

RELAZIONE di CALCOLO per STRUTTURA MODULARE TEMPORANEA

COMMITTENTE: Riccardo Rocchetti - Amministratore Unico RMAudio Soc. Coop. - Jesi (AN)

DITTA PRODUTTRICE: LITEC Italia Spa - Mogliano Veneto (TV)

Il sottoscritto Ing. Diego CESARETTI, iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Ancona al n° 2051, è stato incaricato dalla ditta RMAudio soc. coop. di Jesi (AN), con sede in Jesi di redigere la relazione di calcolo della struttura rappresentata in all. 01.

A tal scopo il sottoscritto, al fine di verificare l'idoneità statica della struttura alle sollecitazioni a cui dovrà essere sottoposta durante le manifestazioni temporanee a cui è preposta, il giorno 30 giugno 2015 ha ispezionato tutta la struttura -che si trovava in fase di montaggio- per verificarne lo stato di manutenzione (all. 02 – doc fotografica).

La struttura è in ottimo stato di conservazione essendo di recentissima fabbricazione, come si evince dalla documentazione fotografica.

DESCRIZIONE STRUTTURA E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STESSA

Trattasi di una ring rettangolare tridimensionale della ditta LITEC Italia spa con sede in Mogliano Veneto (TV); la copertura misura esattamente 11,0 x 9,0m; la struttura principale è formata da:

- n° 4 colonne di altezza 8m, ognuno delle quali costituite dall'assemblaggio di n° 2 elementi TRUSS QH30SA350 (scheda tecnica n.1) e un elemento QH30SA100 già pre-assemblato su appoggio a terra del tipo VARITOWER 3 (scheda tecnica 2);
- n° 2 travi principali costituite da travi in alluminio estruso tipo LITEC QX40S350 (scheda tecnica n° 3); le travi sono collegate sui pilastri tramite elementi in acciaio che hanno la possibilità di una modesta rotazione così da garantire il corretto smaltimento dell'acqua meteorica;
- n° 3 travi secondarie, con le medesime caratteristiche delle altre e ad esse collegate con i pezzi speciale riportati nella scheda tecnica;
- tubi in alluminio con funzione di "arcarecci" in alluminio estruso tipo LITEC LT RAH395P che, posti ad interasse di circa 150cm, hanno la funzione di limitare il ristagno dell'acqua;
- copertura costituita da telo in pvc pesante con grammatura di 650gr/mq per un peso totale (copertura 11x9m) di 80kg;

La copertura può essere sollevata da terra o tramite manopola a mano situata su ogni colonna, o da catena motorizzata che permette il sollevamento simultaneo della copertura da comando a terra; in fase di utilizzo la copertura è assicurata alle colonne tramite l'ancoraggio con cavo in acciaio inox con carico di esercizio maggiore di 2ton (scheda tecnica n° 4).

Il presente collaudo riguarda, sia il ring rettangolare completo con copertura, oppure senza copertura. Trattandosi di un sistema complesso formato dall'assemblaggio di più pezzi, tutti dotati di dichiarazione di prestazione per "STRUTTURE MODULARI TEMPORANEE" e fabbricati dalla medesima ditta, la



finalità del presente documento è identificare, alla luce dei certificati forniti dalla ditta produttrice, le condizioni di utilizzo (cioè i carichi massimi applicabili ad ogni singola parte della stessa tali da garantire la sicurezza dell'intero sistema) e definire il sistema di ancoraggio a terra.

Le verifiche sono condotte secondo i principi di scienza e tecnica delle costruzioni con i seguenti riferimenti normativi: DM 14/01/2008 e circolare applicativa; CNR-DT 208/2011 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Alluminio".

La struttura in oggetto è deputata a sostenere i carichi dovuti ai fari motorizzati e non motorizzati, alle casse acustiche e quant'altro attinente, oltre naturalmente a sostenere il carico dovuto al telo di copertura deputato a coprire l'area sottostante dagli agenti atmosferici .

Inoltre dovrà resistere al carico del vento e quello dinamico dovuto ad eventuali sforzi delle catene motorizzate durante la fase di sollevamento o abbassamento della copertura.

Si trascurano, in quanto non pertinenti, l'azione sismica ed il carico della neve.

VERIFICA PER CARICHI STATICI VERTICALI

TRAVE SECONDARIA con elemento QX40S

Dalla scheda tecnica, per una luce di 11m, si evince che il carico massimo ammissibile distribuito, vale 101 kg/m; da tale valore, decurtando il peso del telo (per la trave centrale vale 3,7kg/m) nonchè degli arcarecci, si ottiene un carico massimo di esercizio di 93kg/m.

TRAVE PRINCIPALE

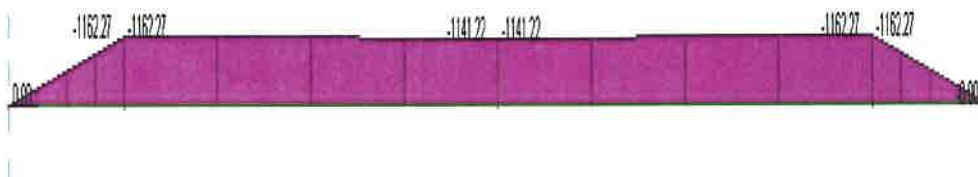
Il peso massimo che la trave secondaria scarica sulla principale vale 595kg.

Le travi secondarie sono appoggiate alle principali in tre punti; a seconda della distribuzione dei carichi nelle secondarie si hanno diversi diagrammi di sollecitazione.

Si valutano, fra le più realistiche condizioni di carico, quelle peggiorative per la struttura:

- a) carico massimo nelle travi anteriore e posteriore;
- b) carico massimo nelle travi anteriore, posteriore e centrale.

Si riportano i diagrammi del momento M3 allo SLU:





Considerando la perfetta simmetria della sezione, si verifica la stessa con il M_{max} negativo e pari a 1162kgm (116.200 kgcm)

Dato che il momento di inerzia della TRUSS vale 3170 cm^4 e il momento di resistenza 158 cm^3 si ottiene $f_d = 116200 / 158 = 735 \text{ kg/cm}^2$.

La scheda dichiara che la TRUSS è fabbricata con lega di alluminio AW 6082; per tale lega la norma CNR-DT 208/2011 indica $f_0 = 1.100 \text{ kg/cm}^2$ e pertanto la verifica è soddisfatta.

Si esamina ora la stabilità dell'elemento colonna formato dall'assemblaggio di elementi QH30SA con l'elemento VARITOWER 3.

In questo sistema l'elemento "debole" è senz'altro l'appoggio a terra per il quale la scheda tecnica indica un carico massimo = 1800kg.

Il carico massimo trasmesso al VARITOWER da tutti gli elementi soprastanti vale:

PP e sovraccarico trave secondaria:	$595 \times 1.5 = 892 \text{ kg}$
PP trave principale:	$7 \times 4.5 = 31.5 \text{ kg}$
PP colonna:	$7 \times 8 = 56 \text{ kg}$
Altro (argano, catena...)	50 kg

TOTALE 1.030kg VERIFICA SODDISFATTA

Pertanto, il carico massimo di esercizio, distribuito uniformemente sulle n° 3 travi secondarie, a cui può essere soggetto il sistema LITEC, così come sopra descritto, è pari a 90kg/m; nel caso in cui il sistema sia montato senza telo di copertura, il carico di esercizio vale 95 kg/m.

VERIFICA PER CARICO VENTO

Considerando la natura "temporanea" dell'utilizzo del ring si ritiene eccessivamente penalizzante utilizzare la velocità di progetto del vento indicata al cap. 3 delle NTC e cioè 25 m/s (cioè 90km/h).

Si ritiene più appropriato assumere quale velocità di progetto 50 km/h; in tale ipotesi la pressione cinetica di riferimento è pari a 12 kg/m² e utilizzando gli altri coefficienti riportati al cap. 3.3.5 delle NTC si ottiene:

spinta orizzontale su colonne e travi: 20 kg/m²



pressione verticale sulla copertura (direz in alto e in basso): 18 kg/mq
azione tangenziale sulla copertura: 1 kg/mq

Quindi il carico massimo orizzontale che agisce su una colonna determinato da:

- spinta sulla stessa colonna, considerata piena a favore di sicurezza;
- spinta sulla trave secondaria considerata piena per la presenza del telo;
- un quarto dell'azione tangente in copertura

vale 180 kg.

L'ancoraggio a terra è garantito da n° 4 zavorre del peso di 1ton collegate con opportuni tiranti posti a 60° sulla verticale e a 45° rispetto alla pianta; le zavorre sono formate da cisterne in pvc con intelaiatura esterna in acciaio.

Tale zavorra, considerato un coefficiente di attrito statico radente di 0,4 (valore medio per diverse superfici di appoggio) esplica una forza orizzontale 400 kg che scomposta lungo una delle due direzioni orizzontali vale 282 kg.

La verifica è soddisfatta, ma considerando l'incertezza sul coefficiente di attrito (che dipende da molti fattori, primo fra tutti il tipo di pavimentazione) si dispone la posa in opera di ulteriori 2 zavorre, di almeno 500 kg, lateralmente.

Le zavorre devono essere verificate anche per l'azione esercitata dal vento in direzione verticale che tende a sollevare la copertura.

Tale forza vale complessivamente 1.800kg, molto inferiore alla somma dei pesi complessivi delle zavorre (4ton) e proprio della struttura.

Da ultimo c'è da considerare l'azione premente del vento che vale sempre 1.800kg e cioè 82 kg/m sulla trave secondaria centrale e 41 kg/m sulle travi secondarie anteriore e posteriore.

Tali valori di carico, raffrontati con il carico ammissibile e pari a 90 kg/m, sono significativi tanto da non consentire altri sovraccarichi nella trave centrale ed un sovraccarico di 50 kg/m sulle travi anteriore e posteriore.

CONCLUSIONI e PRESCRIZIONI PER CORRETTO UTILIZZO

Alla luce delle verifiche svolte si conclude che:

- la struttura descritta è idonea all'uso per cui è stata costruita cioè copertura per palchi (e sostegno per attrezzature di spettacolo) a servizio di manifestazioni temporanee;
- durante l'utilizzo **possono essere montati lungo le travi secondarie carichi massimi pari a 90 kg/m** se la struttura è montata con il telo in pvc o 95 kg/m se è montata senza telo;
- per garantire il corretto controventamento è necessario **porre in opera n° 4 zavorre da 1 ton**;
- in caso di vento, anche di modesta entità, **aggiungere n° 2 zavorre da 500 kg** (secondo le indicazioni suddette).

Per il corretto utilizzo devono essere seguite le seguenti prescrizioni:



- i carichi, lungo la trave, devono essere distribuiti il più possibile simmetricamente rispetto al centro;
- evitare rilevanti differenza di carico fra la trave anteriore e posteriore;
- il personale addetto al montaggio che deve essere sempre presente durante le manifestazioni;
- in caso di venti oltre ai 30 Km/ora il personale addetto dovrà valutare l'opportunità dello smontaggio del telo onde evitare eccessivo carico sulla copertura oppure eliminare il carico appeso sulla trave centrale e limitarlo a 50 kg/m sulle travi anteriore e posteriore;
- in caso di forti venti oltre ai 50 Km/ora il personale addetto dovrà immeditamente intraprendere le seguenti azioni, alternativamente: smontaggio del telo, abbassamento della copertura. Una volta rimosso il telo si potrà decidere di utilizzare la struttura a discrezione del responsabile in funzione delle condizioni del vento e di stabilità della struttura stessa;
- il responsabile del montaggio deve verificare che la superficie di appoggio deve garantire adeguato attrito alle zavorre;
- devono essere utilizzati solo ed esclusivamente componenti originali della LITEC e gli stessi devono essere esenti da difetti o ammaloramenti di sorta e non devono essere stati intenzionalmente modificati; tale verifica deve essere effettuata dal responsabile prima di ogni installazione;
- prima dell'utilizzo del ring ne deve essere certificato di corretto montaggio.

Chiaravalle, 03/07/2015

Il verificatore

ing Diego CESARETTI



CERTIFICATO DI COLLAUDO per STRUTTURA MODULARE TEMPORANEA

COMMITTENTE: Riccardo Rocchetti - Amministratore Unico RMAudio Soc. Coop. - Jesi (AN)

DITTA FORNITRICE: LITEC Italia Spa - Mogliano Veneto (TV)

ALLEGATO 01: RAPPRESENTAZIONE RING

Ordine degli Ingegneri della provincia di
ANCONA
Dott. Ing. **Diego CESARETTI**
A. 2014
Ingegneria civile, ambientale,
Industriale e dell'informazione