



## Realizzazione di un edificio unifamiliare in muratura armata POROTON®

Nicola Canal

### 1. Descrizione dell'intervento

#### 1.1 Identificazione dell'opera

Trattasi del progetto per la costruzione di un edificio unifamiliare ad uso civile abitazione, con tipologia in **muratura armata** da realizzare in opera, secondo i dettami del D.M. 16/1/1996 – punto C.5.

Tale costruzione è stata realizzata in comune di Santa Giustina, in via Carrera nella località Formegan.

#### 1.2 Indicazioni sul sistema costruttivo impiegato e sul relativo modello di calcolo

Il fabbricato è stato progettato utilizzando il sistema di muratura armata introdotto dal vigente D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" – punto C.5.3.1, penultimo comma.

Nella fattispecie si tratta non di un edificio "semplice", ma di un edificio soggetto a calcolo "esteso" perché non tutte le prescrizioni relative al "dimensionamento semplificato" sono rispettate.

Inoltre, trattasi anche di una "**struttura mista**" (con elementi in c.a.) concepita secondo quanto prescritto sempre dal suddetto decreto al punto C.5.4: si precisa subito che, in questo caso, tutte le forze sismiche sono completamente assorbite dalle murature armate, mentre i pilastri in c.a. presenti hanno lo scopo di assorbire le sole forze di natura statica.

La verifica degli elementi è stata condotta con il Metodo delle **Tensioni Ammissibili**.

Va segnalato che sono state rispettate tutte le inderogabili prescrizioni imposte dal D.M. 16/1/96 al punto C.5.1 "Regole generali", con particolare riguardo a:

- resistenza caratteristica a compressione ( $f_k$ ) dei blocchi semipieni impiegati in direzione dei fori e perpendicolare a questi (rispettivamente:  $> 50 \text{ daN/cm}^2$  e  $> 15 \text{ daN/cm}^2$ );
- solai infinitamente rigidi nel proprio piano e coperture non spingenti;
- presenza dei cordoli di piano di c.a. con  $4\phi 16$  e staffe min.  $\phi 6/25 \text{ cm}$ , di larghezza pari a quella della sottostante muratura portante (salvo la consentita riduzione di larghezza di 6 cm per l'arretramento del filo esterno);
- in corrispondenza degli incroci d'angolo sono previste fasce murarie con dimensione minima di almeno 1 m;
- il piano interrato è di c.a. con lo stesso spessore dei muri sovrastanti (30 cm).

Per quanto attiene all'armatura prevista, essa si divide in "armatura verticale" ed "armatura orizzontale". La prima è costituita da almeno  $4 \text{ cm}^2$  ( $2\phi 16$ ) ad ogni estremità od incrocio dei setti, mentre la seconda (non variabile a seconda del calcolo) è costituita da staffe  $\phi 6 \text{ mm}$  disposte ogni 2 corsi di blocchi e, dunque, ad interasse  $< 50 \text{ cm}$  [fig. 2].

La presenza di 3 barre negli angoli tra murature [fig. 1] va intesa secondo quanto prescrive il D.M. 16/1/96 al punto B.2: dal momento che non vi può essere, per legge, concomitanza del sisma in entrambe le direzioni principali X e Y considerate, è ovvio che una delle barre presenti avrà funzione "promiscua" servendo di volta in volta al setto sollecitato o in dir. X oppure in dir. Y, e ciò anche perché nel modello di calcolo si trascura il contributo dei setti nella direzione normale al proprio piano medio. In questo modo si garantisce la presenza dell'armatura minima di progetto richiesta dal D.M. 16/1/96.

# PIANTA DEI SETTI

di Muratura Armata in opera  
(D.M. 16/1/96 p. C.5.3)

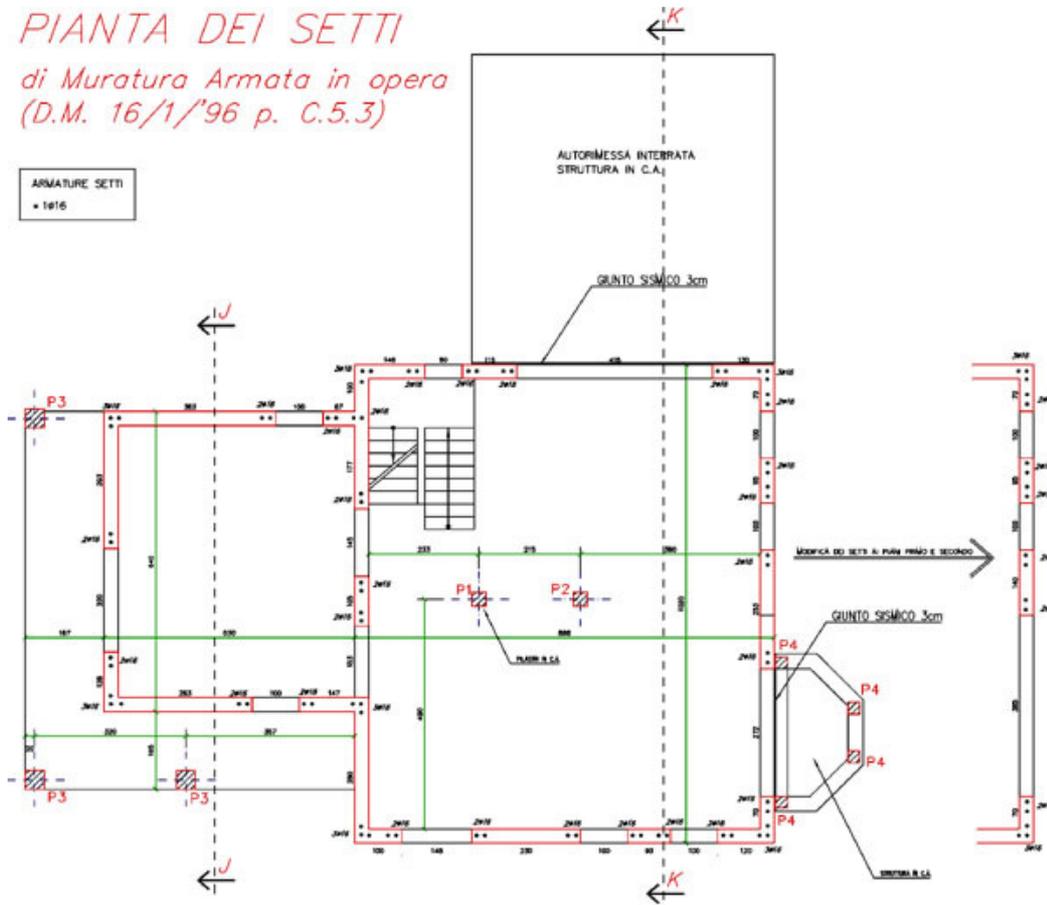
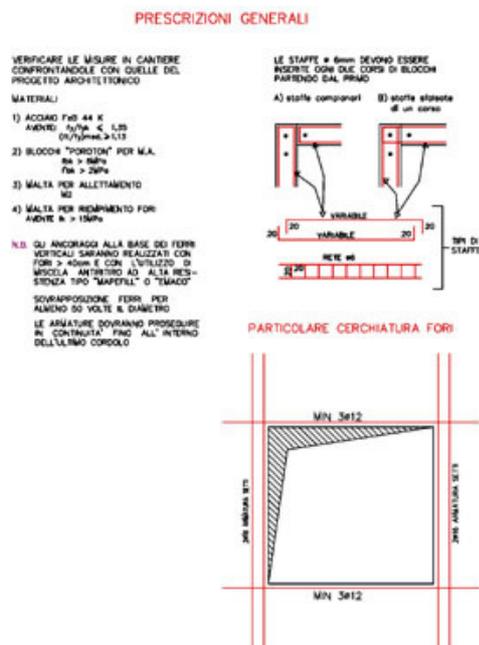


Fig. 1 – Schema della disposizione delle armature verticali nei setti murari.



La struttura in esame, come già accennato, è del tipo "misto" muratura armata – c.a. (cfr. D.M. 16/1/96 punto C.5.4) e pertanto vanno rilevati i seguenti punti:

- le forze sismiche sono assorbite interamente dai setti in muratura armata;
- i pilastri di c.a. hanno dimensioni tali da non interferire sismicamente con i setti in m.a. e pertanto possono essere considerati come "punti" soggetti solo alle azioni di natura statica verticale (dal concetto di struttura mista).

Le pareti, in m.a., ed i solai, in latero-cemento, sono tali da poter ipotizzare un comportamento spaziale di tipo scatolare: ciò in virtù del fatto che le pareti sono disposte secondo le due direzioni principali ed i solai sono in grado di funzionare come lastre dalla deformabilità trascurabile nel proprio piano secondo l'ipotesi di "infinita rigidità". Questi ultimi hanno così lo scopo di trasmettere gli sforzi di taglio alle prime in ragione proporzionale della loro rigidità.

Fig. 2 – Prescrizioni generali sulla disposizione delle armature.

Nel calcolo di ripartizione delle forze orizzontali è utilizzato, a favore della sicurezza, lo schema cosiddetto a "mensole accoppiate" nel quale:

1. i setti resistenti sono caratterizzati da uno schema a "mensola isostatica" in cui si tiene conto sia della deformabilità tagliante che flessionale;
2. i solai si comportano come bielle infinitamente rigide di collegamento tra i setti e sono considerati infinitamente rigidi nel proprio piano;
3. non viene tenuto in conto, a favore della sicurezza, l'effetto di intersezione dei muri.

Per quanto attiene alla verifica a presso flessione e taglio dei vari setti, si impiegano le stesse ipotesi principali di calcolo utilizzate per i "cementi armati" vale a dire (*metodo delle tensioni ammissibili*):

1. conservazione delle sezioni piane;
2. resistenza nulla a trazione della muratura;
3. aderenza perfetta tra acciaio e muratura.

Per quanto attiene al piano interrato di fondazione, in calcestruzzo armato, si vogliono evidenziare i seguenti punti:

1. esiste un elevato rapporto tra la rigidezza del c.a. e quella della muratura ( $E_c/E_m \geq 6$ );
2. la resistenza meccanica del calcestruzzo è, analogamente, di molto superiore a quella della muratura;
3. per la struttura scatolare di fondazione si può ipotizzare uno schema di vincolo ad incastro-incastro per le parti verticali;
4. la struttura in c.a. è vincolata dal terreno riguardo alle oscillazioni prodotte dalle forze d'inerzia.

Per quanto sopra ipotizzato ne consegue che non risultano necessarie verifiche localizzate particolari oltre a quelle già riportate nella presente ed il blocco scatolare in c.a. può così costituire un valido vincolo di "incastro" per la parte muraria in elevazione.

Per quanto attiene alle verifiche di "danneggiabilità" previste dal D.M. 16/1/96 al punto B.7, si rammenta che la Circ. Min. n. 65 del 10/4/97, esplicitiva a tale Decreto, afferma che "gli edifici in muratura sono poco deformabili, pertanto il controllo delle deformazioni risulta già garantito dal controllo dello stato di sollecitazione."

### 1.3 Descrizione del fabbricato

Il fabbricato in oggetto ha pianta regolare di forma rettangolare, di dimensioni pari a circa 14,30x10,30 metri. Esso si eleva fuori terra in parte per un piano ed in parte per due piani oltre ad un sottotetto [fig. 3].

La struttura possiede un piano interrato, in muratura di c.a. con lo stesso spessore dei muri sovrastanti. L'altezza massima all'imposta di falda è di circa 6,0 metri. La struttura non presenta particolari asimmetrie lungo le direzioni principali, ed anche la distribuzione delle rigidezze risulta abbastanza ben bilanciata. Ne consegue che, globalmente, il corpo di fabbrica non è soggetto ad azioni torcenti significative di progetto.

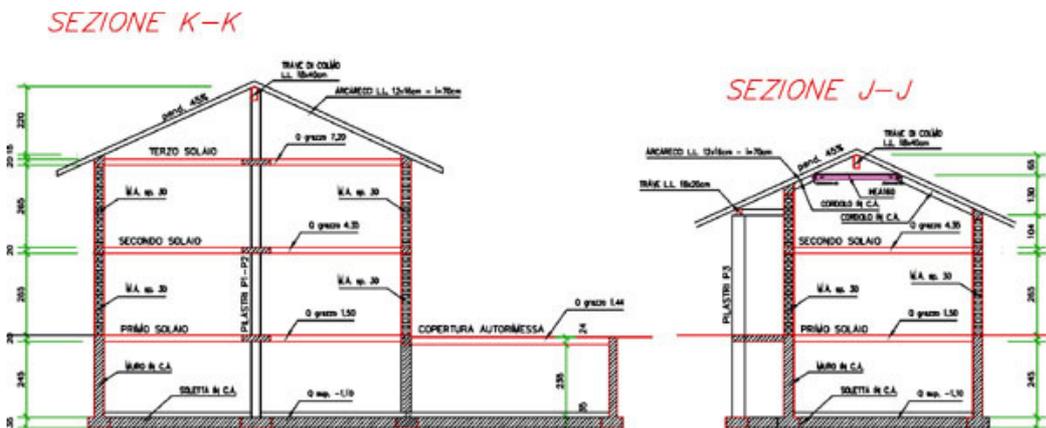


Fig. 3 - Sezioni del fabbricato.

Da un punto di vista strutturale il corpo di fabbrica è così composto da una struttura scatolare in muratura armata che in parte si eleva per un piano ed in parte per due piani fuori terra oltre, in ambo i casi, ad un sottotetto.

La parte più bassa [fig. 4] prevede su due lati un portico con struttura di copertura di legno lamellare che collega efficacemente i pilastri esterni di c.a. al resto della struttura: questi ultimi vengono prudenzialmente verificati come mensole in quanto non sussiste l'infinita rigidità dell'orizzontamento e non possono quindi essere ipotizzati come "appartenenti" alla struttura principale.

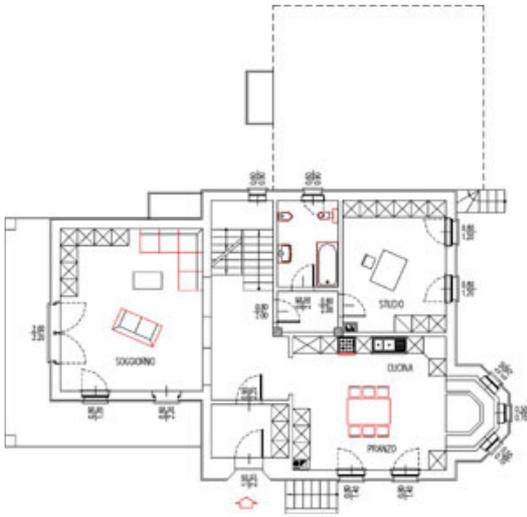


Fig. 4 – Pianta del piano terra del fabbricato.

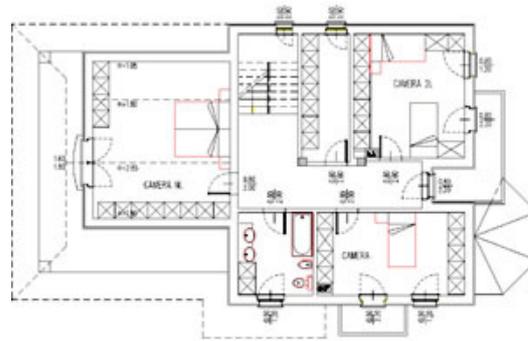


Fig. 5 – Pianta del piano primo del fabbricato.

La parte che si eleva per due piani [fig. 5] è dotata internamente di una struttura ausiliaria di c.a. composta da un telaio costituito da una trave in spessore e due pilastri in c.a., sui tre livelli previsti (struttura mista).

Gli orizzontamenti sono tutti di laterocemento da 16+4 cm. La muratura armata ha spessore pari a 30 cm e così pure la parte interrata di c.a. Le scale interne sono di c.a. e così pure le terrazze previste.

La copertura (in generale) è resa non spingente da un vincolo di appoggio scorrevole ed è costituita strutturalmente da elementi di legno lamellare, sia per l'orditura di colmo che per quella di falda.

A nord dell'edificio è prevista la realizzazione di un'autorimessa interrata di c.a. per la quale si è previsto un giunto sismico contro la struttura principale. La copertura di questa è costituita da un solaio di laterocemento da 20+4 cm. Le pareti, di c.a., hanno spessore pari a 25 cm.

Ad est dell'edificio vi è una parte sporgente ad un piano di forma semiottagonale costituita da un telaio di c.a. ed acciaio e copertura di legno lamellare, sismicamente indipendente dalla struttura principale per mezzo di giunto sismico pari a 3 cm.

La fondazione è, in generale, a platea di c.a. con spessore di 35 cm.

Per quanto più specificamente riguarda i setti in muratura armata le prescrizioni principali sono le seguenti:

1. ogni setto ha un'armatura verticale (calcolata) ed orizzontale pari ad almeno  $2\phi 16$  per ogni estremità, mentre le armature orizzontali sono costituite da staffe chiuse  $\phi 6$  mm disposte ogni due corsi di mattoni. Le staffe impiegate possono essere realizzate sia da barre dritte  $\phi 6$ , che ritagliando la staffa da un pannello di rete elettrosaldata  $\phi 6/20 \times 20$  cm;
2. le armature verticali vanno adeguatamente ancorate alla base delle murature e devono essere prolungate sino all'ultimo cordolo in elevazione: la lunghezza di sovrapposizione è di circa 50 diametri. Per l'ancoraggio al cls esistente saranno realizzati fori adeguatamente ripuliti di dimensione non inferiore a 40 cm. Entro tali fori andranno alloggiati le barre facendo uso di miscele antiritiro ad alta resistenza (del tipo per inghisaggi) o di resine epossidiche bicomponenti.

## 2. Verifica delle murature



Fig. 6 – Il fabbricato in costruzione.

La verifica dei setti in muratura armata avviene in base a quanto riportato nel D.M. 16/1/96, punto C.5.3.5, con riferimento anche al punto C.6 (strutture intelaiate), utilizzando il Metodo delle Tensioni Ammissibili in modo unitario ed applicando un coefficiente di amplificazione 2 alle tensioni ammissibili valide per le strutture in muratura come previsto dal punto C.5.3.6. Il tutto avendo fatto preliminarmente riferimento (come disposto ancora dal punto C.5.1) al D.M. 20/11/87 per quanto attiene alla determinazione delle resistenze caratteristiche della muratura in funzione del tipo di blocco e di malta.



Fig. 7 – Particolare dei pilastri interni in c.a.



Fig. 8 – Particolare del cordolo in c.a. a livello della copertura.



Fig. 9 – Il fabbricato finito.

Dati generali	Edificio ad uso residenziale, unifamiliare, sviluppato su piano interrato, 2 piani fuori terra e sottotetto. Dimensioni: pianta 14,30x10,30 m. Altezza massima all'imposta di falda dal piano terra: 6,0 m.
Tipologia strutturale	Struttura di Muratura Armata in opera (D.M. 16/01/96), piano seminterrato e strutture interne di calcestruzzo armato.
Ubicazione cantiere	Via Carrera, loc. Formegan, fg. 31 mapp. 690-693-696
Grado di sismicità	S = 9 (II <sup>a</sup> categoria)
Pratica Genio Civile	Denuncia-deposito del 29/09/'99 al n. 1259 (Categoria "C")
Committenti	MARIAN Sergio e BEATI Rossella
Progettista e D.L.	Geom. Renzo VIEL – Studio M & V – S. Giustina (Belluno)
Calcoli strutturali	Ing. Nicola Canal, S. Giustina (Belluno)
Costruttore	Impresa GANZ Massimo, S. Giustina (Belluno)
Numero maestranze in cantiere	4 persone
Blocco impiegato	Blocco POROTON <sup>®</sup> per muratura armata in opera "MA" con spessore s = 30 cm
Malta	FASSA, tipo M2 (allettamento), con miscela Rck $\geq 150$ daN/cm <sup>2</sup> per riempimento fori alloggiamento armature.
Acciaio per M.A./ c.a.	acciaio FeB44K c.s. avente: $f_y/f_{yk} \leq 1,35 - (f_t/f_y)_{med} \geq 1,13$
Calcestruzzo	Rck 300 daN/cm <sup>2</sup> per fondazioni ed elevazioni
Miscele ancoranti	EMACO per inghisaggi
Fornitore blocchi per sistema M.A.	"La Bellunese Ferro" snc, Pieve d'Alpago (Belluno)
Fondazioni	Diretta, a platea di c.a. con spessore di 35 cm
Solai	A travetto e pignatta di latero-cemento (tipo "bausta") H = 16+4 e H = 20+4 cm.
Sbalzi e scale	In soletta di calcestruzzo armato s = 12/15 cm
Piano interrato o semint.	In muratura di c.a. da 30 cm

