

# Comune di Ascoli Piceno

Provincia di Ascoli Piceno

## PROGETTO ESECUTIVO

livello di progettazione

## Realizzazione casa accoglienza ragazze madri Villa Sabatucci

progetto

## Via Salaria Inferiore 228/a - Ascoli Piceno (AP)

località

## Relazione di calcolo - Cerchiatura in acciaio

tavola

R-2

## Comune di Ascoli Piceno

committente

ing. Marco Verrocchio  
Corso Mazzini n.65 - 63100 - Ascoli Piceno  
Tel. 3332809071 - e-mail: verrokk@gmail.com

ing. Mauro Alessandrini  
Via Cuneo n.34 - 63084 - Folignano (AP)  
Tel. 3384550464 - e-mail: info@mauroalessandrini.eu

progettisti

timbri e firme dei progettisti

-

scala

agg. Giugno 2018

data



RELAZIONE GENERALE .....	2
RELAZIONE SUI MATERIALI.....	6
RELAZIONE SOSTITUTIVA, GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI.....	7
RELAZIONE DI CALCOLO .....	8
PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO .....	8
ANALISI DEI CARICHI .....	9
CALCOLO E VERIFICA DELLA CERCHIATURA .....	10

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				1 di 16

## RELAZIONE GENERALE

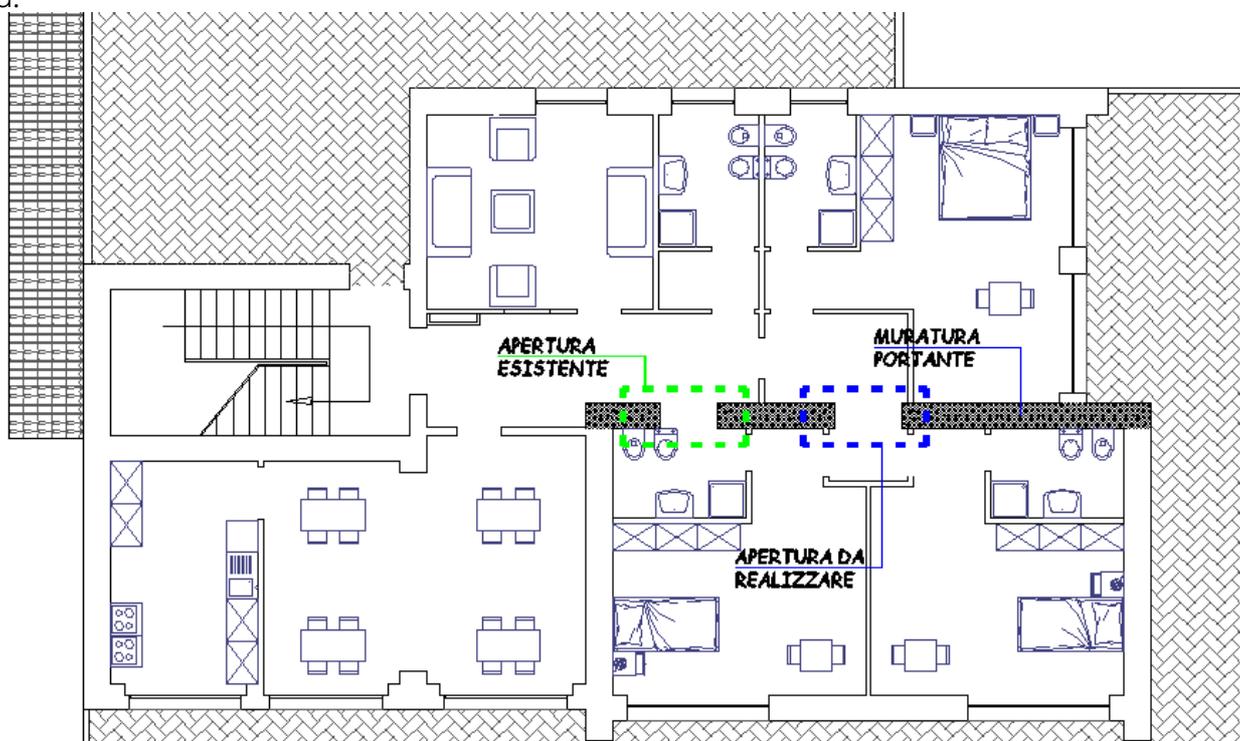
PROGETTO: *Realizzazione Casa Accoglienza Ragazze Madri Villa Sabatucci*

Il sottoscritto ing. MARCO VERROCCHIO in qualità di progettista delle strutture al fine di adempiere agli obblighi previsti dal D.M. 14.01.2008 e s.m.i., dichiara sotto la propria responsabilità quanto riportato nella presente relazione generale.

### • DESCRIZIONE INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di un'apertura sulla muratura portante presente al Piano Primo costituita da muratura in pietre a spacco con buona tessitura.

Di seguito è riportata la pianta del piano primo dalla quale si desume l'apertura che verrà realizzata:



*Fig.1: Inquadratura apertura da realizzare nella muratura portante*

In accordo con le indicazioni suggerite al punto C8.4.3 della circolare n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008 – si realizzano interventi di cerchiature con profilati in acciaio se la rigidezza dell'elemento variato si riduca, rispetto allo stato preesistente, del 15%. In caso contrario, si provvederà alla realizzazione delle architravi che assorbano il solo carico verticale.

Dove la realizzazione delle aperture riducano la rigidezza muraria di una percentuale maggiore al 15%, ai fini del mantenimento della rigidezza della parete muraria si realizzerà una cerchiatura con profilati in acciaio costituita da piedritti, architravi e travi di collegamento perseguendo l'equivalenza meccanica tra il telaio e la porzione di muratura che verrà demolita. Sotto l'azione di una data forza orizzontale, si impone che i due sistemi presentino lo stesso spostamento: ne deriva una uguaglianza fra la rigidezza alla traslazione del telaio (pari alla sommatoria delle rigidezze dei piedritti che lo costituiscono) e quella della muratura eliminata.

Il calcolo è stato eseguito ai sensi del paragrafo 8.4.3. del D.M. 14/01/2008 "intervento locale".

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				2 di 16

Di seguito viene riportato il fascicolo dei calcoli completo.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il calcolo delle opere si è svolta nel rispetto della seguente normativa vigente:

- D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

• **PRESTAZIONI ATTESE – CLASSE DELLA COSTRUZIONE - VITA ESERCIZIO - MODELLI DI CALCOLO – TOLLERANZE – DURABILITÀ - PROCEDURE QUALITÀ E MANUTENZIONE**

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

• **COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tabella 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0j}</math></b>	<b><math>\psi_{1j}</math></b>	<b><math>\psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

<b>DATA</b>	<b>REV.</b>	<b>ARCHIVIO</b>	<b>DIRECTORY</b>	<b>PAG.</b>
				3 di 16

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

• **DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI VARIABILI DOVUTO ALLE AZIONI ANTROPICHE**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 14.01.2008 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2008. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

- **MODELLI DI CALCOLO**

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14.01.2008 ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

- **TOLLERANZE**

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
- Per dimensioni  $\leq 150$ mm  $\pm 5$  mm
- Per dimensioni  $\approx 400$  mm  $\pm 15$  mm
- Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

- **DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (**SLE**) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 14.01.2008. e relative Istruzioni.

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				5 di 16

## RELAZIONE SUI MATERIALI

- **ACCIAIO PER PROFILI E PIASTRE**

Acciaio conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 120210 e UNI EN 10219-1 del tipo **S275** caratterizzato dai valori nominali delle caratteristiche di snervamento e di rottura di cui alla Tab. 11.3.IX del D.M. 14 gennaio 2008 per i profili a sezione aperta e Tab. 11.3.X del medesimo decreto per i profili a sezione cava.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche delle suddette tabelle, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova vale quanto indicato nella norme UNI EN ISO 377:2004, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificato secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001.

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				6 di 16

## RELAZIONE SOSTITUTIVA, GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

Ai sensi della Circolare regionale esplicativa dell'art.3 della Legge Regionale n.138/96 in conformità del D.M. 11/03/1988 si procede alla relazione sostitutiva.

1) Ubicazione topografica

L'opera verrà realizzata in Via SALARIA INFERIORE n. 228° nel Comune di Ascoli Piceno

2) Successione stratigrafica e parametri meccanici

- Non necessaria ai fini del calcolo della cerchiatura

3) Fondazioni

La fondazione del fabbricato risulta di tipo diretto.

4) Caratteristiche geotecniche

Si può affermare che gli interventi non producono variazioni in aumento dei carichi gravanti in fondazione.

Il carico gravante alla stato finale di progetto risulterà inferiore a quello attuale.

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				7 di 16

## RELAZIONE DI CALCOLO

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

### • **REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 14.01.2008)**

- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

### • **MISURA DELLA SICUREZZA**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (**SL**) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi **SLU** e gli stati limite di esercizio **SLE**.

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

### • **COMBINAZIONI DI CALCOLO**

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2008; queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4)

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{G_i}$  e  $\gamma_{Q_j}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

## PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

Ai sensi del paragrafo 8.4 del D.M. 14/01/2008 nel caso in oggetto non rientrante nella tipologia di miglioramento o adeguamento sismico non risulta previsto il collaudo statico e di conseguenza la nomina di un collaudatore .

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				8 di 16

## ANALISI DEI CARICHI

### MURATURA

Murature in pietre a spacco con buona tessitura		=	2100	Kg/mc
---	--	---	------	-------

### SOLAIO DI PIANO

Peso proprio solaio laterocemento		=	300	Kg/mq
Sottofondo		=	200	Kg/mq
Pavimento		=	40	Kg/mq
Incidenza tramezzi (paragrafo 3.1.3.1 NTC)		=	120	Kg/mq

<b>Totale carico permanente</b>		=	<b>660</b>	<b>Kg/mq</b>
Carico accidentale (tabella 3.1.II NTC – Ambienti ad uso residenziale)		=	200	Kg/mq

<b>Totale</b>		=	<b>860</b>	<b>Kg/mq</b>
---------------	--	---	------------	--------------

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				9 di 16

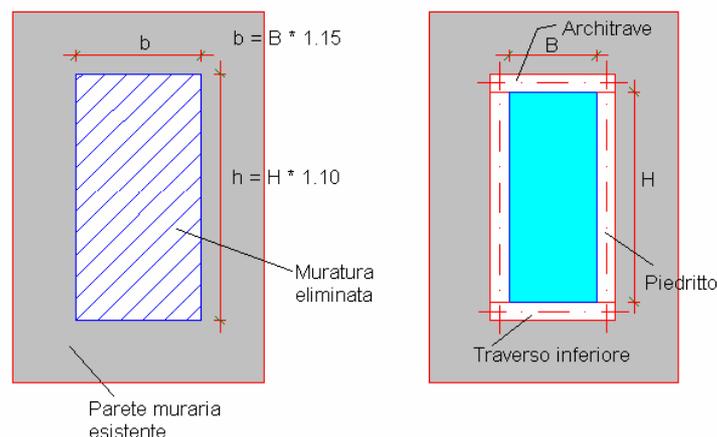
## CALCOLO E VERIFICA DELLA CERCHIATURA

### CONTROVENTI IN ACCIAIO (cerchiature)

Per '**cerchiatura**' si intende appunto un insieme di elementi strutturali, vincolati solidalmente tra loro ed alla muratura, che delimitano l'apertura in tutto il suo contorno ed hanno una funzione di contenimento; frequentemente, essa viene in pratica realizzata con un telaio chiuso in acciaio ed il calcolo della cerchiatura verrà impostato sul ripristino della rigidezza della parete muraria in cui viene inserita l'apertura, facendo riferimento direttamente alla porzione di muratura eliminata.

Si potrebbe prevedere il ripristino della rigidezza della parete con riferimento alla globalità della parete stessa, considerando i maschi murari reagenti prima e dopo l'intervento: questo tipo di calcolo rimane compreso nella verifica della parete globale. Per garantire ad apertura effettuata il ripristino della funzionalità statica della parete rispetto alla configurazione precedente, si può dunque perseguire l'equivalenza meccanica fra il telaio inserito e la parte di muratura eliminata.

Sotto l'azione di una data forza orizzontale, si impone che i due sistemi presentino lo stesso spostamento: ne deriva una uguaglianza fra la rigidezza alla traslazione del telaio (pari alla sommatoria delle rigidezze dei piedritti che lo costituiscono) e quella della muratura eliminata. Si consideri il vano utile di dimensioni B, H da realizzare in una parete muraria esistente (fig. 1).



**Fig. 1.**

Poiché le luci B, H sono nette, occorrerà considerare una rimozione maggiore di muratura per consentire il posizionamento del telaio. Nel calcolo di progettazione (dimensionamento dei piedritti del telaio), si farà riferimento ad una muratura di larghezza ed altezza opportunamente incrementate:

$$(1) \quad b = B * 1.15, \quad h = H * 1.10$$

Nel calcolo di verifica, avendo fissato le sezioni dei piedritti del telaio, le dimensioni b, h saranno quelle effettive.

La relazione di equivalenza fra le rigidezze alla traslazione è:

$$(2) \quad 1/(h^3/(n * E * J) + X * h/(G * A)) = 12E \sum J_s / H^3$$

dove:

- nel membro a sinistra (muratura):

- E = modulo di elasticità della muratura, come indicato dalla Tabella C8A.2.1 della Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02/02/2009;
- G = modulo di elasticità tangenziale della muratura, come indicato dalla Tabella C8A.2.1 della Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02/02/2009;

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				10 di 16

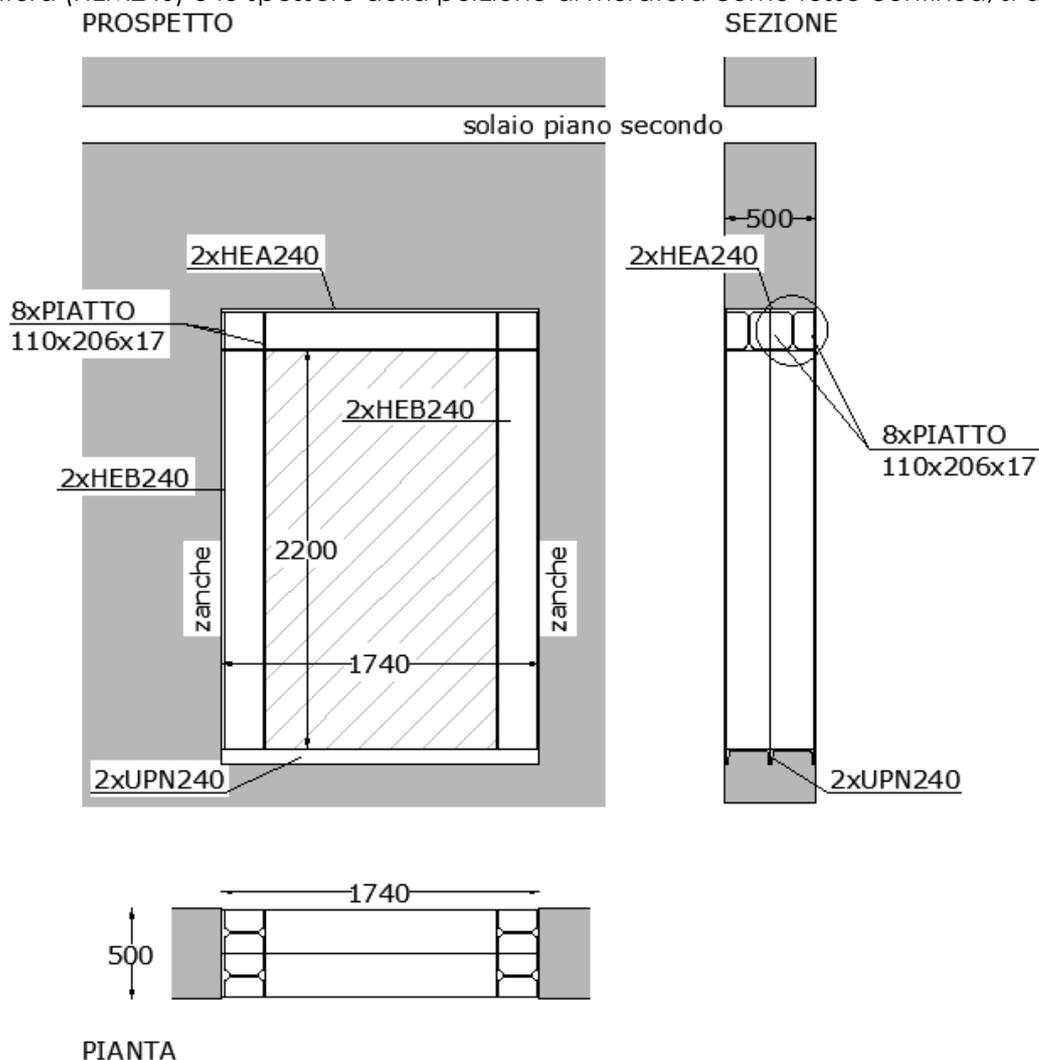
- $J$  = momento d'inerzia della sezione di muratura =  $s \cdot b^3 / 12$
- $A$  = area della sezione trasversale della muratura =  $b \cdot s$ , con  $b$ =base e  $s$ =spessore;
- $h$  = altezza di calcolo della parete muraria, pari - come suddetto - all'altezza netta del vano opportunamente incrementata;
- $X = 1,2$
- $n$  = variabile da 3 a 12, a seconda del vincolo in sommità alla parete muraria (struttura soprastante il vano). I valori estremi sono:  $n=12$  nel caso di incastro scorrevole (ipotesi di struttura soprastante rigida, con rotazione impedita);  $n=3$  nel caso di mensola (struttura soprastante flessibile, come ad esempio nel caso di pareti poste all'ultimo piano dell'edificio con copertura soprastante in legno);

- nel membro a destra (telaio):

- $\lambda$  = coefficiente corrispondente alla sommità dei piedritti: si ipotizza sempre che questa trasli rigidamente, in virtù della connessione fra le aste del telaio e fra questo e la muratura adiacente;
- $E$  = modulo di elasticità del materiale costituente il telaio (acciaio o c.a.);
- $H$  = altezza di calcolo dei piedritti, pari all'altezza netta del vano;
- $\sum J_s$  = sommatoria dei momenti d'inerzia di tutti i piedritti del telaio.

Nel calcolo di progettazione, dalla (2) si ricava  $\sum J$ , dimensionando così la sezione del piedritto; nel calcolo di verifica, con riferimento ai termini della (2), dovrà aversi che la rigidezza alla traslazione del telaio risulti maggiore o uguale di quella del pannello murario eliminato.

Nel caso in esame si considera di chiudere con telaio in acciaio l'apertura da realizzare e considerando l'apertura già presente si realizzerà l'equivalenza strutturale tra lo spessore delle cerchiatura (HEM240) e lo spessore della porzione di muratura come fosse continua, si avrà quindi:



$B = 1,74$  ml;  $H = 2,50$  ml;  $S = 0,50$  ml (si utilizzano questi valori per le verifiche)

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				11 di 16

In considerazione del coefficiente di sicurezza previsto per il livello di conoscenza LC1 e la riduzione (50%) della rigidità flessionale e a taglio per tenere in considerazione la fessurazione della muratura i valori dei moduli di elasticità vengono moltiplicati rispettivamente per 1,35 e 0,60.

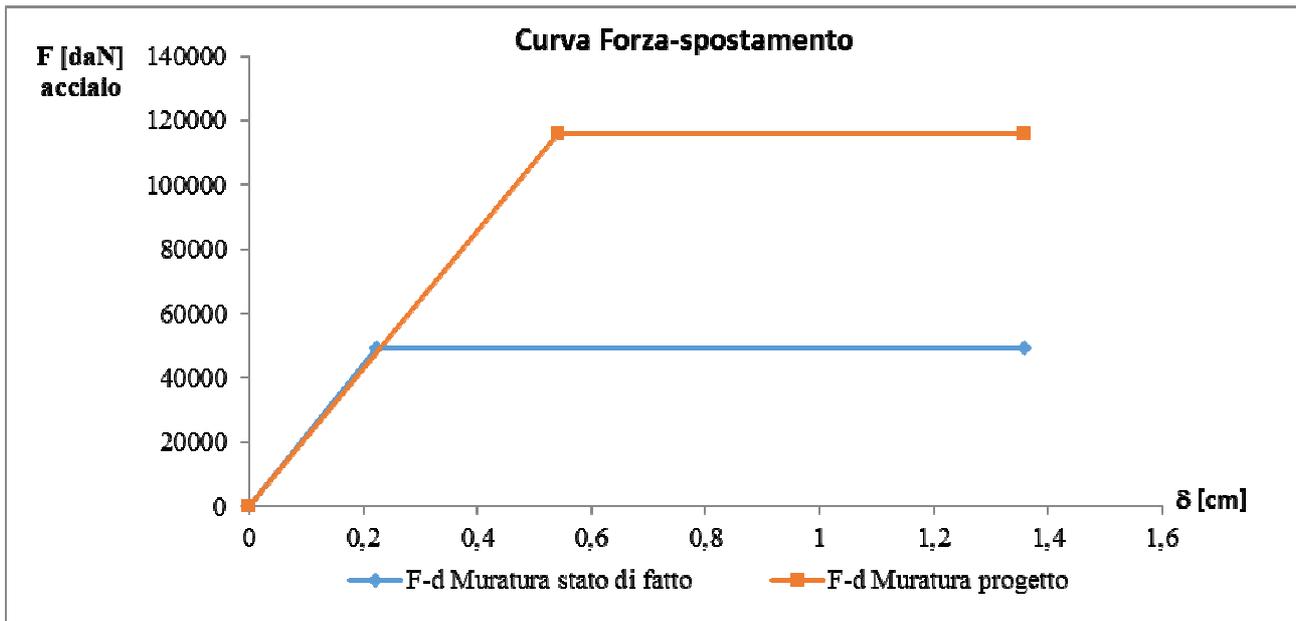
Viene di seguito riportato il calcolo dei piedritti In considerazione dello stato prima e dopo l'apertura sulla muratura portante:

Dati Muratura		
Tipologia Muratura	Livello Conoscenza	Coefficienti correttivi
Murature in pietre a spacco con buona tessitura	LC1	Nessuno

Tabella C8A.2.1 NTC 2008									
$f_m$	$\alpha$	$E$	$G$	$w$					
[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/m <sup>3</sup> ]					
19,26	0,41	6444,44	2148,15	2100,00					
Dati generali del setto Stato di Fatto									
Setto	L [cm]	t [cm]	h [cm]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$K_0$ [daN/cm]	$V_u$ [daN]	$\delta_{u-ante}$ [cm]	$\delta$ [cm]	$F_{u-ante}$ [daN]
Maschio 1	140	50	340	1,87	13969	3856	1,36	0,28	3856
Apertura 1	107	50	220						
Maschio 2	811	50	340	1,4421	203560,3677	21623161,6	45463,67042	0,22	1,36
Apertura 2	0	0	0						
Maschio 3	0	0	0						
Apertura 3	0	0	0						
Maschio 4	0	0	0						
<b>Comportamento globale della muratura</b>					<b>217529,66</b>		<b>1,36</b>	<b>0,22</b>	<b>49320,07</b>

Dati Cerchiatura in acciaio									
Dati di calcolo generali									
Lim. $K_0$	$\Delta K_0$	$\Delta K_0$	$\Delta K_{0manc.}$	Larg. Ap. 1	Alt. Ap. 1	Larg. Ap. 2	Alt. Ap. 2	Larg. Ap. 3	Alt. Ap. 3
[%]	[daN/cm]	[%]	[daN/cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
10,00%	-75796,34	-34,84%	-54043,37	107,00	0,00	174,00	250,00	0,00	0,00
Acciaio									
Tipo acciaio S		$f_{yk}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]			$\gamma_{M0}$	$E_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]			
275		2750			1,05	2100000			
Profilati per colonne									
Tipo profilato	Profilo	N. profili	W [cm <sup>3</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]	b [cm]	h [cm]	$t_{ala}$ [cm]	$t_{anima}$ [cm]	
HB	HE 240 B	4	938,30	106,00	24,00	24,00	1,70	1,00	
Verifiche colonne									
$K_{0-MUR.}$ [daN/cm]		$K_{0-CER.}$ [daN/cm]		$K_{0-TOT.}$ [daN/cm]		$F_{u-MUR.}$ [daN]		$F_{u-CER.}$ [daN]	
141733,32		72640,51		214373,83		37454,68		78638,48	
Verifica tolleranza rigidità finale				$\Delta K_{0-TOT.} \geq 10\%$		Verifica		1,45%	Soddisfatta
Verifica confronto resistenza ultima (Dopo/Prima)				$F_{u-POST.} \geq F_{u-ANTE}$		Verifica		Soddisfatta	
Verifica confronto spostamenti ultimi (Dopo/Prima)				$\delta_{u-post} \geq \delta_{u-ante}$		Verifica		Soddisfatta	
Rottura della muratura				Presso-flessione					

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				12 di 16

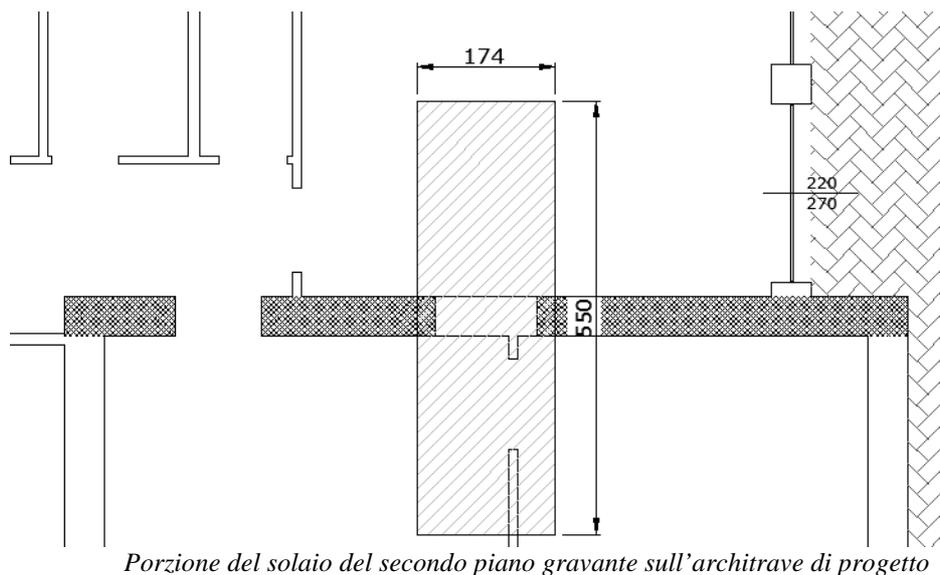


**Si adottano piedritti HEB240I**

Per quanto riguarda l'architrave, sarà opportuno scegliere una sezione uguale o staticamente simile al piedritto.

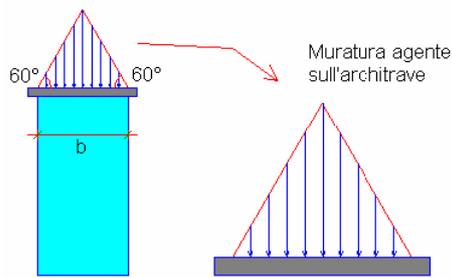
Il traverso inferiore potrà essere costituito da una membratura analoga ai piedritti o all'architrave, oppure, nel caso di telai metallici, da un largo piatto (ad esempio, se l'apertura è una porta può essere impossibile ricavare alla base la cavità necessaria per il posizionamento di un profilato): il tipo di traverso concorrerà a determinare lo schema statico per la verifica del telaio di cerchiatura. Definite le sezioni delle aste del telaio, il passo successivo consiste nel determinare il carico verticale agente sull'architrave.

**CARICO APPLICATO SULL'ARCHITRAVE**



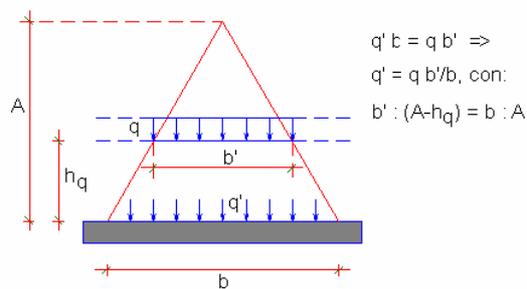
Si ipotizza che sopra all'architrave si generi un effetto di volta scaricantesi ai lati: pertanto, si considera gravante sull'architrave solo il peso del muro incluso in un triangolo equilatero avente come base la luce dell'architrave 'b' (fig. 2).

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				13 di 16



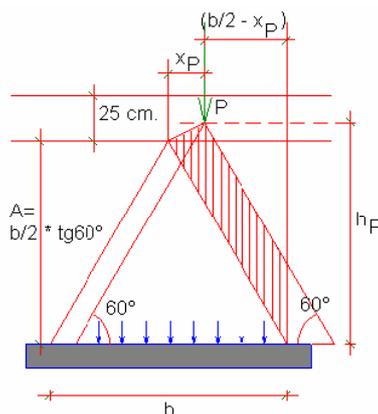
**Fig. 2.**

Se entro il detto triangolo agiscono sulla muratura dei carichi uniformemente distribuiti (ad es. solai), questi vengono considerati solo per la parte che si trova entro i limiti del triangolo (fig. 3).



**Fig. 3.**

Se entro la luce della trave agiscono carichi concentrati essi dovranno essere considerati ammettendo una distribuzione del carico a 60°, anche se il loro punto d'applicazione è al di fuori del triangolo, ma sia tuttavia al di sotto della linea orizzontale posta 25 cm. al di sopra della sommità del triangolo stesso. Dovrà essere inoltre aggiunto il peso della muratura indicata in figura con tratteggio.



**Fig. 4.**

Si vuole determinare il carico complessivamente agente sull'architrave.

I carichi vengono calcolati per l'intero spessore della muratura e poi ripartiti su ciascun architrave.

Il peso proprio della muratura fornisce un contributo pari a (vd. fig. 2):

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				14 di 16

$$(3) \quad G_{21} = (\gamma * s * b * A / 2) = (2100 * 0.24 * 1.81 * 1.51 / 2) = 684.94 \text{ Kg}$$

dove:

- $\gamma$  = peso specifico della muratura;
- $s$  = spessore della muratura;
- $b, A$  = base e altezza del triangolo equilatero.

Al carico di solaio per quanto riguarda la parte costituente i pesi permanenti compete una risultante pari a (vd. fig. 3):

$$(4) \quad G_{22} = (q * (A - h_q) / A * b) / 2 = (3630 * ((1.51 - 0.92) / 1.51) * 1.80) / 2 = 1276.51 \text{ Kg}$$

Mentre per quanto riguarda i carichi accidentali gravanti sul solaio la risultante risulta:

$$(5) \quad Q_{11} = (q * (A - h_q) / A * b) / 2 = (1100 * ((1.51 - 0.92) / 1.51) * 1.80) / 2 = 386.82 \text{ Kg}$$

Il carico concentrato ed il peso della muratura da esso definita forniscono (fig. 4):

$$(6) \quad G_{23} = P + \gamma s * [(A + h_P) / 2 * x_P + (b / 2 - x_P) * [2h_P - (b / 2 - x_P) * \text{tg} 60^\circ] / 2 - bA / 4] = 0$$

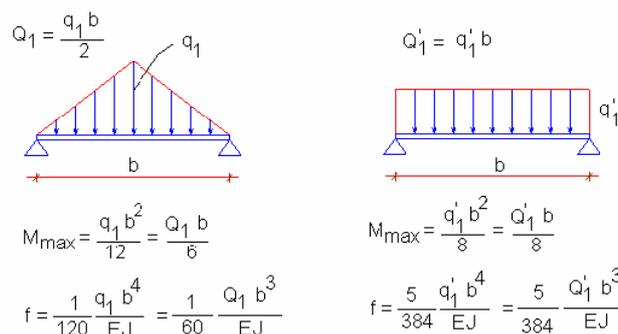
Infine, il carico dovuto al peso proprio dell'architrave (p.p.=peso proprio lineare dell'architrave) è pari a:

$$(7) \quad G_1 = (p.p.) * b = 60.32 * 1.80 = 108.58 \text{ kg}$$

Utilizzando la combinazione fondamentale per lo stato limite ultimo (S.L.U.) così come definita al paragrafo 2.5.3 ed utilizzando i coefficienti della tabella 2.6.1 nella combinazione EQU del D.M. 14/01/2008:

$$(8) \quad \gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * (G_{21} + G_{23} + G_{23}) + \gamma_{Q1} Q_{11}$$

Trattandosi della risultante, occorre definirne la distribuzione sulla luce dell'architrave: si ipotizza che il carico si distribuisca uniformemente. Tuttavia, con riferimento alla distribuzione triangolare del peso proprio della muratura, corrispondente al carico (3), si può operare una correzione in modo da considerare un carico uniforme fittizio che produca in mezzera lo stesso momento dato dalla distribuzione triangolare.



**Fig. 5.**

Dai noti schemi riportati in fig. 5, si ricava:

$$(9) \quad G_{21}' * b / 8 = G_{21} * b / 6 \Rightarrow G_{21}' = 4/3 G_{21} = 1.33 G_{21}$$

Introducendo quindi il coefficiente correttivo (4/3) nella (3), si ottiene l'espressione 'corretta' della risultante da distribuire uniformemente sull'architrave:

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				15 di 16

$$(10) \quad Q' = \gamma_{G1} * [(p.p.) * b] + \gamma_{G2} * \left\{ \left[ \frac{4}{3} * \gamma_s * s * b * A / 2 \right] + [q * (A - h_q) / A * b] + (P + \gamma_s * [(A + h_p) / 2 * x_p + (b / 2 - x_p) * [2h_p - (b / 2 - x_p) * \tan 60^\circ] / 2 - bA / 4]) \right\} + \gamma_{Q1} * [q * (A - h_q) / A * b]$$

$$Q' = 1,3 * 108.58 + 1,5 * (1,33 * 684.94 + 1276.51 + 0) + 1,5 * 386.82 = 4006.02 \text{ Kg}$$

Il carico complessivamente agente sull'architrave è quindi:

$$Q' = 4006.02 \text{ Kg}$$

Ai fini del calcolo della cerchiatura, il carico agente sull'architrave è dato quindi da:

$$(11) \quad q = Q' / b$$

$$q = 4006.02 / 1.80 = 2225.57 \text{ Kg/ml}$$

A questo punto, note le azioni sulla cerchiatura, rimane il compito di risolvere lo schema statico della cerchiatura stessa per determinare le caratteristiche di sollecitazione e quindi eseguire le verifiche di resistenza.

Nel nostro caso, l'architrave viene dimensionato con le seguenti azioni:

$$(12) \quad T_{Ed} = Q' / 2 = 2003.01 \text{ Kg} \quad - \quad M_{Ed} = q * b^2 / 8 = 2225.57 * 1.80^2 / 8 = 901.35 \text{ Kgm}$$

dove per il taglio si fa riferimento alla risultante effettiva, mentre per il momento si considera il carico fittizio corrispondente alla distribuzione uniforme 'equivalente' alla triangolare. Inserendo una trave in acciaio **HE240A** si ha:

$$(12) \quad \sigma_{x,Ed} = M_{Ed} / W_x = 133.52 \text{ Kg/cm}^2 \quad (W_x = 675.06 \text{ cm}^3)$$

$$\tau_{Ed} = T_{Ed} / A = 79.55 \text{ Kg/cm}^2 \quad (A = 25.18 \text{ cm}^2)$$

Considerando l'acciaio del tipo S275 ed essendo l'HEA240 un profilato di classe 1 con  $\gamma_{m0} = 1,05$  dalla Tabella 4.2.V, nell'ipotesi di struttura non dissipativa e quindi rimanendo in campo elastico dal paragrafo 4.2.4.1.2 si ottiene:

$$(13) \quad \sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,E} * \sigma_{z,Ed} + 3 * \tau_{Ed}^2 < (f_{yk} / \gamma_{m0})^2 \text{ equivalente a dire}$$

$$(\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,E} * \sigma_{z,Ed} + 3 * \tau_{Ed}^2) / (f_{yk} / \gamma_{m0})^2 < 1$$

Si verifica che:

$$(133.52^2 + 0^2 - 133.52 * 0 + 3 * 79.55^2) / (2750 / 1,05)^2 < 1$$

Si deve effettuare infine anche la verifica allo stato di esercizio di deformabilità, per la quale si adotta l'effettivo valore della freccia, fornito dal contributo deformativo del carico triangolare e degli altri carichi considerati uniformi imponendo la seguente condizione:

freccia max. per travi caricate da pareti divisorie o tamponamento portante sotto la condizione quasi permanente < 1/500 (paragrafo C4.1.2.2.2)

La condizione di carico quasi permanente risulta:

$$(14) \quad G_1 + (G_{21} + G_{23} + G_{23}) + \psi_{21} Q_{11} \quad (\psi_{21} = 0,3 - \text{tabella 2.5.I categoria A})$$

Il valore della freccia per una trave vincolata agli estremi con incastri sotto la condizione precedente:

$$(15) \quad f = 1/60 * G_{21} b^3 / EJ + 5/384 * (G_1 + G_{22} + G_{23} + 0,3 * Q_{11}) b^3 / EJ$$

$$f = 1/60 * 684.94 * 180^3 / (2100000 * 7763) + 5/384 * (108.58 + 1276.51 + 0 + 0,3 * 386.82) * 180^3 / (2100000 * 7763) = 0,07 < f_{max} = 0,6 \text{ cm}$$

Quindi tutte le verifiche risultano soddisfatte

DATA	REV.	ARCHIVIO	DIRECTORY	PAG.
				16 di 16