuata sotto la supervisione ed il controllo di un tecnico abilitato, che rilasci al termine delle operazioni un certificato di regolare esecuzione attestante il corretto montaggio e funzionamento degli elementi di ancoraggio. In caso di mancato rispetto di tale prescrizione, da eseguirsi a cura e spese del gestore, non si potranno garantire le prestazioni di sicurezza attese per i manufatti. Il Comune di Lavagna ed il sottoscritto progettista si manlevano fin da ora da eventuali responsabilità per la mancata ottemperanza di tale prescrizione contrattuale.

Il presente documento rappresenta la relazione di calcolo strutturale dei moduli prefabbricati previsti dalla soluzione progettuale. Le ipotesi di base progettuale sono descritte nel Capitolo 2. Le verifiche sono state condotte in conformità al quadro normativo descritto nel Capitolo 3. Nel Capitolo 4 è descritta la metodologia di calcolo. Il Capitolo 5 illustra la soluzione progettuale. La modellazione 3D ad elementi finiti e le specifiche del codice di calcolo impiegato sono riportate nel Capitolo 6. Le azioni di progetto valide per entrambi i moduli sono descritte nel Capitolo 7. Capitolo 8 riassume gli inviluppi delle sollecitazioni attese in condizioni SLU per i due moduli impiegati. Le sezioni strutturali e gli ancoraggi minimi richiesti sono riportati nei Capitoli 9 e 10 rispettivamente. Le conclusioni del documento sono sintetizzate nel Capitolo 11.

Studio Tecnico Pedemonte
Via Bolzaneto 62/4
16162 Genova (GE)
Telefono/Fax No. 010/7455185
e-mail studiopedemonte@fastwebnet.it

Ing. Marco Pedemonte
C.F. PDMMRC78L02D969B
P. IVA 01620500999

2 IPOTESI DI BASE PROGETTUALI

La presente relazione di calcolo si basa sulle ipotesi di base progettuali riassunte nel seguito. Sarà cura del gestore verificare la congruenza con le specifiche tecniche dell'effettiva fornitura dei volumi prefabbricati o la necessità di provvedere a variante sostanziale prima della relativa installazione.

1) I volumi sono realizzati con struttura reticolare con aste in alluminio. Il tamponamento è costituito da legno multistrato marino che garantisce la necessaria rigidezza di controventatura delle aste;
2) I moduli sono soggetti a spostamenti di entità quasi trascurabile e pertanto si possono escludere fenomeni di interazione tra moduli adiacenti:
3) Ciascun modulo è dimensionato e calcolato in modo indipendente;
4) Date le ridotte reazioni vincolari al piede non si richiedono verifiche geotecniche di portata del supporto, costituito da una soletta cementizia;
5) Gli ancoraggi sono dimensionati per garantire le reazioni vincolari dei manufatti;
6) Data l'incertezza sulle effettive caratteristiche dei volumi che saranno realizzati, la presente relazione definisce le dimensioni minime richieste per le sezioni delle aste e degli ancoraggi, in accordo ai materiali strutturali definiti nella pertinente relazione allegata al corredo progettuale;
7) Considerando che i medesimi materiali saranno impiegati per entrambi i moduli previsti a progetto, il dimensionamento riferisce all'inviluppo delle sollecitazioni massime determinate per i due manufatti;
8) Il dimensionamento degli elementi è stato condotto nei confronti dello stato limite ultimo (SLU).

3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato redatto in accordo ai seguenti riferimenti normativi:

1. D.G.R. 17 novembre 2017, n. 938 “Art. 5bis, comma 1 lett.c), L.R. n. 29/1983. Approvazione Modulistica unica regionale e procedure standard per il rilascio delle autorizzazioni connesse all'applicazione della normativa in materia di costruzioni in zone sismiche”, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria n. 50 del 13/12/2017, Parte II;
2. D.G.R. Liguria n. 938 del 17/11/2017, "Art. 5bis, comma 1 lett.c), L.R. n. 29/1983. Approvazione Modulistica unica regionale e procedure standard per il rilascio delle autorizzazioni connesse all'applicazione della normativa in materia di costruzioni in zone sismiche" (B.U.R.L. n. 50 del 13/12/2017, parte II).
3. D.G.R. Liguria n. 216 del 17/03/2017, "OPCM 3519/2006 - Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" (B.U.R.L. n. 38 del 21/09/2016, parte II).
4. D.G.R. Liguria n. 804 del 05/08/2016, "L.R. 29/1983. Modifica dell'elenco degli interventi di cui all'art. 5 bis c.1 lett. a) e b) approvato con DGR 1184/2013" (B.U.R.L. n. 38 del 21/09/2016, parte II).
5. D.G.R. Liguria n. 1184 del 30/09/2013, "Art. 5 bis della L.R. n. 29/1983. Prima individuazione degli interventi non soggetti all’autorizzazione sismica ai fini dell’avvio dei lavori di cui all’art. 94 del D.P.R. n. 380/2001", pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 43 del 23/10/2013, parte II.
6. D.G.R. Liguria n. 1662 del 20/12/2013, "Art. 5bis, comma 1 lett.c), L.R. n. 29/1983. Indirizzi interpretativi in merito alla definizione interventi sopraelevazione e ampliamento sugli edifici esistenti ai fini applicazione della normativa in materia di costruzioni in zone sismiche", pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 3 del 15/01/2014, parte II.
7. D.G.R. Liguria n. 1664 del 20/12/2013, "Art. 7bis L.r. n. 29/1983. Approvazione criteri per la scelta del campione ai fini del controllo sui progetti in zone sismiche e criteri per determinazione delle spese istruttorie", pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 3 del 15/01/2014, parte II.
8. L.R. 21 Dicembre 2012 n. 50, “Disposizioni collegate alla legge finanziaria 2013, Articolo 20 - Modifiche alla legge regionale 21 luglio 1983, n. 29 (Costruzioni in zone sismiche – Deleghe e norme urbanistiche particolari)“.

9. D.G.R. Liguria n. 1362 del 19 Novembre 2010 "D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria".
10. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).
11. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", (G.U. 04-02-2008 No. 29 - Suppl. Ord. No. 30).
12. Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 6 Giugno 2001, "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (Gazzetta Ufficiale n. 245 del 20 ottobre 2001).
13. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 9 Gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", (G.U. 05-02-1996 No. 29 - Suppl. Ord.).
14. Eurocodice 9 – Progetto di strutture in alluminio.

4 METODOLOGIA DI CALCOLO

In accordo alle vigenti "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008), le verifiche di sicurezza sono state condotte secondo la metodologia degli stati limite, su cui è basata la normativa sismica nazionale. Secondo tale approccio, al fine di considerare le incertezze legate alla valutazione delle azioni agenti e delle resistenze dei materiali, i valori caratteristici sia delle azioni che delle reazioni devono essere opportunamente fattorizzati e combinati nel modo più sfavorevole possibile. In particolare le azioni di progetto risulteranno amplificate mediante fattori parziali γ_f, mentre le resistenze dei materiali saranno ridotte attraverso specifici fattori parziali γ_m. Il valore di tali fattori è diversificato in funzione del grado di incertezza legato alla determinazione del rispettivo parametro. Entrambi i coefficienti γ_f e γ_m risultano ≥ 1.
Ai sensi del recente aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale ligure il comune di Lavagna ricade in Zona 3. Si rimanda alle note introduttive per le considerazioni relative agli adempimenti di legge.

5 SOLUZIONE PROGETTUALE

La soluzione progettuale prevede l'impiego di 2 moduli prefabbricati con le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Modulo A:
  - Pianta: 2.40 x 2.40 m;
  - Tetto: 4 falde;
  - Altezza al colmo: 2.80 m.
- Modulo B:
  - Pianta: 2.40 x 4.480 m;
  - Tetto: 2 falde;
  - Altezza al colmo: 2.80 m.

Il calcolo è stato eseguito per ciascuno dei due suddetti moduli. Considerando che saranno impiegati uguali elementi strutturali (aste e ancoraggi), il dimensionamento è stato effettuato considerando l'inviluppo dei massimi per i due manufatti.

Studio Tecnico Pedemonte
Via Bolzaneto 62/4
16162 Genova (GE)
Telefono/Fax No. 010/7455185
e-mail studiopedemonte@fastwebnet.it

Ing. Marco Pedemonte
C.F. PDMMRC78L02D969B
P. IVA 01620500999

6 MODELLAZIONE FEM E CODICE DI CALCOLO

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati mediante l'utilizzo del software certificato:

- ModeSt ver. 7.22, prodotto da Tecnisoft s.a.s. – Prato – Licenza n. 6908 del 22/12/2009

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:

- Xfinest ver. 8.2, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. – Milano – Licenza n. 6529 del 22/12/2009

Il calcolo strutturale è stato condotto mediante analisi di tipo statico equivalente lineare. I risultati dell'analisi sono stati controllati ed esaminati al fine di verificare l'attendibilità delle risultanze del codice di calcolo. Sulla base di tale verifica i risultati sono stati considerati accettabili ed in linea con quanto preventivato in fase di predimensionamento. In Figura 1 è presentato uno schema grafico della modellazione solida della struttura per il volume del locale bar/ristoro.

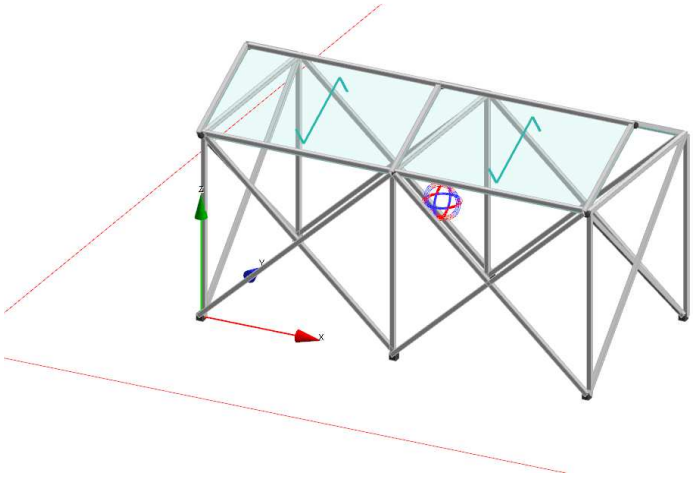

Figura 1 – Modello FEM 3D del chiosco bar

7 AZIONI DI PROGETTO

Per entrambi i moduli oggetto di studio, le azioni di progetto considerate per il dimensionamento sono le seguenti:

- Peso proprio delle aste;
- Peso proprio del solaio assunto pari a 0.50 kPa;
- Azione variabile accidentale di solaio pari a 1.0 kPa (copertura non calpestabile);
- Azione orizzontale del vento in direzione x e y (agenti in modo separato) pari a 1.0 kPa;
- Azione verticale del vento in direzione z (positiva e negativa) pari a ±1.0 kPa.

I suddetti valori caratteristici sono stati quindi fattorizzati in accordo ai disposti NTC 2008.

8 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

L'inviluppo dei massimi delle sollecitazioni sulle aste e delle reazioni vincolari in condizioni SLU, determinato per entrambi i moduli oggetto di studio, è il seguente:

- Azione normale N_d: 6.7 kN;
- Taglio T_d: 4.0 kN;
- Momento flettente M_d: 1.1 kNm;
- Reazione vincolare orizzontale R_h: 6.7 kN;
- Reazione vincolare verticale R_v: 11.4 kN;

9 SEZIONI STRUTTURALI MINIME DELLE ASTE

Considerando cautelativamente una resistenza a snervamento caratteristica dell'alluminio pari a 140 MPa, applicando un fattore parziale pari a 2.50 per prevenire possibili effetti di instabilità flesso-torsionale, la resistenza nominale fattorizzata è assunta pari a 56 MPa.

Ne conseguono le seguenti caratteristiche geometriche ed inerziali minime delle aste:

Area A_{min} = 4.0 x 1000 x √3/56 = 123.7 mm^2;

Modulo di resistenza W_{min} = 1.1 x 1000 /56 = 19.6 cm^3.

A titolo di esempio, tale prestazione sarebbe raggiungibile utilizzando un profilo scatolare quadrato di lato esterno 70 mm e spessore 4 mm.

10 ANCORAGGI MINIMI

Per gli ancoraggi si prevede l'impiego di squadrette avvitate sul profilo e tassellate alla soletta in c.a. mediante bulloni. Ipotizzando 8 ancoraggi per ciascun montante in acciaio inossidabile la sezione minima di ciascun ancoraggio risulterebbe:

Diametro sezione resistente D_{min} = 11.4 x 1000 x √3/ 8 x140 = 17.6 mm^2.

A titolo di esempio, tale prestazione sarebbe raggiungibile con un ancoraggio di diametro 6 mm.

11 CONCLUSIONI

Il presente documento rappresenta la relazione di calcolo per il dimensionamento delle strutture portanti e degli ancoraggi dei due moduli prefabbricati che si impiegheranno per la realizzazione di un chiosco balneare alla radice del 3° pennello sul Lungomare Labonia, nel comune di Lavagna. Trattandosi di volumi prefabbricati sarà facoltà del gestore aggiornare il presente documento in caso di utilizzo di strutture differenti, nel rispetto delle prestazioni attese richiamate nel presente documento. Il relativo progetto esecutivo strutturale dovrà essere presentato al concessionario Comune di Lavagna per le opportune verifiche di congruenza. Si evidenzia che le caratteristiche di amovibilità delle strutture e di obbligatoria rimozione delle stesse al termine della stagione balneare comportano una condizione di potenziale criticità strutturale, con riferimento alle connessioni ed agli ancoraggi degli elementi. Si raccomanda, pertanto, che ogni operazione di montaggio, anche successiva alla prima, sia effettuata sotto la supervisione ed il controllo di un tecnico abilitato, che rilasci al termine delle operazioni un certificato di regolare esecuzione attestante il corretto montaggio e funzionamento degli elementi di ancoraggio. In caso di mancato rispetto di tale prescrizione, da eseguirsi a cura e spese del gestore, non si potranno garantire le prestazioni di sicurezza attese per i manufatti. Il Comune di Lavagna ed il sottoscritto progettista si manlevano fin da ora da eventuali responsabilità per la mancata ottemperanza di tale prescrizione contrattuale.

Si precisa, inoltre, che in data 22 Marzo 2018 entreranno in vigore le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni in versione 2018 (DM 17 Gennaio 2018 - NTC 2018). Sarà cura del gestore in subconcessione verificare prima dell'installazione dei manufatti le eventuali modifiche di tipo tecnico e procedurale che dovessero essere apportate dalla sopraggiunta normativa.