



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI TRIBUNE PER LO STADIO DI PONTASSIEVE

PROGETTO STRUTTURALE – A8 RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTO

COMUNE DI: Pontassieve (FI)

COMMITTENTE:

Comune di Pontassieve

PROGETTISTA

Ing. Vincenzo Mammuccini

DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. Vincenzo Mammuccini

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e di progettazione sono le seguenti:

- D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni";

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Struttura portante principale

La struttura portante principale del manufatto è completamente realizzata in calcestruzzo di cemento armato, con solai prefabbricati tipo "a lastra" al piano primo edificio e tribune, Bausta al piano copertura dell'edificio, CUPOLEX al piano terra, con fondazioni a soletta.

Fondazione

La fondazione del manufatto risulta essere una platea contro terreno rettangolare cm con spessore non minore di 50 cm, con dimensioni in pianta pari a c.a. 590x6084 cm, opportunamente armata con rete elettrosaldata maglia 20x20 filo 10 mm, prevedendo delle aggiunte di armatura ove questa mancante, sempre realizzata con rete della stessa tipologia. La fondazione risulterà suddivisa in almeno 3 porzioni corrispondenti ai diversi edifici realizzati, ovvero Edificio Biglietteria, Tribuna 1, Tribuna 2, Tribuna 3, con giunti sismici con dimensioni minime di 10 cm.

La fondazione dello extracorsa dell'ascensore risulta anch'essa una soletta dello spessore di 40 cm minimo, armata con la stessa armatura prevista per gli edifici. Tale fondazione verrà collegata alla fondazione principale dell'edificio biglietteria, tramite delle pareti perimetrali, in maniera da formare una "scatola" a servizio esclusivo della manutenzione dell'ascensore.

Muri dal piano fondazione

I muri che spiccano dal piano della fondazione sono previsti in c.a. Hanno uno spessore non minore di 30 cm ed in pratica delimitano il volume all'interno del quale verrà posto in opera il solaio CUPOLEX e lo extracorsa dell'ascensore. I muri verranno debitamente armati con materiale di adeguate dimensioni, formando in generale una maglia 20x20 filo variabile da 10 mm a 16 mm, sia in senso verticale che in senso orizzontale. Stesso diametro o superiore per le riprese dal piano della fondazione. Nella testa della muratura è ancorata l'armatura della soletta del solaio CUPOLEX del piano terra.

Pilastrini in elevazione

I pilastrini in elevazione sono realizzati a sezione quadrata/rettangolare, armati come da calcolo. In ogni caso lo spessore minimo del pilastrino non è inferiore a 30 cm (alcuni pilastrini hanno uno spessore di 40 cm e più precisamente quelli della loggia della biglietteria). I pilastrini spiccano dalla fondazione attraverso i muri fino al piano della copertura.

Travi in elevazione

Le travi in elevazione sono realizzate con sezione rettangolare opportunamente armata come da calcolo, realizzate nello spessore della soletta, ove possibile altrimenti ricalate dallo spessore del solaio.

Solai di piano

Solaio del piano terreno tipo CUPOLEX con soletta di armatura di spessore medio pari a c.a. 7-8 cm armata con rete maglia 20x20 filo 8 mm minimo ed ancorata con spezzoni di armatura dello stesso diametri ai muri perimetrali.

Solaio del piano primo, denominato piano tribune, realizzato "a lastra", dello spessore di 30 cm (5+20+5)

Solaio del piano copertura del tipo in laterocemento "Bausta dello spessore di 24 cm (20+4), ivi compreso quello della extracorsa dell'ascensore.

Soletta del piano fotovoltaico

La soletta del piano ove verranno realizzati i pannelli fotovoltaici, è prevista dello spessore di 20 cm ed armata con ferri singoli del diametro non minore di 12 mm e maglia 20x20. Essa verrà posta sulla testa dei pilastri degli edifici tribune più in alto rispetto al piano delle tribune ma in maniera tale da non essere accessibile dalle sedute degli spettatori.

Soletta del piano gronda

La soletta sul piano campo sportivo risulta avere un aggetto di c.a. 70 cm con spessore di c.a. 20 cm alla sezione di attacco alla trave perimetrale, armata con ferri singoli del diametro non minore di 12 mm e maglia 20x20

Soletta delle scale a soletta rampante

La soletta della scala, ivi compresa quella dei pianerottoli di riposo, risulta avere uno spessore minimo di c.a. 22 cm, armata con ferri filanti del diametro non minore di 12 mm e staffe del diametro non minore di 8 mm

Solette varie

Ove non presenti i solai verranno realizzate delle solette che avranno lo stesso spessore del solaio di piano, ovvero di 30 cm per quella del solaio del piano tribune e 24 cm per quella del solaio della copertura e verranno debitamente armate con ferri singoli del diametro non minore di 12 mm e maglia 20x20, opportunamente ancorati alle strutture perimetrali, ovvero le travi-

Pareti di tamponamento esterne

Il tamponamento esterno ove previsto verrà realizzato in "POROTON" monolitico intonacato sulla superficie interna e con cappotto esterno.

Sedute degli spettatori

Gli elementi che saranno destinati alle sedute degli spettatori, verranno realizzati con "setti" in elementi lapidei tipo blocchi di laterizio affiancati tra di loro ad una distanza di c.a. 100-150 cm ed opportunamente sagomati in maniera tale da realizzare le classiche sedute impostate ad altezze diverse. Le sedute vere e proprie, ovvero l'impalcato sul quale verranno posizionati i seggiolini, sarà costituito da una soletta in c.a. posata su una tavella di laterizio. Infine tutti gli elementi delle sedute verranno intonacati. I vari elementi lapidei verranno allestiti con giunti di malta cementizia M10 minimo e la soletta di completamento dell'impalcato avrà uno spessore minimo di c.a. 5 cm e armata mediante

ANALISI DEI CARICHI

Carichi generici permanenti e strutturali

Calcestruzzo

- Calcestruzzo ordinario $p = 2500 \text{ kg/mc}$

Acciaio

- Acciaio per infissi e ringhiere $p = 8000 \text{ kg/mc}$

Laterizio forato

- Laterizio per tavelle e muretti $p = 800 \text{ kg/mc}$

Malte per intonaci

- Malta cementizia da intonaco premiscelata $p = 1000 \text{ kg/mc}$

Malte per massetti

- Malta cementizia premiscelata per massetti di piano tipo LECACEM $p = 1000 \text{ kg/mc}$

Laterizio di tamponamento esterno sulle pareti e sui timpani copertura

- Muratura di tamponamento POROTON (Gruppo Ripabianca) $p = 700 \text{ kg/mc}$

Solaio BAUSTA di piano copertura

- Solaio piano copertura e abitato 20+4 $s = 24 \text{ cm}$ $p = 270 \text{ kg/mq}$

Solaio PREDALLES del piano tribune

- Solaio piano tribune $s = 30 \text{ cm}$ $p = 390 \text{ kg/mq}$

Isolante e/o guaina

- Isolate quale polistirene compatto e guaina idrorepellente $p = 3 \text{ kg/mq}$

Pavimentazione

- Ceramica e simili $p = 20 \text{ kg/mq}$

Elementi CUPOLEX per piano terra

- Cupolino in materiale plastico e simili $p = 40 \text{ kg/mq}$

Incidenza tramezzi interni in laterizio

- Incidenza tramezzi in laterizio $p = 120 \text{ kg/mq}$

Incidenza pannelli fotovoltaici

- Incidenza pannelli fotovoltaici $p = 30 \text{ kg/mq}$

Incidenza pacchetto di copertura

- Manto di copertura e strutture di supporto $p = 100 \text{ kg/mq}$

CARICHI VARIABILI

Sovraccarico neve copertura

- Carico per neve per la zona in esame $p = 80 \text{ kg/mq}$.

Sovraccarico manutenzione copertura

- Variabile $p = 50 \text{ kg/mq}$

Sovraccarico solaio tribune (tribune ed edificio) e solaio piano terra

- Variabile $p = 500 \text{ kg/mq}$

CARICHI SUPERFICIALI

Solaio CUPOLEX su piano fondazione (soletta di fondazione)

- Cupolex $p = 40 \text{ kg/mq}$
- Soletta sopra cupolex $s_{\text{medio}} 8 \text{ cm}$ $p = 2500 \times 0,08 = 200 \text{ kg/mq}$
- Massetto $s = 8 \text{ cm}$ $p = 1000 \times 0,08 = 80 \text{ kg/mq}$
- Pavimentazione $p = 20 \text{ kg/mq}$
- Incidenza tramezzi $p = 120 \text{ kg/mq}$
- Sovraccarico per ambienti affollati $p = 500 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 0 + 460 \text{ kg/mq} + 500 \text{ kg/mq}$

Solaio tribune per spettatori

- Solaio Predalles 30 cm $p = 390 \text{ kg/mq}$
- Sedute spettatori incidenza e sono formate da:
 - ✓ Incidenza baggioli in muratura di laterizio $s = 25 \text{ cm}$ interasse 100 cm superficie frontale baggiolo $A = 3,5 \text{ mq}$. $P = 800 \times 0,25 \times 3,5 = 700 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza intonacatura baggioli $s = 4 \text{ cm}$ (2+2 cm su entrambe le superfici) superficie frontale di intonaco $A = 3,5 \text{ mq}$. $P = 1000 \times 0,04 \times 3,5 = 140 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza tavelle orizzontali $s = 4 \text{ cm}$ interasse 100 cm e superficie interessata in pianta $A = 2,5 \text{ mq}$. $P = 800 \times 2,5 \times 0,04 = 80 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza soletta in c.a. con armatura del diametro 8 mm e maglia 15x15, posata sulle tavelle orizzontali spessore $s = 5 \text{ cm}$ area 2,5 mq. $P = 2500 \times 0,05 \times 2,5 = 320 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza intonacatura tavelle orizzontali $s = 2 \text{ cm}$ (superficie interna) e superficie esposta pari a $A = 2,5 \text{ mq}$. $P = 1000 \times 0,02 \times 2,5 = 50 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza tavelle verticali $s = 4 \text{ cm}$ interasse 100 cm e superficie esposta in fronte area interessata $A = 1,5 \text{ mq}$. $P = 800 \times 1,5 \times 0,04 = 50 \text{ kg}$
 - ✓ Incidenza intonacatura tavelle verticale $s = 4 \text{ cm}$ (2+2 cm su entrambe le superfici) e superficie esposta in fronte area interessata $A = 1,5 \text{ mq}$. $P = 1000 \times 0,04 \times 1,5 = 60 \text{ kg}$

Totale $P = 1400 \text{ kg}$. Considerando una impronta sul solaio delle tribune pari a $A_t = 2,5 \times 1,0 = 2,5 \text{ mq}$ si ha il seguente carico distribuito $p = 1400 / 2,5 = 560 \text{ kg/mq}$ (a vantaggio)

- Controsoffitto $p = 20 \text{ kg/mq}$
 - Massetto $s = 13 \text{ cm}$ $p = 1000 \times 0,13 = 130 \text{ kg/mq}$
 - Guaina $p = 3 \text{ kg/mq}$
 - Pavimentazione $p = 40 \text{ kg/mq}$
 - Sovraccarico per affollamento $p = 500 \text{ kg/mq}$
 - Sovraccarico per neve $p = 80 \text{ kg/mq}$
- TOTALE $p = 390 \text{ kg/mq} + 800 \text{ kg/mq} + 500 \text{ kg/mq} + 80 \text{ kg/mq}$**

Solaio copertura edificio

- Solaio Bausta 20+4 $p = 270 \text{ kg/mq}$ (per le solette non considerare il carico del solaio)
- Guaina ed isolante $p = 3 \text{ kg/mq}$
- Intonaco $s = 1 \text{ cm}$ $p = 10 \text{ kg/mq}$
- Manto di copertura $p = 100 \text{ kg/mq}$
- Pannelli fotovoltaici $p = 20 \text{ kg/mq}$
- Sovraccarico per neve $p = 80 \text{ kg/mq}$
- Sovraccarico per manutenzione $p = 50 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 270 \text{ kg/mq} + 160 \text{ kg/mq} + 80 \text{ kg/mq} + 50 \text{ kg/mq}$

Gronda in aggetto l= 70 cm dalle tribune

- Soletta in c.a. $s = 15 \text{ cm}$ $p = 400 \text{ kg/mq}$ (calcolato da Sismicad)
- Massetto $s = 5 \text{ cm}$ $p = 1000 \times 0,05 = 50 \text{ kg/mq}$
- Intonaco $s = 1 \text{ cm}$ $p = 1000 \times 0,01 = 10 \text{ kg/mq}$
- Pavimentazione/Rivestimento superiore $p = 40 \text{ kg/mq}$
- Guaina $p = 3 \text{ kg/mq}$
- Sovraccarico per neve $p = 80 \text{ kg/mq}$
- Sovraccarico per manutenzione $p = 50 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 400 \text{ kg/mq} + 120 \text{ kg/mq} + 80 \text{ kg/mq} + 50 \text{ kg/mq}$

Scala interna con scalini a sezione rettangolare

- Soletta in c.a. $s = 22 \text{ cm}$ $p = 550 \text{ kg/mq}$ (calcolato da Sismicad)
- Scalini = $2500 \times (0,30 \times 0,18) / 2 \times 0,23$ $p = 225 \text{ kg/mq}$ (calcolato da Sismicad)
- Rivestimento ($s = 1 \text{ cm}$) ed intonaco ($s = 1 \text{ cm}$) = $2000 \times (0,28 + 0,18) \times 0,02 \times 1 / 0,28 = 70 \text{ kg/mq}$
- Variabile $p = 500 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 775 \text{ kg/mq} + 100 \text{ kg/mq} + 500 \text{ kg/mq}$

Piattaforma per sostegno pannelli fotovoltaici

- Soletta in c.a. $s = 15 \text{ cm}$ $p = 375 \text{ kg/mq}$ (calcolato da Sismicad)
- Guaina $p = 3 \text{ kg/mq}$
- Pannelli fotovoltaici $p = 20 \text{ kg/mq}$
- Variabile per neve $p = 100 \text{ kg/mq}$
- Variabile manutenzione $p = 50 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 375 \text{ kg/mq} + 30 \text{ kg/mq} + 100 \text{ kg/mq} + 80 \text{ kg/mq}$

CARICHI LINEARI

Tamponamenti esterni perimetrali in POROTON pareti di tamponamento

- Spessore di 30 cm ed una altezza di c.a. 3,1 m si ha $p = 700 \times 0,30 \times 3,1 = 651 \text{ kg/ml}$
- Intonaco con spessore totale $s = 1 \text{ cm}$ $p = 1000 \times 0,01 \times 3,1$ per un $p = 31 \text{ kg/ml}$
- Cappotto esterno con rasatura $p = 3 \times 3,10 = 10 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 700 \text{ kg/ml}$

Ringhiera sul perimetro esterno delle tribune

- Ringhiera metallica sul perimetro esterno alle tribune $p = 50 \text{ kg/mq}$

TOTALE $p = 50 \text{ kg/ml}$

Ipotesi di calcolo della struttura principale in c.a.

La definizione della geometria strutturale del manufatto, dei carichi applicati, la verifica delle sezioni in c.a. ed il calcolo delle corrispondenti armature è stata eseguita con il codice di calcolo agli elementi finiti SISMICAD di Concrete - Padova, operando con il metodo degli stati limite in armonia con il D.M. 14/01/2008. Tale metodo di verifica rappresenta la formulazione completa del criterio di verifica, che integra l'approccio semiprobabilistico verificando che gli effetti delle azioni di calcolo non superino quelli compatibili con lo stato limite considerato. La verifica sismica della struttura è stata eseguita secondo il modello di analisi sismica dinamica modale, adottando l'ipotesi di piani rigidi o con comportamento membranale e con la quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto. Il modello strutturale è definito secondo una terna cartesiana destrorsa (0,x,y,z) con origine alla quota dello spiccatto della struttura in elevazione dal piano di fondazione, asse "z" verticale e diretto verso l'alto, assi "x" e "y" orizzontali e diretti secondo le due direzioni principali della pianta dell'edificio.

Il calcolo viene eseguito in condizioni non dissipative per tutti gli edifici

Altre informazioni non descritte precedentemente, saranno riportate direttamente in relazione di calcolo allegata al presente documento, nel quale vengono contemplate le verifiche degli elementi strutturali componenti il manufatto.

Ipotesi di calcolo dei solai

I solai dei vari piani interessati, risultano essere un classico travetto pignatta, con soletta di completamento, ed un classico lastra sempre con soletta di completamento, il cui calcolo è allegato a parte in un apposito file. Per il calcolo generale dell'edificio, è stato assunto il comportamento rigido.

Verifica ribaltamento delle pareti fuori dal piano

Le pareti di tamponamento previste risultano essere verificate fuori dal piano e verrà prodotto apposito file di verifica.

Giunto sismico

Sono previsti almeno 3 giunti sismici dello spessore minimo di 10 cm. Lo spostamento relativo massimo al piano risulta essere non superiore a 4,00 cm e tale da non ingenerare martellamenti tra le strutture

Valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura

Gli elementi strutturali sono progettati, eseguiti, collaudati e soggetti a manutenzione in modo da consentire la prevista utilizzazione, per tutta la vita utile di progetto ed in forma economicamente sostenibile in base al livello di sicurezza previsto dalle norme. La sicurezza dell'opera e le sue prestazioni sono valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la vita nominale. Per Stato Limite si intende, in generale, quella determinata situazione, superata la quale, l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata espressamente progettata. Si parla, dunque, di condizioni che dovranno essere soddisfatte per scongiurare la crisi ultima (sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi), ed anche di condizioni, legate all'uso quotidiano della

struttura stessa, per "rimanere adatta all'uso" (sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio che nella nostra situazione, vantaggio della sicurezza per interventi locali si è considerato lo Stato Limite Elastico nella combinazione rara, per cautelarsi da effetti visivi non graditi dovuti alla deformazione (freccia).

Per gli Stati Limite Ultimi (SLU) la normativa impone la combinazione delle azioni sollecitanti tramite la seguente formula:

- combinazione fondamentale $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$

Per gli Stati Limite di Esercizio (SLE) la normativa impone la combinazione delle azioni sollecitanti tramite le seguenti formule:

- combinazione rara $G_1 + G_2 + Q_{k1}$

- combinazione frequente $G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1}$

- combinazione quasi permanente $G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$

Per l'azione sismica sono state impiegate combinazioni agli SLU ed agli SLE del tipo:

- $E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$

Relativamente al terreno ed alle fondazioni, si assume quanto riportato nella Relazione Geotecnica e la Relazione delle Fondazioni, considerando le varie combinazioni per gli stati limite previste nella modellazione strutturale. In particolare per tutte le verifiche strutturali dei vari componenti, comprese quelle di fondazione, vengono considerati i parametri della Combinazione 2 (A1, M1, R3).