

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI TRIESTE

COMUNE DI TRIESTE

**Allegato S1 -RELAZIONE DI CALCOLO SOLAI  
COLLABORANTI LEGNO-CLS**

- RELAZIONE SUI MATERIALI
- RELAZIONE DI CALCOLO
- PIANO DI MANUTENZIONE

# RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI IMPIEGATI

Relazione illustrativa concernente le caratteristiche, qualità e dosatura dei materiali da impiegare per la realizzazione delle strutture in conglomerato cementizio semplice e armato.

La presente relazione viene redatta ai sensi dell'Art. 4 Comma III par. 6 della L. 05.11.71 n. 1086 allo scopo di fornire all'impresa costruttrice, l'assistente dei lavori e al Direttore dei Lavori un quadro sintetico delle caratteristiche dei materiali da impiegare.

I dati sono desunti dalla relazione di calcolo e dai grafici di progetto:

I materiali impiegati sono i seguenti:

## Leganti

Leganti di tipo idraulico dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 idonei all'impiego previsto.

## Aggregati

Aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620.

## Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003

## CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Classe di resistenza	$R_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ $f_{ck} = 25\text{N/mm}^2$
Classe di consistenza	S4 fluida abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
Classe di esposizione	XC2
Diametro max aggregato	32mm

## CALCESTRUZZO PER OPERE IN ELEVAZIONE

Classe di resistenza	$R_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ $f_{ck} = 25\text{N/mm}^2$
Classe di consistenza	S4 fluida abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
Classe di esposizione	XC1
Diametro max aggregato	20mm

## **ACCIAIO IN BARRE NERVATE E RETE ELETTRISALDATA**

tipo	B450C
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

## **LEGNO LAMELLARE (EVENTUALE INTEGRAZIONE TRAVI LIGNEE ESISTENTI)**

tipo	legno lamellare di conifera omogeneo
categoria	GL24h
$\rho_k$	$380 \text{ Kg/m}^3$
$f_{m,k}$	$24 \text{ N/mm}^2$
$f_{t,0,k}$	$16.5 \text{ N/mm}^2$
$f_{t,90,k}$	$0.4 \text{ N/mm}^2$
$f_{c,0,k}$	$24 \text{ N/mm}^2$
$f_{c,90,k}$	$2.7 \text{ N/mm}^2$
$f_{v,k}$	$2.7 \text{ N/mm}^2$
$E_{0,mean}$	$11600 \text{ N/mm}^2$
$E_{90,mean}$	$380 \text{ N/mm}^2$
$E_{0,05}$	$9400 \text{ N/mm}^2$
$G_{mean}$	$720 \text{ N/mm}^2$

## **LEGNO MASSICCIO (EVENTUALE INTEGRAZIONE TRAVI LIGNEE ESISTENTI)**

tipo	legno di conifera omogeneo
categoria	C24
$\rho_k$	$350 \text{ Kg/m}^3$
$f_{m,k}$	$24 \text{ N/mm}^2$
$f_{t,0,k}$	$14.0 \text{ N/mm}^2$
$f_{t,90,k}$	$0.5 \text{ N/mm}^2$
$f_{c,0,k}$	$21 \text{ N/mm}^2$
$f_{c,90,k}$	$2.5 \text{ N/mm}^2$
$f_{v,k}$	$2.5 \text{ N/mm}^2$
$E_{0,mean}$	$11000 \text{ N/mm}^2$
$E_{0,05}$	$7400 \text{ N/mm}^2$
$G_{mean}$	$690 \text{ N/mm}^2$

## **ACCIAIO DA CARPENTERIA (ARCHITRAVI NUOVE APERTURE CSI\_B0)**

tipo	S 275 H
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$
Bulloni classe 6.8	$f_{yb} = 480 \text{ N/mm}^2$ $f_{tb} = 600 \text{ N/mm}^2$
Dadi classe 6	$f_{yb} = 480 \text{ N/mm}^2$ $f_{tb} = 600 \text{ N/mm}^2$

In fase di esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le regole imposte dalla normativa vigente ed i modi di operare imposti dalle normali consuetudini del buon costruire e della regola d'arte.

In particolare:

- Non realizzare opere di fondazione su materiale di riporto;
- Accertarsi che le barre di armatura abbiano il copriferro imposto dai disegni esecutivi;
- Impiegare materiale certificato ed ottemperare a quanto imposto dalla attuale normativa in fatto di controllo dei materiali;
- Non procedere ai getti in condizioni atmosferiche proibitive e/o impiegare, previo assenso della D.L., gli additivi necessari;
- Non aumentare la lavorabilità del cls con aggiunta incontrollata di acqua;
- E' fatto obbligo di vibrare tutti i getti;
- Lasciare maturare i getti senza demolire le opere provvisoriale per i canonici 28gg o più qualora condizioni ambientali o altro lo impongano;
- Caricare le strutture in modo graduale ed evitare urti;
- Le puntellazioni rompitratta a sostegno dei solai in fase di getto e maturazione dovranno essere poste ad interasse non superiore a 1.80m e mantenute fino a completa maturazione;
- In caso di temperature elevate procedere a bagnare i getti in modo regolare per tutto il tempo di maturazione.

Il direttore lavori

Il progettista

---



---

## **Normativa di riferimento**

Legge 05 Novembre 1971 n. 1086

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”

Legge 02 Febbraio 1974 n. 64

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”

D.M. LL:PP. 11 Marzo 1988

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni”

D.M. 14 Gennaio 2008

“Norme tecniche per le costruzioni”

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 02 Febbraio 2009 n. 617

“Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

Norma Europea UNI EN 206-1

(Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità)

Norma Tecnica UNI 11104 del 2004

(Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1)

Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

(Calcestruzzo Preconfezionato – Calcestruzzo Strutturale)

UNI ENV 13670-1:2001 Esecuzione delle strutture in calcestruzzo

Eurocodici strutturali

(EN 1992 Eurocodice 2 – Progetto di strutture in calcestruzzo)

## RELAZIONE DI CALCOLO

I contenuti della presente relazione sono relativi alle strutture in c.a. dell'intervento di messa a norma strutturale ed impiantistica dell'immobile di via A.Diaz n°20 e P.zza A. Hortis n°1 a Trieste, sedi dell'I.T.C. "Gian Rinaldo Carli" e dell'I.T.N. "Tomaso Savoia Duca di Genova".

L'edificio sorge in **zona sismica 3** considerata a bassa sismicità, nello sviluppo dei calcoli si osserveranno le disposizioni contenute nel D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Le nuove strutture costituiscono dei meri rinforzi locali di strutture esistenti allo scopo di migliorare il comportamento statico dei solai di piano interessati da interventi di adeguamento impiantistico.

Gli interventi previsti nel completamento del primo lotto funzionale sono limitati agli ambienti adibiti a servizi igienici dei due istituti superiori. In particolare verranno interessati due ambienti al piano terra dove sarà inserito un nuovo solaio di tipo areato con casseri a perdere tipo iglù; un gruppo di servizi al piano primo, secondo e terzo. I solai di interpiano esistenti sono in legno con sovrastanti massetti in cls non collaborante. Questi ultimi verranno rimossi per consentire il passaggio del nuovo impianto idrico-sanitario ed elettrico. Il nuovo massetto verrà reso collaborante mediante l'inserimento di pioli ancorati alle travi lignee preesistenti con sovrastante getto sp.6cm di cls strutturale alleggerito tipo Leca 1400. I carichi permanenti non subiranno variazioni apprezzabili.

Le verifiche delle strutture per azioni sismiche saranno effettuate con l'analisi dinamica equivalente. Il metodo di calcolo adottato sarà quello semiprobabilistico agli stati limite.

Per le sottofondazioni dei servizi al PT è previsto un sistema di cordoli di sezione 40x40 cm poggiante su un magrone di spessore medio pari a 10 cm armato anch'esso con rete f.6/20x20. Al di sotto del magrone è previsto l'inserimento di un vespaio che consenta di portarsi in quota rispetto al livello del piano stradale esterno.

Il Calcolo delle sezioni è stato eseguito con i metodi classici della scienza delle costruzioni nelle ipotesi di:

1. mantenimento della planarità delle sezioni nella situazione deformata;
2. risposta elastica lineare e simmetrica dei materiali;
3. conglomerato non reagente a trazione.

Il progettista delle strutture

ing. Roberto Bertogna

## VERIFICHE SOLAI DI INTERPIANO DI TIPO COLLABORANTE IN LEGNO-CLS

### ANALISI DEI CARICHI

Nel calcolo delle strutture si è tenuto conto delle situazioni derivanti dall'effetto combinato dei carichi variabili e permanenti. I sovraccarichi previsti sono quelli per gli edifici pubblici adibiti a scuole.

### **CARICHI VERTICALI**

#### Carichi solaio calpestio di piano legno-cls

Peso proprio	2.17 kN/m <sup>2</sup>
Divisori interni bagni	1.20 “
Finiture contross.e massetti	0.80 “
<hr/>	
<b>Totale permanenti e portati</b>	<b>g : 4.17 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Variabili</b>	<b>q : 3.00 kN/m<sup>2</sup></b>

### **1) SOLAIO CSI\_A1**

Programma di calcolo utilizzato: TECNARIA - versione 4.20

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

#### DATI

---

Solaio a semplice orditura con assito continuo

#### GEOMETRIA

Spessore soletta: 6 cm

Spessore assito/pianelle/tavelle: 2.5 cm

Spessore isolante: 4 cm

Peso specifico assito/pianelle/tavelle: 4.20 kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico isolante: 0.25 kN/m<sup>3</sup>

- Interasse travi: 55 cm

Base travi: 18 cm

Altezza travi: 18 cm

Luce travi: 580 cm

Freccia iniziale massima ammissibile: 12.89 mm

- Freccia attiva massima ammissibile: 10.80 mm

Freccia totale massima ammissibile: 23.20 mm

#### \_\_\_ CARICHI \_\_\_

- Portati per metro quadrato

Sottofondo: 0.50 kN/m<sup>2</sup>

Pavimento: 0.30 kN/m<sup>2</sup>

Tramezzi: 1.20 kN/m<sup>2</sup>

Altri: 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Totale permanenti strutturali: 2.17 kN/m<sup>2</sup>

Totale permanenti non strutturali: 2.00 kN/m<sup>2</sup>

Totale accidentali: 3.00 kN/m<sup>2</sup>

- Totali per metro lineare

Totali SLE per freccia iniziale: 3.94 kN/m

Totali SLE per freccia finale: 3.28 kN/m

Totali SLU: 5.45 kN/m

#### \_\_\_ MATERIALI \_\_\_

- Legno - Tipo : C18 secondo EN338:2009

Resistenza a flessione caratteristica  $f_{m,k} = 18.0 \text{ N/mm}^2$

kh a flessione = 1.00

Resistenza a trazione caratteristica  $f_{t,0,k} = 11.0 \text{ N/mm}^2$

kh a trazione = 1.00

Resistenza a taglio caratteristica  $f_{v,k} = 3.40 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità medio  $E_{0,m} = 9000 \text{ N/mm}^2$

Peso specifico medio  $r_m = 3.8 \text{ kN/m}^3$

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

Fattore di deformazione  $K_{def} = 0.60$

Coefficiente di sicurezza  $g_m = 1.50$

Riduzione larghezza per verifica a taglio  $k_{cr} = 0.67$

- Classe calcestruzzo: C25/30 - Rck30

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

Resistenza caratteristica a trazione 5%  $f_{ctk} = 1.8 \text{ N/mm}^2$

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

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



Coefficiente di viscosità  $F = 2.50$

Coefficiente di sicurezza  $g_m = 1.50$

- Connettore: Tecnaria CTL MAXI 12/ 80 posato su tavolato di 2.50 cm

Resistenza caratteristica connettore  $F_k = 14075 \text{ N}$

Rigidezza connettore in esercizio  $K_{ser} = 6525 \text{ N/mm}$

Rigidezza connettore ultima  $K_u = 3928 \text{ N/mm}$

Coefficiente di sicurezza  $g_{mk} = 1.50$

- Altri parametri

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

Coefficiente parziale carichi permanenti non strutturali  $g_{G,2} = 1.30$

Coefficiente parziale carichi accidentali  $g_Q = 1.50$

Coefficiente carichi quasi permanenti  $Y_2 = 0.60$

Coefficiente carichi caratteristici  $Y_0 = 0.70$

Appoggio del tavolato su trave: 2.0 cm

Resistenza di progetto armatura complementare:  $391.3 \text{ N/mm}^2$

---

#### RISULTATI

---

Connettori a piolo e ramponi Tecnaria CTL MAXI 12/ 80

posati su tavolato continuo

Connettori a spaziatura variabile

- ai quarti estremi della trave: 7.3 cm

- nella metà centrale della trave: 14.6 cm

Numero di connettori per trave: 61

Numero di connettori a metro quadrato: 19.12

Armatura minima nel raccordo:  $0.00 \text{ cm}^2/\text{trave}$  nella parte inferiore del raccordo.

Armatura minima nella soletta:  $0.22 \text{ cm}^2/\text{trave}$  nella parte inferiore della soletta.

Armatura trasversale nella soletta:  $0.61 \text{ cm}^2/\text{m}$

---

#### VERIFICHE

---

- larghezza soletta collaborante: 55.0 cm

- distanza tra isolante: 18.0 cm

\_\_\_ STATO LIMITE ULTIMO \_\_\_

momento massimo: 22.93 kNm

taglio massimo: 15.82 kN

- a tempo zero

CLS - tensione max:  $7.84 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min:  $-2.31 \text{ N/mm}^2$

LEGNO - tensoflessione:  $0.95 \leq 1.00$

LEGNO - taglio:  $0.55 \text{ N/mm}^2 \leq 1.81 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio:  $4597 \text{ N} \leq 7507 \text{ N}$

- a tempo infinito

CLS - tensione max:  $6.08 \text{ N/mm}^2 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$

CLS - tensione min:  $-0.46 \text{ N/mm}^2$

LEGNO - tensoflessione:  $0.99 \leq 1.00$

LEGNO - taglio:  $0.57 \text{ N/mm}^2 \leq 1.81 \text{ N/mm}^2$

CONN. - taglio:  $4669 \text{ N} \leq 7507 \text{ N}$

\_\_\_ STATO LIMITE DI ESERCIZIO \_\_\_

- a tempo zero

EJ:  $5103.5 \text{ kNm}^2$

- a tempo infinito

EJ:  $2782.3 \text{ kNm}^2$

freccia iniziale:  $11.38 \text{ mm} \leq 12.89 \text{ mm}$

freccia attiva:  $10.76 \text{ mm} \leq 10.80 \text{ mm}$

freccia a tempo infinito:  $17.38 \text{ mm} \leq 23.20 \text{ mm}$

---

#### AVVERTENZE

---

- Oltre all'armatura trasversale indicata inserire armatura per il calcolo a
- flessione della soletta in direzione trasversale alle travi (almeno rete  $d6 \text{ } 20 \times 20$ )
- Puntellare efficacemente il solaio prima del getto e mantenere i puntelli fino a completa maturazione del calcestruzzo.
- Si consiglia di collegare la soletta alle murature perimetrali mediante perforazioni armate utilizzando l'apposita resina epossidica bicomponente RTEC400.
- Disporre almeno  $2f.6$  nel raccordo tra i pannelli di isolante

## 2) SOLAI CSI\_B1, CSI\_B2, CSI\_B3

Software utilizzato: TECNARIA - versione 4.20

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

Progettista :

I risultati di seguito descritti si ottengono esclusivamente con l'utilizzo dei connettori Tecnaria;

\_\_\_\_\_ DATI \_\_\_\_\_

---

Solaio a semplice orditura con assito continuo

\_\_\_ GEOMETRIA \_\_\_

Spessore soletta: 6 cm

Spessore assito/pianelle/tavelle: 2.5 cm

Spessore isolante: 4 cm

Peso specifico assito/pianelle/tavelle: 4.20 kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico isolante: 0.25 kN/m<sup>3</sup>

- Interasse travi: 55 cm

Base travi: 18 cm

Altezza travi: 18 cm

Luce travi: 300 cm

Freccia iniziale massima ammissibile: 6.67 mm

- Freccia attiva massima ammissibile: 6.00 mm

Freccia totale massima ammissibile: 12.00 mm

\_\_\_ CARICHI \_\_\_

- Portati per metro quadrato

Sottofondo: 0.50 kN/m<sup>2</sup>

Pavimento: 0.30 kN/m<sup>2</sup>

Tramezzi: 1.20 kN/m<sup>2</sup>

Altri: 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Totale permanenti strutturali: 2.17 kN/m<sup>2</sup>

Totale permanenti non strutturali: 2.00 kN/m<sup>2</sup>

Totale accidentali: 3.00 kN/m<sup>2</sup>

- Totali per metro lineare

Totali SLE per freccia iniziale: 3.94 kN/m

Totali SLE per freccia finale: 3.28 kN/m

Totali SLU: 5.45 kN/m

\_\_\_ MATERIALI \_\_\_

- Legno - Tipo : C18 secondo EN338:2009

Resistenza a flessione caratteristica  $f_{m,k} = 18.0 \text{ N/mm}^2$

kh a flessione = 1.00

Resistenza a trazione caratteristica  $f_{t,0,k} = 11.0 \text{ N/mm}^2$

kh a trazione = 1.00

Resistenza a taglio caratteristica  $f_{v,k} = 3.40 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità medio  $E_{0,m} = 9000 \text{ N/mm}^2$

Peso specifico medio  $r_m = 3.8 \text{ kN/m}^3$

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

Fattore di deformazione  $K_{def} = 0.60$

Coefficiente di sicurezza  $g_m = 1.50$

Riduzione larghezza per verifica a taglio  $k_{cr} = 0.67$

- Classe calcestruzzo: C25/30 - Rck30

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

Resistenza caratteristica a trazione 5%  $f_{ctk} = 1.8 \text{ N/mm}^2$

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

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

Coefficiente di viscosità  $F = 2.50$

Coefficiente di sicurezza  $g_m = 1.50$

- Connettore: Tecnaria CTL MAXI 12/ 80 posato su tavolato di 2.50 cm

Resistenza caratteristica connettore  $F_k = 14075 \text{ N}$

Rigidezza connettore in esercizio  $K_{ser} = 6525 \text{ N/mm}$

Rigidezza connettore ultima  $K_u = 3928 \text{ N/mm}$

Coefficiente di sicurezza  $g_{mk} = 1.50$

- Altri parametri

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

Coefficiente parziale carichi permanenti non strutturali  $g_{G,2} = 1.30$

Coefficiente parziale carichi accidentali  $g_Q = 1.50$

Coefficiente carichi quasi permanenti  $Y_2 = 0.60$

Coefficiente carichi caratteristici  $Y_0 = 0.70$

Appoggio del tavolato su trave: 2.0 cm

Resistenza di progetto armatura complementare:  $391.3 \text{ N/mm}^2$

---

## RISULTATI

---

Connettori a piolo e ramponi Tecnaria CTL MAXI 12/ 80

posati su tavolato continuo

Connettori a spaziatura variabile

- ai quarti estremi della trave: 50.0 cm

- nella metà centrale della trave: 50.0 cm

Numero di connettori per trave: 7

Numero di connettori a metro quadrato: 4.24

Armatura minima nel raccordo: 0.00 cm<sup>2</sup>/trave nella parte inferiore del raccordo.

Armatura minima nella soletta: 0.82 cm<sup>2</sup>/trave nella parte inferiore della soletta.

Armatura trasversale nella soletta: 0.00 cm<sup>2</sup>/m

---

## VERIFICHE

---

- larghezza soletta collaborante: 55.0 cm

- distanza tra isolante: 18.0 cm

\_\_\_ STATO LIMITE ULTIMO \_\_\_

momento massimo: 6.14 kNm

taglio massimo: 8.18 kN

- a tempo zero

CLS - tensione max: 4.41 N/mm<sup>2</sup> <= 14.17 N/mm<sup>2</sup>

CLS - tensione min: -4.05 N/mm<sup>2</sup>

LEGNO - tensoflessione: 0.42 <= 1.00

LEGNO - taglio: 0.37 N/mm<sup>2</sup> <= 1.81 N/mm<sup>2</sup>

CONN. - taglio: 3959 N <= 7507 N

- a tempo infinito

CLS - tensione max: 2.99 N/mm<sup>2</sup> <= 14.17 N/mm<sup>2</sup>

CLS - tensione min: -2.60 N/mm<sup>2</sup>

LEGNO - tensoflessione: 0.46 <= 1.00

LEGNO - taglio: 0.41 N/mm<sup>2</sup> <= 1.81 N/mm<sup>2</sup>

CONN. - taglio: 4341 N <= 7507 N

\_\_\_ STATO LIMITE DI ESERCIZIO \_\_\_

- a tempo zero

EJ: 1476.2 kNm<sup>2</sup>

- a tempo infinito

EJ: 817.0 kNm<sup>2</sup>

freccia iniziale: 2.82 mm <= 6.67 mm

freccia attiva: 2.60 mm <= 6.00 mm

freccia a tempo infinito: 4.24 mm <= 12.00 mm

---

## AVVERTENZE

---

- Oltre all'armatura trasversale indicata inserire armatura per il calcolo a flessione della soletta in direzione trasversale alle travi (almeno rete d6 20x20)
- Puntellare efficacemente il solaio prima del getto e mantenere i puntelli fino a completa maturazione del calcestruzzo.
- Si consiglia di collegare la soletta alle murature perimetrali mediante perforazioni armate utilizzando l'apposita resina epossidica bicomponente RTEC400.
- Disporre almeno 2F.6 nel raccordo tra i pannelli di isolante.

## VERIFICHE ARCHITRAVI NUOVE APERTURE AL PT

### ANALISI DEI CARICHI

Nel calcolo delle strutture si è tenuto conto delle situazioni derivanti dall'effetto combinato dei carichi variabili e permanenti. I sovraccarichi previsti sono quelli per gli edifici pubblici adibiti a scuole. Le tre nuove aperture avranno un ampiezza del foro grezzo di 1,00mx2,30m. L'intervento crea delle aperture al piano terra dell'edificio in corrispondenza del muro portante in pietra al fine di migliorare la fruizione dei servizi CSI\_B0. Si assume un livello di conoscenza LC1 con corrispondente fattore di confidenza FC=1,35. I parametri della muratura sono stati ricavati dalla tab.C8A.2.1 riportata nelle NTC08 considerando i valori minimi per le murature in pietrame disordinato divisi per il fattore di confidenza.

Tipologia di muratura	$f_m$	$\tau_0$	E	G	w
	(N/cm <sup>2</sup> )	(N/cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100	2,0	690	230	19
	180	3,2	1050	350	
Muratura a conci sbalzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200	3,5	1020	340	20
	300	5,1	1440	480	
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260	5,6	1500	500	21
	380	7,4	1980	660	
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140	2,8	900	300	16
	240	4,2	1260	420	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	600	9,0	2400	780	22
	800	12,0	3200	940	
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240	6,0	1200	400	18
	400	9,2	1800	600	
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500	24	3500	875	15
	800	32	5600	1400	
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400	30,0	3600	1080	12
	600	40,0	5400	1620	
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300	10,0	2700	810	11
	400	13,0	3600	1080	
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150	9,5	1200	300	12
	200	12,5	1600	400	
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300	18,0	2400	600	14
	440	24,0	3520	880	

**Tabella C8A.2.1**

Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni:

**malta di caratteristiche scarse  
assenza di ricorsi (listature)  
paramenti semplicemente accostati  
o mal collegati  
muratura non consolidata  
tessitura (nel caso di elementi  
regolari) a regola d'arte**

$f_m$  = resistenza media a compressione della muratura

$\tau_0$  = resistenza media a taglio della muratura,

E = valore medio del modulo di elasticità normale,

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,

w = peso specifico medio della muratura.

Pertanto si assumono nei calcoli:

$$F_m = 260 \text{ N/cm}^2$$

$$t_0 = 5,6 \text{ N/cm}^2$$

$$E = 1500 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 500 \text{ N/mm}^2$$

In corrispondenza di ciascuna apertura di eseguirà l'inserimento di un architrave in acciaio formata dall'accostamento di **6 profili IPE180 disposti a coppie**. **Le spallette laterali delle aperture verranno consolidate con l'inserimento di angolari in acciaio S275 60x60x5 calastrellati e fissati alla muratura con barre di ancoraggio.**

## CARICHI VERTICALI

### Carichi solaio calpestio di piano legno-cls

Peso proprio		2.17	kN/m <sup>2</sup>
Divisori interni bagni		1.20	"
<u>Finiture contross.e massetti</u>		<u>0.80</u>	<u>"</u>
<b>Totale permanenti e portati</b>	<b>g :</b>	<b>4.17</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Variabili</b>	<b>q :</b>	<b>3.00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### Carichi solaio calpestio di piano legno-cls

Peso proprio		0.60	kN/m <sup>2</sup>
imperm.		0.10	"
<u>Manto di copertura in coppi</u>		<u>0.70</u>	<u>"</u>
<b>Totale permanenti e portati</b>	<b>g :</b>	<b>1.40</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Variabili (neve)</b>	<b>q :</b>	<b>1.18</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

## VERIFICA FORO PORTA TIPO DIMENSIONI GREZZE 100X230

Analizzando la situazione prima dell'intervento:

Maschio murario: 100x230x60

Rigidezza maschio murario:  $K1 = GAEl^2 / ((h^3)G + 1,2hEI^2) = 44.000 \text{ kN/m}$

La rigidezza complessiva dei tre maschi murari è 132.000 KN/m

## **PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA**

### **PREMESSA**

Al termine dei lavori e del relativo certificato di collaudo o di regolare esecuzione redatto ai sensi dell'art. 199 del D.P.R. 554/99, le opere verranno consegnate al Committente.

Sono pertanto a carico del Committente le attività di ispezione, gestione e manutenzione delle opere realizzate, rimanendo altresì a carico dell'appaltatore la garanzia per le difformità ed i vizi dell'opera, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo nell'arco temporale di cui al secondo e terzo periodo del comma 3 del citato art. 199 del D.P.R. 554/99.

Il presente piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera, redatto ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 art. 10.1, è relativo alle opere che riguardano la platea e i cordoli in calcestruzzo delle fondazioni, tutte le intelaiature in c.a. di cui è composta l'ossatura portante, le strutture in legno lamellare a vista e gli elementi strutturali in acciaio.

### **OPERE IN C.A.**

Ispezionare i manufatti e controllare:

- eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali;
- eventuali deterioramenti del giunto tecnico tra strutture adiacenti;
- presenza di un quadro fessurativo che esuli dalle normali fessure dovute al ritiro del calcestruzzo in fase di maturazione;
- presenza di distacchi di parti superficiali delle opere in calcestruzzo che comportino l'esposizione all'ambiente aggressivo dei ferri di armatura;
- presenza di fenomeni di risalita dell'umidità;
- presenza di eccesso di vibrazioni e di emissioni sonore delle strutture sotto carico.

L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla relativa documentazione tecnica.

A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere conservativo da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato d'opera.

### INTERVENTI DI MANUTENZIONE

- riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
- ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato da eseguire anche con materiali speciali;
- protezione dei calcestruzzi da azione disgreganti (gelo, sali solventi, ambiente aggressivo, ecc.) con eventuale applicazione di film protettivi;



- protezione delle armature da azioni disgreganti (gelo, ambiente aggressivo, ecc.);
- consultare un tecnico abilitato in caso di quadro fessurativo in rapida evoluzione o interventi che vadano a variare dimensioni strutturali o carichi applicati.

**PERIODICITÀ: Cadenza annuale**

**STRUTTURE IN LEGNO**

Ispezionare i manufatti e controllare:

- controllo generale della superficie;
- controllo presenza tarli e muffe;
- stato delle carpenterie in acciaio, delle passivazioni e delle eventuali pitture intumescenti;
- controllo della marcescenza delle travi e/o della riduzione e/o perdita delle caratteristiche di resistenza.

L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla relativa documentazione tecnica.

A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato d'opera.

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE**

- ripristino degli elementi e loro sostituzione se danneggiati;
- riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
- ripresa delle passivazioni delle carpenterie in acciaio;
- ripristino delle caratteristiche statiche delle sezioni mediante interventi locali eseguiti da personale specializzato.

**PERIODICITÀ: Cadenza semestrale in occasione del cambio di stagione**

**STRUTTURE CARPENTERIA METALLICA**

Tutte le operazioni di manutenzione sia ordinaria che straordinaria devono essere effettuate da personale specializzato. Nell'eventuale rimozione degli elementi bisogna fare attenzione a non deteriorare i componenti di fissaggio.

Si consiglia, nel caso di smontaggio di qualche elemento strutturale di numerarlo per un corretto riassetto dello stesso.

Periodicamente devono essere eseguite le seguenti operazioni che vengono classificate nelle operazioni di manutenzione ordinaria:

- verifica del serraggio dei giunti bullonati

- verifica dello stato corrosivo e/o di usura della struttura
- verifica degli elementi di tamponamento delle strutture
- ricerca di eventuali elementi danneggiati

Quando necessario sostituire gli elementi degradati e/o danneggiati.

#### Informazioni sulle operazioni di manutenzione ordinaria:

In questa parte del fascicolo viene esposto un elenco per le varie attività di manutenzione dell'opera in oggetto; ogni voce inerente allo specifico elemento manutentibile riporta sinteticamente l'intervento che deve essere eseguito, la tipologia e la frequenza. Nel fascicolo di manutenzione dell'opera verrà riportata la specifica scheda riepilogativa dell'intervento eseguito.

Pos	Elementi manutentibili	Interventi	Strumento e/o tipologia	Frequenza consigliata
1	Profili di carpenteria	Pulizia superficie esterna e controllo usura	Manuale + misura spessori + visivo	1 anno
2	Giunti bullonati della carpenteria	Controllo dello stato e controllo del serraggio	Visivo + chiave dinamometrica	1 anno
3	Giunti della struttura alle opere di fondazione	Controllo stato e serraggio	Visivo + chiave dinamometrica	1 anno
4	Piastre di fondazione (se accessibili)	Controllo dell'efficienza e del serraggio delle unioni bullonate	Manuale + chiave dinamometrica	1 anno
5	Copertura e tamponamenti	Controllo tenuta ed efficienza elementi di serraggio	Visivo	1 anno
6	Sistemi di fissaggio della macchina	Controllo stato e serraggio	Visivo + chiave dinamometrica	1 anno

Tab. n.1 – Attività di manutenzione ordinaria

Si riportano nella seguente tabella le coppie di serraggio per la bulloneria come da CNR-UNI 10011.

<i>BULLONERIA STANDARD COPPIE DI SERRAGGIO</i>										
Diametro bullone $\emptyset$	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Materiale 8.8 daNm	9.0	14.4	22.5	30.9	43.9	59.7	75.9	111	150.8	
Materiale 10.9 daNm	11.3	18.0	28.1	38.7	54.9	74.7	94.9	138.8	188.5	

#### Informazioni sulle operazioni di manutenzione straordinaria

Nella **manutenzione straordinaria**, durante tutto il periodo di impiego dell'opera, s'intendono comprese le seguenti tipologie d'intervento ed azioni:

- tutte le prestazioni con fornitura di tutti i materiali necessari alla conservazione in buono stato degli elementi che compongono l'opera, al fine di conservarli dalla normale usura, decadimento, vetustà, derivanti dall'ordinario funzionamento, dalla aggressione degli agenti atmosferici o rotture accidentali, il tutto comunque finalizzato al buon mantenimento dell'opera e realizzate nel momento dell'accertamento della necessità della riparazione e/o sostituzione dell'elemento in questione

LA PROPRIETA'

IL PROGETTISTA DELLE OPERE STRUTTURALI

(dott. ing. Roberto Bertogna)