



---

"Riqualificazione Uffici Unione dei Comuni - Gestione Associata  
Servizi Sociali in Piazza Vittorio Emanuele II a Pontassieve"

---

RUP:

Arch. Stefania Sassolini

Progettista Architettonico:

Ufficio progettazione e direzione lavori

Progettista Strutturale:

Ing. Claudio Pesci

Progettista Impianti:

Tecnoengineering srl

---

PROGETTO ESECUTIVO

---

TITOLO:

RELAZIONE SPECIALISTICA DELLE OPERE STRUTTURALI:  
RELAZIONE DI CALCOLO

Elaborato

ST\_01c

---

Revisione

-

---

Data

Gennaio 2019

---

# RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

## 1 RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA DELL'OPERA

### 1.1 Introduzione

La presente relazione ha come oggetto la descrizione dei calcoli strutturali relativi alle opere necessarie alla realizzazione di una diversa distribuzione degli spazi destinati gli Uffici dei Servizi Sociali dell'Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieve collocati all'interno ex tribunale nel capoluogo.

### 1.2 Localizzazione e caratteristiche topografiche del sito

L'intervento in oggetto interessa gli spazi posti al primo piano di un edificio di tre piani (Terra, primo e secondo) accessibile da via Tanzini, 23.

L'area nella quale sorge l'edificio in oggetto è identificata dalle coordinate (Lon. 11.440433 Lat. 43.775739) e ricade in una zona sismica di classe 3/S.

### 1.3 Descrizione geometrica

L'immobile in oggetto ha una superficie di circa 370 mq ed è posto al piano primo di un complesso di edifici strutturalmente collegati fra di loro. L'edificio è di antica edificazione, ma esso ha subito negli anni numerosi interventi anche di carattere strutturale. La pianta del piano in oggetto ha una conformazione ad "L" iscrivibile in un rettangolo delle dimensioni di circa 42.0x23.0 ml ed ha una conformazione irregolare sia in altezza che in pianta.

### 1.4 Destinazione, classe d'uso, vita nominale e periodo di riferimento

L'edificio in oggetto è di proprietà del Comune, attualmente ospita, nei vari piani del corpo principale, funzioni pubbliche: servizi sociali, polizia municipale e uffici comunali.

Pertanto la destinazione più rilevante ai fini sismici può essere considerata **Uffici di polizia municipale**, è quindi una "**classe d'uso IV**", ovvero quella relativa alle "*Costruzioni con funzione pubbliche o strategiche importanti*", pertanto il coefficiente d'uso  $C_U=2$ .

La vita nominale  $V_N$  considerata per gli interventi in oggetto è di **50 anni**, in quanto è un'"opera ordinaria", pertanto il periodo di riferimento dell'azione sismica  $V_R$ , dato dal rapporto tra  $V_N \times C_U$ , è **100 anni**.

Per garantire il rispetto delle prestazioni sismiche richieste all'intervento dalla normativa (Punto C7.1 della Circolare n. 617 del 2/2/2009) è necessario verificare la struttura nei confronti dello stato

limite di danno (SLD), dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e dello stato limite di operatività (SLO); tali stati limite sono associati rispettivamente ad eventi sismici con periodo di ritorno di 949 anni, 101 anni e 60 anni, a cui corrispondono accelerazioni orizzontali del terreno con probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  di 81%, 63% e 10%.

## **1.5 Descrizione della struttura e degli interventi strutturali**

Come già specificato in precedenza l'edificio è di antica edificazione, ma esso ha subito negli anni numerosi interventi anche di carattere strutturale. Infatti i solai sono di recente realizzazione in parte in laterocemento e in parte in lamiera grecata, mentre la struttura portante interna è in muratura in pietre a spacco con buona tessitura.

L'intervento consiste nel riordino funzionale dei locali posti al primo piano con la realizzazione di una nuova apertura su di una parete portante e la realizzazione di una piccola specchiatura di solaio nel posto adesso occupato da una scala esterna di accesso al terrazzo.

La realizzazione delle nuove aperture comporta l'esecuzione di un portale eseguito con profilati di acciaio e dimensionato per sopportare le eventuali azioni dinamiche assorbite dal setto murario eliminato.

## **1.6 Criteri normativi di sicurezza**

Gli interventi previsti non alterano lo schema strutturale originario configurandosi, ai sensi delle disposizioni vigenti, come "**intervento locale**": mirando a conseguire un maggior grado di sicurezza senza peraltro modificare in maniera significativa il comportamento globale e locale della struttura.

Sulla base delle modalità con cui sono state effettuate sia le verifiche in situ che il rilievo della struttura, secondo quanto esposto in appendice alla circolare n. 617 del 2/2/2009 par. C8A.1.A.4, si assume **LC1** come livello di conoscenza della struttura esistente, che corrisponde ad un fattore di confidenza pari a **FC=1.35**.

I valori assunti per le azioni di progetto, la determinazione delle sollecitazioni nelle singole parti strutturali, il progetto e la verifica delle sezioni adottate, sono stati condotti nel rispetto della normativa tecnica vigente e secondo i criteri della Scienza e Tecnica delle Costruzioni adottando il metodo di verifica agli **stati limite**.

## **2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

L'edificio in progetto ricade in zona sismica di categoria 3/S per cui daremo riferimento alle seguenti prescrizioni:

- Legge n. 64 del 2/2/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986: Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10: Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977: Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987: Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985: Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984: Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Circolare n. 65 del 10/4/1997: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Eurocodice 5: Progettazione delle strutture di legno.
- DIN 1052: Metodi di verifica per il legno.
- D.P.R. n. 380 del 6/6/2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- D.M. del 14/1/2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n. 617 del 2/2/2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.
- Direttiva P.C.M. del 12.10.2007: "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. del 17/1/2018: Nuove norme tecniche per le costruzioni.

## 3 DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

### 3.1 Considerazioni generali

In data 22 marzo 2018 sono entrate in vigore le nuove norme sulle costruzioni nelle quali, per gli edifici esistenti, sono date indicazioni generiche per la classificazione dei materiali e per la verifica degli elementi strutturali demandando una più accurata descrizione ad una futura circolare esplicativa. In mancanza di tale circolare si ritiene di far riferimento alla circolare n. 617 del 2/2/2009.

La verifica delle pareti in muratura sono state verificate con il programma “AC.M”, prodotto da Aedes Software s.n.c. – San Miniato Basso (PI), Via Ferrante Aporti n°32.

Il calcolo dei solai in acciaio è stato effettuato con il programma “ModeSt” ver. 8.16, prodotto da Tecnisoft s.a.s. – Prato, che usa come solutore agli elementi finiti il programma “Xfinest” ver. 2016, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. – Milano.

Schematizzata la struttura in elementi finiti monodimensionali e bidimensionali, il codice di calcolo “Xfinest” crea ed assembla la matrice delle rigidezze di ciascun elemento nella matrice globale dell’edificio rispetto al sistema di riferimento generale. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono definiti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

Risolvendo l’equazione:  $[K] \times [S] = (F)$  vengono determinati, per ciascuna condizione di carico, gli spostamenti dei nodi dai quali, tramite le matrici di rigidezza locali si ottengono le sollecitazioni su ogni elemento. Note le sollecitazioni e gli spostamenti su ogni elemento, si può passare al progetto e alla verifica delle armature della struttura.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di **validazione** sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un ampia documentazione di supporto. La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

### 3.2 Schematizzazione della struttura

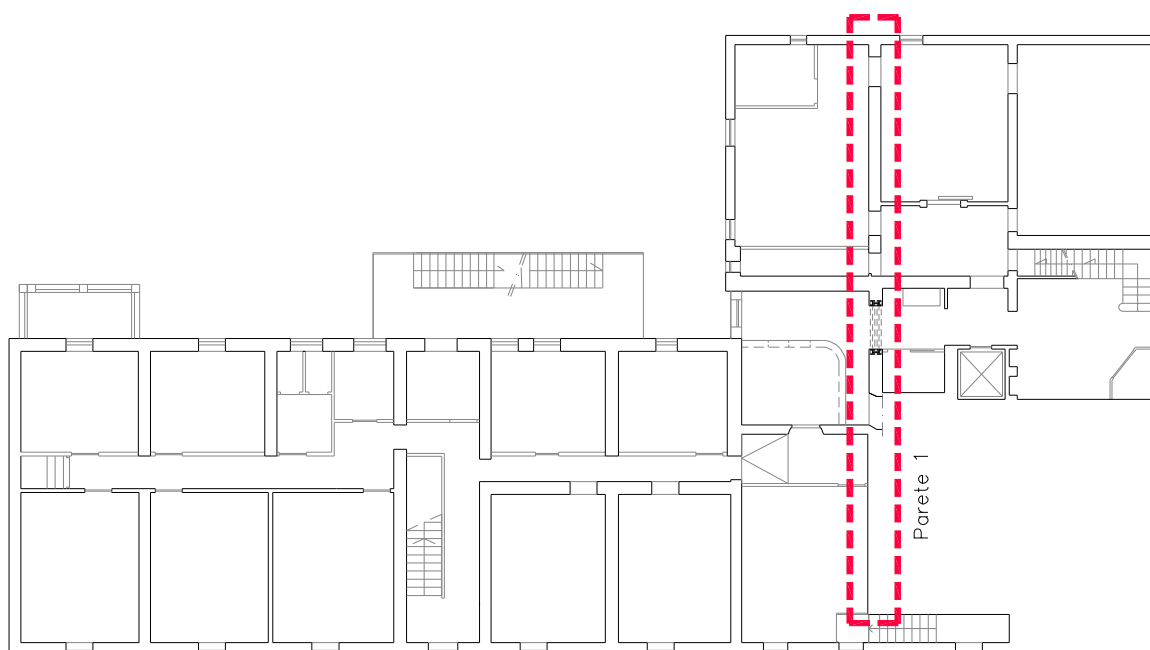
Poiché l'intervento in oggetto si tratta di un "intervento locale" lo studio della struttura si riduce a quegli elementi direttamente interessati.

#### **Realizzazione della nuova apertura**

La riorganizzazione delle aperture all'interno dell'immobile comporta la realizzazione di alcuni interventi di consolidamento che sono stati verificati analizzando la parete interessata da tali modifiche.

La realizzazione delle nuove aperture, in particolare la trasformazione di una finestra in una porta, comporta l'esecuzione di un portale eseguito con profilati di acciaio dimensionato per sopportare le eventuali azioni dinamiche assorbite dal setto murario eliminato.

#### PIANTA PIANO PRIMO



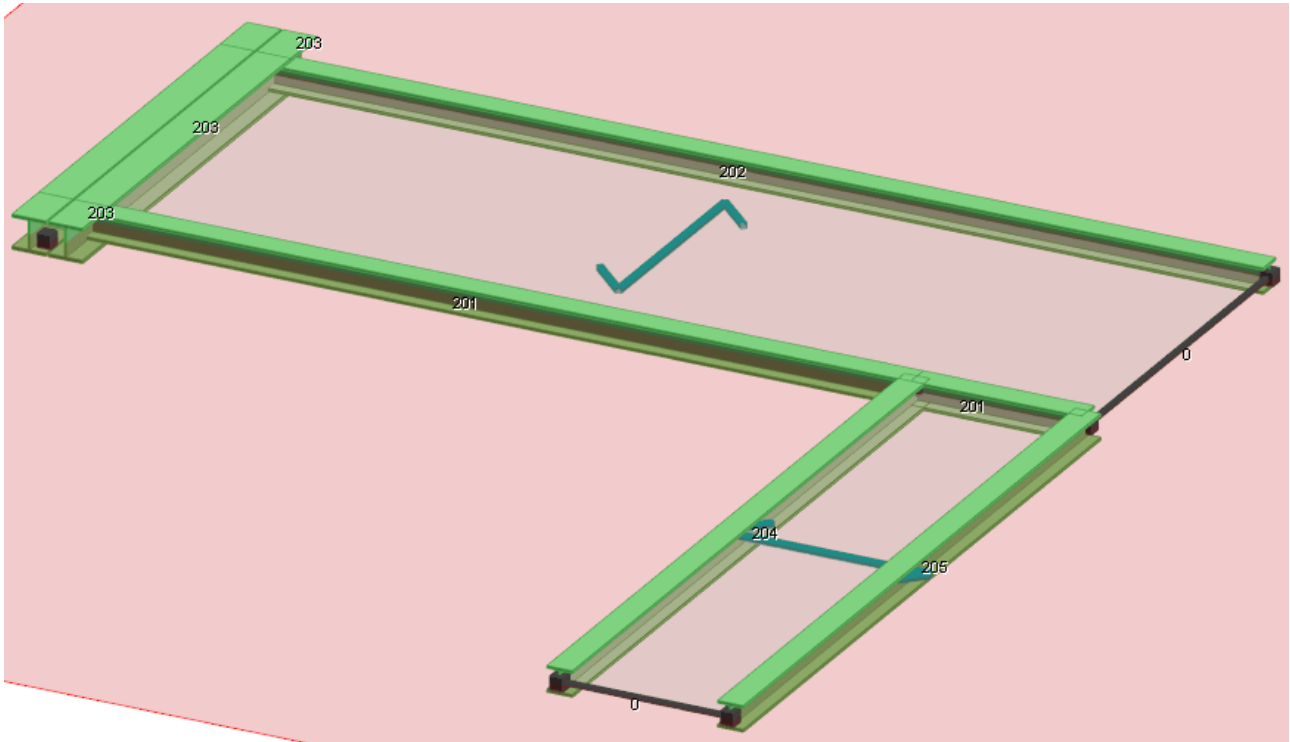
Le pareti sulle quali si interviene per la realizzazione delle nuove aperture sono in muratura in pietre a spacco con buona tessitura.

#### **Solaio del nuovo solaio**

Al piano primo l'intervento prevede di ampliare lo spazio dell'ingresso creando un vano di collegamento tra due bracci ortogonali dell'edificio, in corrispondenza dell'attuale terrazza esterna. Si prevede quindi di ampliare l'attuale terrazza chiudendo il piccolo vano adesso occupato da una scala esterna. Il completamento del solaio ricalca quello già presente al piano superiore e crea un

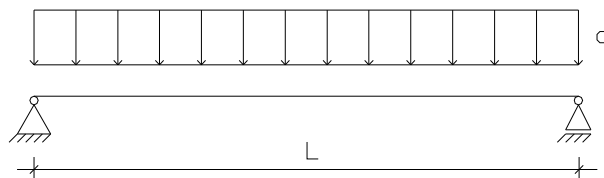
collegamento strutturale più regolare tra due corpi di fabbrica già connessi tra di loro.

Le strutture del nuovo solaio saranno in acciaio e sono state schematizzate in un modello strutturale agli elementi finiti. In linea di principio ciascuna trave è stata schematizzata con elementi incernierati tra loro e appoggiati su vincoli esterni (muri) in modo da massimizzare le sollecitazioni. La sottostante struttura di elevazione non è stata considerata in quanto non è oggetto dell'intervento. Di seguito si riportano alcune immagini del modello della struttura analizzata:



Sulla struttura in oggetto è stata eseguita un'analisi statica in quanto le azioni sismiche sono assorbite solamente dalle pareti in muratura che non sono oggetto di questa verifica.

Lo schema considerato per le travi è quello di travi appoggiate ai due lati e soggette ad un carico verticale uniformemente distribuito dovuto alla reazione della lamiera grecata.



dove:

- L= Luce trave
- i= Larghezza d'influenza (interasse travi)
- q= Carico valutato al punto 8.3.5

### **3.3 Parametri di calcolo e considerazioni geologiche**

Dal punto di vista della regolarità l'edificio in esame è stato classificato come **“irregolare in pianta”** e **“irregolare in altezza”** in quanto sono applicabili i criteri al punto 7.2.2 delle NTC.

Secondo quanto indicato nel D.P.G.R n.36/R del 9/7/2009 art.3 e art.4 le relazioni geologiche e geotecniche possono essere omesse in quanto l'intervento è di limitata importanza statica ed inoltre non si determina né un incremento significativo sulle fondazioni né un cambio di tipologia delle fondazioni.

A vantaggio di sicurezza in modo da massimizzare le azioni sismiche sulle strutture queste sono state riferite ad una **categoria del sottosuolo di tipo D**.

### **3.4 Metodologie seguite per le verifiche strutturali**

Le metodologie seguite per le verifiche strutturali sono ampiamente trattate nell'allegato A9 contenente il fascicolo dei calcoli sia delle pareti murarie analizzate che del telaio in acciaio.



### 3.5 Analisi dei carichi

I carichi assunti nelle verifiche degli elementi strutturali sono i seguenti:

#### **Solaio del piano Secondo (piano soprastante attualmente adibito ad uffici)**

Peso proprio solaio in lamiera	<u>180</u>	<u>Kg/mq</u>
Peso proprio strutturale	<b>180</b>	<b>Kg/mq</b>
Pavimento	40	Kg/mq
Massetto	100	Kg/mq
Incidenza tramezzi	120	Kg/mq
Intonaco/controsoffitto	<u>30</u>	<u>Kg/mq</u>
Totale carico permanente non strutturale	<b>290</b>	<b>Kg/mq</b>
Carico accidentale (uffici aperti al pubblico)	<b>300</b>	<b>Kg/mq</b>

#### **Nuovo solaio Piano primo (in lamiera grecata)**

Peso proprio lamiera grecata	15	Kg/mq
Soletta e riempimento in cls alleggerito	<u>135</u>	<u>Kg/mq</u>
Peso proprio strutturale	<b>150</b>	<b>Kg/mq</b>
Pavimento	40	Kg/mq
Sottofondo alleggerito	70	Kg/mq
Controsoffitto	<u>30</u>	<u>Kg/mq</u>
Totale carico permanente non strutturale	<b>130</b>	<b>Kg/mq</b>
Carico accidentale (uffici aperti al pubblico)	<b>300</b>	<b>Kg/mq</b>

Le combinazioni di carico considerate sono riportate nell'allegato A9.

## 4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

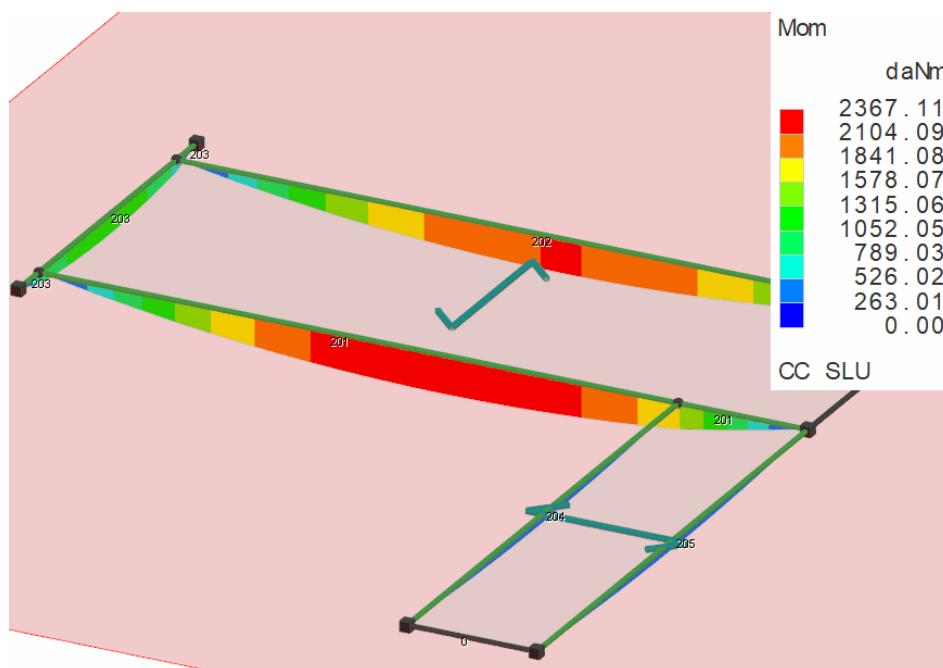
### 4.1 Verifiche del pannello murario

Le verifiche del pannello murario interessato dall'intervento sono riportate nell'allegato A9 contenente il fascicolo dei calcoli.

### 4.2 Verifica del nuovo solaio del soppalco

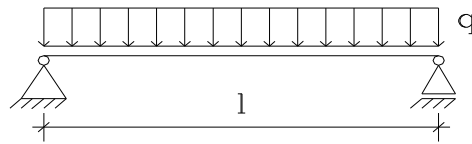
Le verifiche degli elementi in acciaio che costituiscono il nuovo solaio sono riportate nell'allegato A9 contenente il fascicolo dei calcoli.

Di seguito si riporta il diagramma dei momenti nella combinazione di carico più gravosa.



### 4.3 Verifica della lamiera grecata

Di seguito si riporta la verifica statica della lamiera grecata EGB 1001  $s=0.8$  mm utilizzata come solaio di calpestio. Lo schema utilizzato è quello di una trave appoggiata agli estremi e caricata con carico uniformemente distribuito:



dove:

Luce massima del solaio	$L=$	170	cm
Larghezza d'influenza	$i=$	100	cm
Carico strutturale	$q_s=$	150	Kg/mq
Carico non strutturale	$q_{ns}=$	130	Kg/mq
Carico accidentale	$q_a=$	300	Kg/mq

#### Verifica statica

Le combinazioni di carico analizzate sono le seguenti:

CC 1 – (SLU)	$q = 1.30q_s + 1.50q_{ns} + 1.50q_a$
CC 2 – (SLE R)	$q = 1.00q_s + 1.00q_{ns} + 1.00q_a$
CC 3 – (SLE F)	$q = 1.00q_s + 1.00q_{ns} + 0.70q_a$
CC 4 – (SLE Q)	$q = 1.00q_s + 1.00q_{ns} + 0.60q_a$

Di seguito si riporta un estratto della scheda tecnica della lamiera grecata in oggetto dove si evidenzia che per una campata di 1.75 ml si ha un carico massimo pari a 18.45 KN/mq e quindi 1845 Kg/mq largamente superiore di quello di progetto.

EGB 1001																						
Spessore Thickness		Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)																				
mm		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
		Carico massimo uniformemente distribuito in kN/m <sup>2</sup> - Max load capacity kN/m <sup>2</sup>																				
0,6		35,46	22,66	15,71	11,52	8,80	6,93	5,60	4,61	3,65	2,85	2,26	1,82	1,48	1,22	1,01	0,84	0,71	0,60	0,51	0,43	0,37
										3,86	3,28	2,81	2,44	2,13	1,88	1,66	1,48	1,33	1,20	1,08	0,98	0,90
0,7		46,12	29,48	20,44	14,99	11,45	9,02	7,29	6,01	5,03	3,96	3,15	2,54	2,07	1,71	1,42	1,19	1,00	0,85	0,72	0,62	0,53
										4,27	3,67	3,18	2,78	2,45	2,18	1,94	1,74	1,57	1,42	1,29	1,18	
0,8		56,77	36,29	25,16	18,45	14,10	11,12	8,98	7,40	5,95	4,65	3,70	2,98	2,43	2,00	1,67	1,40	1,18	1,00	0,85	0,73	0,63
										6,20	5,26	4,52	3,92	3,43	3,03	2,69	2,40	2,15	1,94	1,76	1,60	1,46
1,0		74,51	47,63	33,03	24,23	18,51	14,60	11,79	9,72	7,65	5,98	4,76	3,84	3,13	2,58	2,15	1,80	1,52	1,29	1,10	0,94	0,81
										8,14	6,92	5,94	5,16	4,51	3,98	3,54	3,16	2,83	2,56	2,32	2,11	1,92
1,2		88,71	56,71	39,32	28,84	22,04	17,38	14,04	11,57	9,16	7,17	5,70	4,59	3,75	3,09	2,57	2,16	1,82	1,55	1,32	1,13	0,97
										9,69	8,23	7,07	6,14	5,37	4,74	4,21	3,76	3,37	3,04	2,76	2,51	2,29

#### 4.4 Esame dei risultati e controlli

Il modello di calcolo adottato è da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con calcoli di massima eseguite manualmente porta ad confermare la validità dei risultati.

Firenze, 23/01/2019

Ing. Claudio Pesci

