

COMUNE DI PALERMO
Settore Centro Storico



COMUNE DI PALERMO
Settore Città Storica

COMUNE DI PALERMO
Settore Città Storica

Vista la verifica del 21 giugno 2013, si esprime **Parere Tecnico favorevole**, ai sensi dell'art. 5 comma 3 della L.R. 12/2011, con contestuale atto n. 18/2013/CS del 20 dicembre 2013.

Visto il Parere Tecnico n. 18/2013/CS del 20/12/2013, si **valida il lotto A** del progetto esecutivo ai sensi dell'art. 55 del DPR 207/2010 con contestuale atto n. 04/2013/CS del 20/12/2013.

12 0 DIC. 2013

Il R.U.P.
Ing. Tonino Martelli

12 0 DIC. 2013

Il R.U.P.
Ing. Tonino Martelli

INTERVENTI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA E IL MIGLIORAMENTO STATICO DEL COMPLESSO MONUMENTALE DELLO SPASIMO

PROGETTO ESECUTIVO

TAV.	5
ALL.	11
DATA	Giugno-12

ELABORATO

Relazione dei calcoli interventi strutturali
Piano primo - Solai di calpestio

SCALA

I PROGETTISTI

Ing. Giuseppe Di Marzo

COMUNE DI PALERMO
Settore Città Storica

IL R.U.P.

Visto il Parere Tecnico n. 18/2013/CS del 20/12/2013, si **valida il lotto C** del progetto esecutivo ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. 50/2016 con contestuale atto n. 1798749/CS del 28/10/2016.

Arch. Lorella Cacciatore

Il R.U.P.
Ing. Tonino Martelli

07. 2016

Visto:

Il Dirigente Servizio II OO.PP.

1. Le Strutture orizzontali

Nell'ambito del progetto questo aspetto è stato più volte affrontato e sviscerato per cui non ci dilungheremo sulle motivazioni dei degradi ma ci limiteremo a riportare che il sistema utilizzato è un sistema che permette il rinforzo e l'irrigidimento degli impalcati in quanto realizzati per sopportare carichi modesti; presentano quasi sempre deformabilità eccessiva rispetto alle attuali esigenze. I nuovi solai di legno, per essere abbastanza resistenti e rigidi, necessitano di sezioni di travi elevate. In entrambi i casi è possibile sovrapporre alla struttura esistente una sottile soletta di calcestruzzo, adeguatamente armata e connessa, ottenendo per i solai un cospicuo aumento di resistenza, rigidezza e permettendo sezioni decisamente più modeste alle travi dei nuovi solai. L'interposizione dei connettori a piolo e ramponi tra le travi di legno e la soletta di calcestruzzo è necessaria per consentire ai due materiali di collaborare tra loro; il risultato è una struttura solidale dove, per effetto dei carichi verticali, il calcestruzzo risulta prevalentemente compresso ed il legno prevalentemente teso. La struttura mista legno-calcestruzzo risulta migliore rispetto alla struttura di solo legno in quanto più rigida e resistente ne risulterà migliorato anche il comportamento dinamico (vibrazioni) e l'isolamento acustico. La soletta di calcestruzzo rappresenta un ottimo accorgimento tecnico negli edifici di muratura in zona sismica, in quanto consente di collegare fra di loro i muri portanti realizzando un piano rigido in grado di meglio ripartire le azioni sismiche orizzontali. Il sistema scelto è un solaio a semplice orditura con connettori posti ad interasse costante ma in funzione delle sollecitazioni. Si sono considerati come sovraccarichi quelli dettati dalla NTC tab 3.1. Il cat. B2 uffici aperti al pubblico con carico permanente di $3,00 \text{ KN/m}^2$.

I cordoli studiati e pensati per il posizionamento sulle murature sono di due tipologie:

1. Trave UPN 180, inghisata sulla muratura portante ed incassata nella muratura. L'ancoraggio di queste travi verrà eseguito o mediante tasselli chimici o con barre passanti e bloccate sulla parte opposta del muro. Laddove la muratura non dovesse possedere adeguato spessore il profilo metallico verrà posto a filo con la muratura e bloccato con le tipologie sopra esposte.

2. Trave HE posta sulla sommità del muro ed in posizione centrale rispetto a questo. Il profilo verrà ancorato con barre verticali inghisate opportunamente nella muratura sottostante.

Tale sistema permette di sostenere i solai e di essere elemento attivo nella struttura sismica che si va a migliorare in quanto tale elemento isolato crea una cerchiatura di piano con tutti i benefici noti, senza utilizzare i sistemi in c.a. che hanno creato negli eventi sismici rotture e crolli generalizzati, negli elaborati di verifica sono stati controllati i valori delle tensioni nelle murature di scarico.

2. Interventi sui solai esistenti e nuovi orizzontamenti

Prima di intervenire sui solai, sono d'obbligo alcune prove per individuarne lo stato di degrado effettivo, da quelle più semplici, che prevedono l'uso di un trapano o di chiodi d'acciaio che valutino la compattezza delle fibre interne, a quelle più complesse nelle quali si utilizzano endoscopi o sistemi a ultrasuoni per verificare lo stato degli elementi lignei all'interno della muratura o le classiche prove di carico. Va osservata la consistenza e lo stato di conservazione degli elementi portanti, la loro complanarità, il loro comportamento strutturale e la presenza di umidità in essi. Deve anche essere effettuato il calcolo dei carichi agenti e di quelli previsti, da confrontare con la resistenza ipotizzabile. Infine va eseguita una pulizia che preveda la rimozione di depositi, patine e vegetazione, compiuta secondo modalità previste dalle normative in materia di tutela dell'ambiente e della salute. Nel caso in progetto i risultati sperimentali hanno determinato la necessità della sostituzione integrale dei solai lignei così come individuati negli elaborati di progetto.

I nuovi orizzontamenti saranno costituiti da solai con struttura lignea a semplice orditura a mezzo di travi in larice di opportuna sezione come risultante dai calcoli di verifica e tavolato in abete da 2,5 cm, telo traspirante e sistema costituito da connettori, rete elettro saldata e cappa collaborante (cfr. Tav. 5.11).

Restano compresi in questa casistica gli interventi isolati sui solai relativi a gli interventi n°1 ubicati sopra l'attuale ingresso alla chiesa e n°2 ubicati al piano primo di una'ala dei locali attorno a chiostro ed indicati nella Tav. 5.11.1 e di cui si allegano i relativi calcoli.

Intervento n°1 SOLAIO L=500 cm

Solai misti legno-calcestruzzo con connettori a piolo e ramponi

Verifiche agli Stati Limite secondo il D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" ed EN 1995-1-1:2009: "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno"

Progetto : Solaio misto legno-calcestruzzo

Progettisti : Ing. Giuseppe Di Marzo - Arch. Lorella Cacciatore

I risultati di seguito descritti si ottengono esclusivamente con l'utilizzo dei connettori Tecnaria; ogni altro utilizzo del presente calcolo è da ritenersi del tutto inattendibile.

DATI:

Solaio a semplice orditura con assito continuo

GEOMETRIA:

Spessore soletta: 5 cm

Spessore assito/pianelle/tavelle: 2.5 cm

Spessore isolante: 0 cm

Peso specifico assito/pianelle/tavelle: 6.00 kN/m³

Peso specifico isolante: 0.50 kN/m³

- Interasse travi: 95 cm

Base travi: 14 cm

Altezza travi: 30 cm

Luce travi: 500 cm

- Rapporto Luce/Freccia amm. tempo Zero: L/500

Rapporto Luce/Freccia amm. tempo Inf.: L/350

CARICHI:

- Portati per metro quadrato

Sottofondo: 0.40 kN/m²

Pavimento: 0.40 kN/m²

Tramezzi: 1.20 kN/m²

Altri: 0.00 kN/m²

Totale permanenti strutturali: 1.59 kN/m²

Totale permanenti non strutturali: 2.00 kN/m²

Totale accidentali: 3.00 kN/m²

- Totali per metro lineare

Totali SLE: 6.26 kN/m

Totali SLU: 9.08 kN/m

MATERIALI:

- Legno - Tipo : EN C24 - DIN S10

Resistenza a flessione caratteristica $f_{m,k} = 24.0 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a trazione caratteristica $f_{t,0,k} = 14.0 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a taglio caratteristica $f_{v,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità medio $E_{0,m} = 11000 \text{ N/mm}^2$

Peso specifico medio $r_m = 4.2 \text{ kN/m}^3$

Coeff. modificazione azioni accidentali $K_{mod} = 0.80$

Fattore di deformazione $K_{def} = 0.60$

Coefficiente di sicurezza $g_m = 1.50$

- Classe calcestruzzo: C25/30 - Rck30

Resistenza caratteristica cilindrica $f_{c,k} = 25.0 \text{ N/mm}^2$

Modulo elasticità $E = 30500 \text{ N/mm}^2$

Peso specifico $r = 25.0 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di viscosità $F = 3.00$

Coefficiente di sicurezza $g_m = 1.50$

- Connettore: Tecnaria CTL MAXI 12/ 40 posato su tavolato di 2.50 cm

Resistenza caratteristica connettore $F_k = 18998 \text{ N}$

Rigidezza connettore in esercizio $K_{ser} = 5908 \text{ N/mm}$

Rigidezza connettore ultima $K_u = 3055 \text{ N/mm}$

- Altri parametri

Coefficiente parziale carichi permanenti strutturali $g_{G,1} = 1.30$

Coefficiente parziale carichi permanenti non strutturali $g_{G,2} = 1.50$

Coefficiente parziale carichi accidentali $g_Q = 1.50$

Coefficiente carichi quasi permanenti $Y_2 = 0.30$

Spessore tavole contenimento: 2.0 cm

RISULTATI:

Connettori a piolo e ramponi Tecnaria CTL MAXI 12/ 40

posati su tavolato continuo

Connettori a spaziatura costante: 40.9 cm

Numero di connettori per trave: 14

VERIFICHE:

- larghezza soletta collaborante: 95 cm

STATO LIMITE ULTIMO:

momento massimo: 28.39 kNm

taglio massimo: 22.71 kN

- a tempo zero

CLS - tensione max: $5.30 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min: -4.35 N/mm^2

LEGNO - tensoflessione: $0.89 \leq 1.00$

LEGNO - taglio: $0.69 \text{ N/mm}^2 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio: $7435 \text{ N} \leq 10132 \text{ N}$

- a tempo infinito

CLS - tensione max: $3.77 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min: -2.80 N/mm^2

LEGNO - tensoflessione: $0.91 \leq 1.00$

LEGNO - taglio: $0.71 \text{ N/mm}^2 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio: $7567 \text{ N} \leq 10132 \text{ N}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO:

- a tempo zero

EJ: $5091987741850 \text{ Nmm}^2$

freccia massima a tempo zero: $10.00 \text{ mm} \leq 10.00 \text{ mm}$

- a tempo infinito

EJ: $3702644722327 \text{ Nmm}^2$

freccia max a tempo infinito: $13.75 \text{ mm} \leq 14.29 \text{ mm}$

AVVERTENZE

- Inserire una rete elettrosaldata almeno diametro 6mm maglia 20x20cm per i solai a semplice orditura oppure diametro 8mm maglia 20x20cm per quelli a doppia orditura.

- Sovrapporre i fogli di rete elettrosaldata di almeno una maglia.

- Tenere la rete elettrosaldata sollevata dal piano durante il getto.

- Puntellare efficacemente il solaio prima del getto e mantenere i puntelli fino a completa maturazione del calcestruzzo.

- Verificare a parte la soletta di calcestruzzo o gli eventuali travetti in flessione fra due travi.

- La quantità di armatura (rete ed eventuali ulteriori barre ortogonali alle travi) dipende dalla verifica della soletta in flessione fra due travi.

- Si consiglia di collegare la soletta alle murature perimetrali mediante perforazioni armate.

- Eseguire sempre preforo diametro 8mm per le viti del connettore MAXI, oppure diametro 5mm per le viti del connettore BASE nei seguenti casi:

- connettore posato su latifoglia o travi antiche;

- larghezza di trave inferiore a 12cm;

- distanza tra i connettori inferiore a 15cm.

- Disporre i connettori su più file se la spaziatura tra i connettori risulta inferiore a 7 cm

- In caso di uso di isolante sotto la soletta è necessario in corrispondenza delle travi interrompere l'isolante per una larghezza superiore al massimo fra: 10cm, due volte l'altezza del raccordo in calcestruzzo, la larghezza della trave e affiancare ai connettori almeno due barre diametro 8mm correnti.

- Dettagli di rinforzo sezioni: www.tecnaria.com/legno/dwg.htm

Intervento n°2

SOLAIO L = 655 cm

Solai misti legno-calcestruzzo con connettori a piolo e ramponi

Verifiche agli Stati Limite secondo il D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" ed EN 1995-1-1:2009: "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno"

Progetto : Solaio misto legno-calcestruzzo

Progettisti: Ing. Giuseppe Di Marzo – Arch. Lorella Cacciatore

I risultati di seguito descritti si ottengono esclusivamente con l'utilizzo dei connettori Tecnaria; ogni altro utilizzo del presente calcolo è da ritenersi del tutto inattendibile.

DATI:

Solaio a semplice orditura con assito continuo

GEOMETRIA:

Spessore soletta: 5 cm

Spessore assito/pianelle/tavelle: 2.5 cm

Spessore isolante: 0 cm

Peso specifico assito/pianelle/tavelle: 6.00 kN/m³

Peso specifico isolante: 0.50 kN/m³

- Interasse travi: 70 cm

Base travi: 14 cm

Altezza travi: 33 cm

Luce travi: 655 cm

- Rapporto Luce/Freccia amm. tempo Zero: L/500

Rapporto Luce/Freccia amm. tempo Inf.: L/350

CARICHI:

- Portati per metro quadrato

Sottofondo: 0.40 kN/m²

Pavimento: 0.40 kN/m²

Tramezzi: 1.20 kN/m²

Altri: 0.00 kN/m²

Totale permanenti strutturali: 1.68 kN/m²

Totale permanenti non strutturali: 2.00 kN/m²

Totale accidentali: 3.00 kN/m²

- Totali per metro lineare

Totali SLE: 4.67 kN/m

Totali SLU: 6.78 kN/m

MATERIALI:

- Legno - Tipo : EN C24 - DIN S10

Resistenza a flessione caratteristica $f_{m,k} = 24.0$ N/mm²

Resistenza a trazione caratteristica $f_{t,0,k} = 14.0$ N/mm²

Resistenza a taglio caratteristica $f_{v,k} = 2.50$ N/mm²

Modulo di elasticità medio $E_{0,m} = 11000$ N/mm²

Peso specifico medio $r_m = 4.2$ kN/m³

Coeff. modificazione azioni accidentali $K_{mod} = 0.80$

Fattore di deformazione $K_{def} = 0.60$

Coefficiente di sicurezza $g_m = 1.50$

- Classe calcestruzzo: C25/30 - Rck30

Resistenza caratteristica cilindrica $f_{c,k} = 25.0$ N/mm²

Modulo elasticità $E = 30500$ N/mm²

Peso specifico $r = 25.0$ kN/m³

Coefficiente di viscosità $F = 3.00$

Coefficiente di sicurezza $g_m = 1.50$

- Connettore: Tecnaria CTL MAXI 12/ 40 posato su tavolato di 2.50 cm

Resistenza caratteristica connettore $F_k = 18998$ N

Rigidezza connettore in esercizio $K_{ser} = 5908$ N/mm

Rigidezza connettore ultima $K_u = 3055 \text{ N/mm}$

- Altri parametri

Coefficiente parziale carichi permanenti strutturali $g_{G,1} = 1.30$

Coefficiente parziale carichi permanenti non strutturali $g_{G,2} = 1.50$

Coefficiente parziale carichi accidentali $g_Q = 1.50$

Coefficiente carichi quasi permanenti $\gamma_2 = 0.30$

Spessore tavole contenimento: 2.0 cm

RISULTATI:

Connettori a piolo e ramponi Tecnaria CTL MAXI 12/ 40

posati su tavolato continuo

Connettori a spaziatura costante: 24.4 cm

Numero di connettori per trave: 28

VERIFICHE:

- larghezza soletta collaborante: 70 cm

STATO LIMITE ULTIMO:

momento massimo: 36.34 kNm

taglio massimo: 22.19 kN

- a tempo zero

CLS - tensione max: $5.45 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min: -2.46 N/mm^2

LEGNO - tensoflessione: $0.89 \leq 1.00$

LEGNO - taglio: $0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio: $7809 \text{ N} \leq 10132 \text{ N}$

- a tempo infinito

CLS - tensione max: $4.15 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min: -1.17 N/mm^2

LEGNO - tensoflessione: $0.90 \leq 1.00$

LEGNO - taglio: $0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio: $7773 \text{ N} \leq 10132 \text{ N}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO:

- a tempo zero

EJ: $8560501349455 \text{ Nmm}^2$

freccia massima a tempo zero: $13.09 \text{ mm} \leq 13.10 \text{ mm}$

- a tempo infinito

EJ: $6196408508266 \text{ Nmm}^2$

freccia max a tempo infinito: $18.08 \text{ mm} \leq 18.71 \text{ mm}$

AVVERTENZE

- Inserire una rete elettrosaldata almeno diametro 6mm maglia 20x20cm per i solai a semplice orditura oppure diametro 8mm maglia 20x20cm per quelli a doppia orditura.

- Sovrapporre i fogli di rete elettrosaldata di almeno una maglia.

- Tenere la rete elettrosaldata sollevata dal piano durante il getto.

- Puntellare efficacemente il solaio prima del getto e mantenere i puntelli fino a completa maturazione del calcestruzzo.

- Verificare a parte la soletta di calcestruzzo o gli eventuali travetti in flessione fra due travi.

- La quantità di armatura (rete ed eventuali ulteriori barre ortogonali alle travi) dipende dalla verifica della soletta in flessione fra due travi.

- Si consiglia di collegare la soletta alle murature perimetrali mediante perforazioni armate.

- Eseguire sempre preforo diametro 8mm per le viti del connettore MAXI, oppure diametro 5mm per le viti del connettore BASE nei seguenti casi:

- connettore posato su latifoglia o travi antiche;

- larghezza di trave inferiore a 12cm;

- distanza tra i connettori inferiore a 15cm.

- Disporre i connettori su più file se la spaziatura tra i connettori risulta inferiore a 7 cm

- In caso di uso di isolante sotto la soletta è necessario in corrispondenza delle travi interrompere l'isolante per una larghezza superiore al massimo fra: 10cm, due volte l'altezza del raccordo in calcestruzzo, la larghezza della trave e affiancare ai connettori almeno due barre diametro 8mm correnti.

- Dettagli di rinforzo sezioni: www.tecnaria.com/legno/dwg.htm

TECNARIA S.p.A. V.le Pecori Giraldi, 55 36061 Bassano del Grappa (VI)
tel 0424 502029 fax 0424 502386 info@tecnaria.com www.tecnaria.com