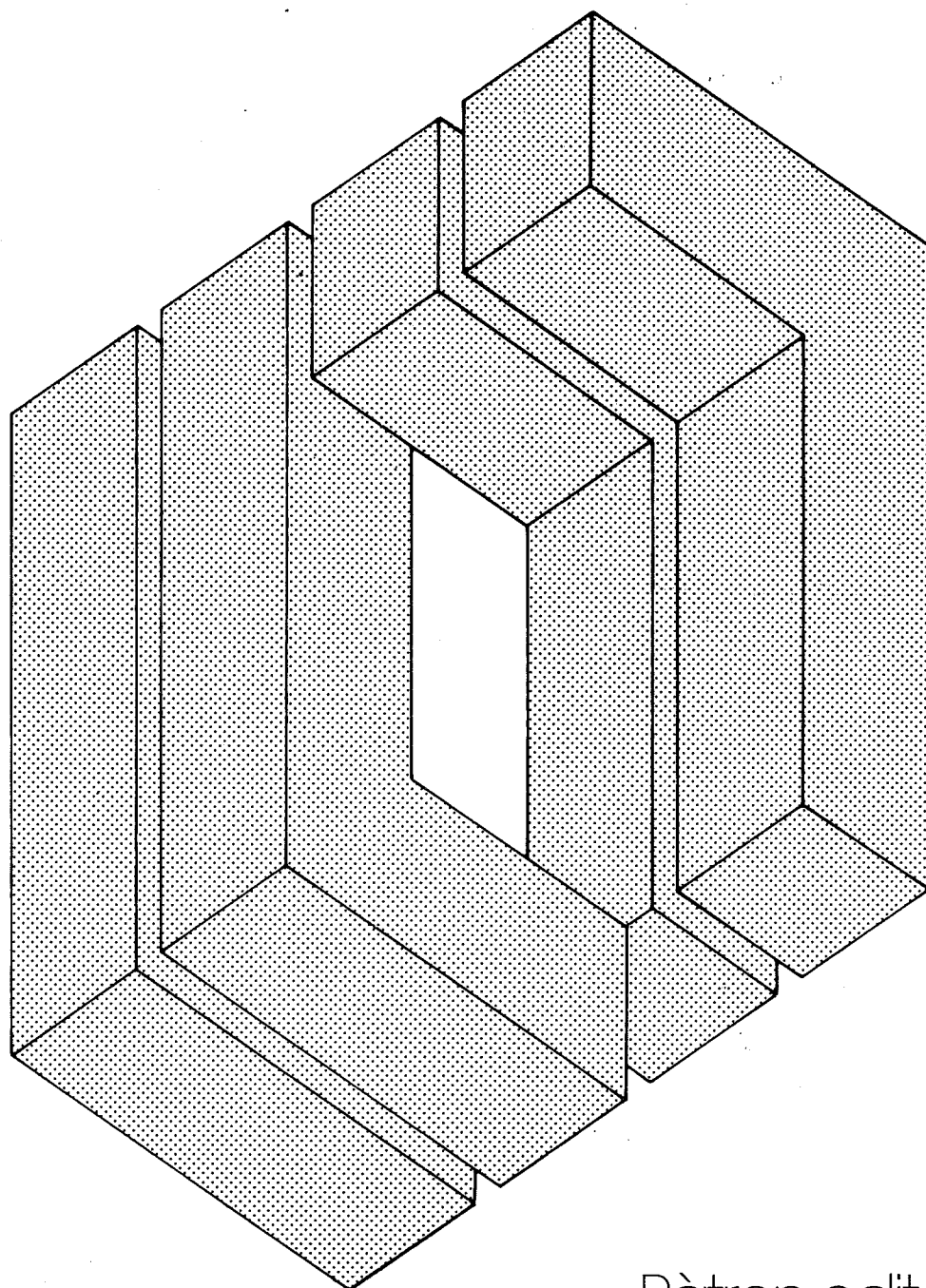


estratto da:

ingegneria sismica

quadrimestrale tecnico-scientifico



Pàtron editore

Ringraziamo gli ingegneri Capaldini e Vasapollo per aver raccolto l'invito di Ingegneria Sismica a diffondere i risultati dei loro sopralluoghi nelle zone colpite dai recenti eventi sismici di Umbria e Marche. Contributi di questo tipo sono importanti per migliorare la conoscenza del comportamento sismico delle costruzioni in muratura, in particolare di quelle riparate e consolidate dopo il terremoto di Valnerina del 1979. Rinnoviamo pertanto l'invito ai tecnici che hanno operato ed operano in quelle zone ad inviarci i loro commenti sui temi connessi con la loro attività professionale nell'ambito dei problemi posti dal recupero delle costruzioni danneggiate, in modo da rendere partecipi delle loro esperienze pratiche i lettori interessati a tali argomenti.

Edifici in muratura ripristinati dopo il terremoto del 19.09.1979 in Valnerina – Verifica sul campo dopo i nuovi eventi sismici del 26.09.1997 e successivi

Paolo Capaldini*, Massimo Vasapollo**

Gli eventi sismici che hanno interessato vaste aree dell'Umbria e delle Marche nel settembre scorso, sono stati un significativo banco di prova per le costruzioni ricadenti tra quelle interessate anche dal precedente sisma del settembre '79 in Valnerina (Sellano, Preci, Norcia e Cascia).

L'area maggiormente colpita dal terremoto del 1979 comprendeva infatti i comuni di Preci, Sellano, Norcia e Cascia tuttora di nuovo interessati più o meno intensamente, anche dal recente sisma.

Alcuni di essi, Preci e Sellano, sono risultati addirittura aree epicentrali o comunque molto prossime ad esse, mentre per le zone di Norcia e Cascia si è pur sempre trattato di siti distanti, dall'epicentro, rispettivamente di circa 10 e 20 km.

Scopo del presente articolo, è stato appunto quello di tentare una analisi critica dell'accaduto, dopo aver effettuato una ricognizione nei luoghi di cui sopra ed aver verificato l'attuale condizione statica degli edifici già recentemente ripristinati.

Considerazioni generali

All'epoca del sisma del 1979 in Valnerina, l'erogazione dei contributi pubblici per la ricostruzione, furono condizionati all'esecuzione di opere tendenti ad adeguare strutturalmente gli edifici danneggiati ad una normativa antisismica emanata dalla Regione Umbria (L.R. 34/81) leggermente più severa della nazionale.

In pratica si obbligava ad una verifica alle forze orizzontali ($K_h = 0.35$) impostata sulla falsariga delle norme impiegate in casi analoghi (Friuli, Irpinia), alla verifica dei setti alle forze orizzontali oltre al rispetto di alcune metodologie di intervento.

* Ingegnere, libero professionista.

** Ingegnere, dirigente servizio di progettazione della Provincia di Perugia.

Il K_h imposto era quindi superiore a quello previsto dalla successiva normativa per gli interventi di adeguamento pari a 0.28 (per zone con $S = 9$).

Verifiche tutte che in sintesi obbligavano a conseguire un irrigidimento degli orizzontamenti nel loro stesso piano, alla eliminazione di eventuali spinte orizzontali conseguenti alla presenza di archi o volte, nonché ad un miglioramento delle qualità statico-organizzative dei setti murari che costituivano l'edificio da ristrutturare al fine di conseguire un effetto «scatola» dell'insieme, oltre ad un accrescimento della capacità resistente sia alle azioni complanari che a quelle ortogonali al piano degli stessi setti.

Per ovvi motivi di implementazione delle verifiche, l'esecutore della stessa, doveva stimare in base alla sua esperienza ed alla sua sensibilità professionale, l'originaria consistenza strutturale delle membrature esistenti, nonché l'effetto sulle stesse, dell'intervento preventivo; in ciò era coadiuvato da parametrizzazioni fornite dalla normativa stessa.

Risultati dell'indagine svolta

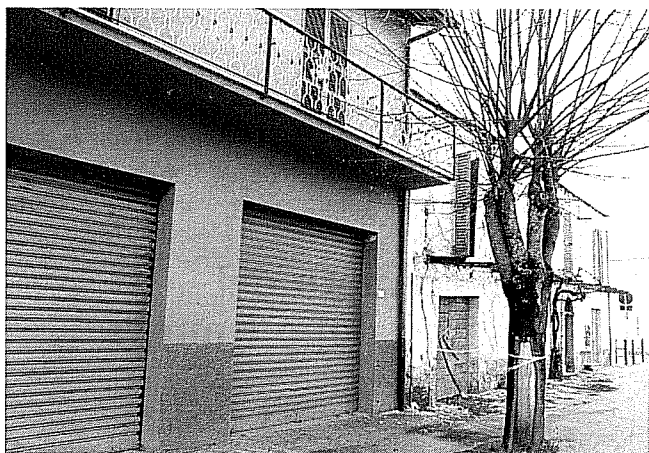
In sintesi, l'indagine svolta ha messo in evidenza un quadro d'insieme di notevole complessità, sia per come il sisma ha distribuito i suoi effetti sul territorio e sia per il diverso comportamento di edifici contigui e simili per forma e struttura.

L'evento, per le sole zone in questione su cui si è concentrata l'indagine, si caratterizza per i seguenti aspetti:

1) assoluta assenza di danni nei comuni di Norcia e Cascia;

2) inusitata violenza delle scosse sismiche in alcune aree ben delimitate dei comuni di Sellano e Preci che hanno prodotto notevolissimi danni;

3) diversa intensità con cui l'evento sismico ha prodotto i suoi effetti in zone distanti tra loro a volte, appena 1 km.



1



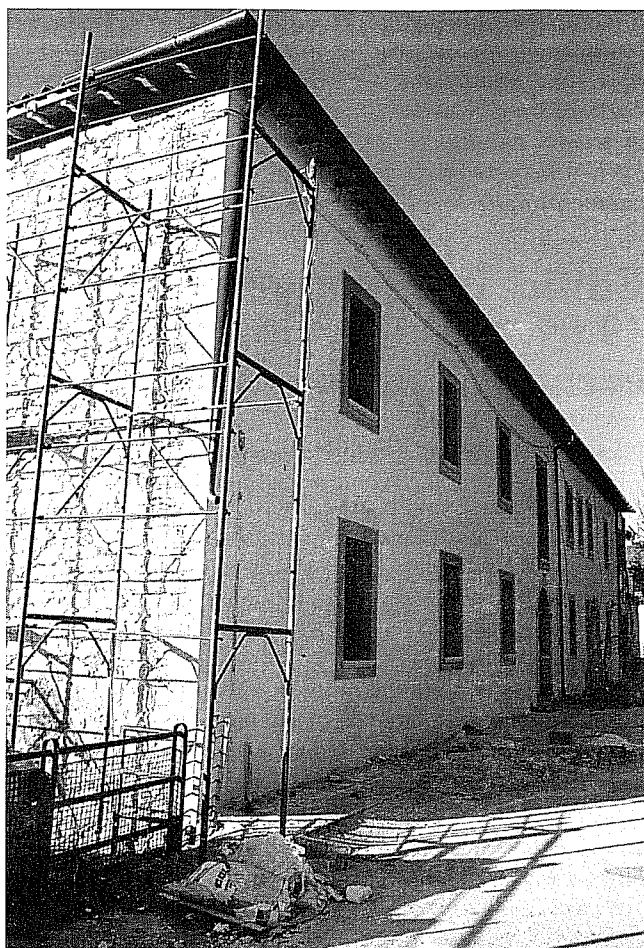
2



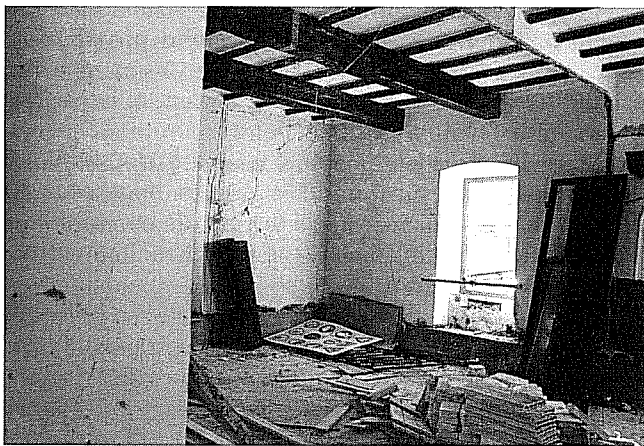
3

Foto 01-02-03. Sellano centro storico.
Diverso danneggiamento di due edifici adiacenti il primo (il giallo ocra) ristrutturato il secondo (bianco) no.

1) Nessun edificio, di quelli ora rivisitati, consolidati dopo il terremoto del '79 e ricadenti nei comuni di Norcia e Cascia, ha riportato danni conseguenti a questo ultimo sisma.



4



5

Foto 04-05. Sellano centro storico.
Diverso danneggiamento di due pareti ortogonali, la prima con rete elettrosaldata solo sull'esterno almeno per la zona vicina all'angolo (foto 4 tinteggiata bianca) la seconda (foto 5 vista dall'interno) non rinforzata e lesionata.

Ciò è tanto più significativo in quanto l'intensità dello stesso sisma è stata di entità paragonabile a quella del precedente terremoto del '79 e comunque sicuramente pari a quella di altri siti equidistanti dagli attuali epi-



6



7

Foto 06-07. Sellano centro storico.
Edificio scolastico già ristrutturato, ma molto lesionato per scarsa resistenza delle strutture in elevazione.



8

Foto 08. Sellano centro storico.
Edificio di civile abitazione già ristrutturato, ma molto lesionato per scarsa resistenza delle strutture in elevazione.
Il tetto in primo piano era posizionato un piano più in alto; da notare la particolare inconsistenza delle murature che si sono letteralmente sbriciolate.

centri che hanno invece riportato notevoli danni (Foligno, Spello, Assisi, Trevi, Spoleto).

2) Diverso è stato invece il risultato dell'indagine nei comuni più vicini ad alcuni epicentri: Sellano e Preci.

In questi due ambiti territoriali infatti, anche edifici a suo tempo ripristinati, hanno subito di nuovo, danni a volte di notevole entità.

In particolare, sia nel centro storico di Sellano (foto 1.....22) che in alcune altre sue frazioni limitrofe, si sono verificati crolli di porzioni anche considerevoli di fabbricati che avrebbero prodotto seri danni alla popolazione, se fosse stata presente in loco al momento del sisma.

Anche nel vicino comune di Preci (foto 23.....30) esistono, pur se in maniera minore, numerosi edifici danneggiati, già precedentemente interessati da interventi di rinforzo strutturale.

A questa incontrovertibile constatazione occorre comunque associare le ulteriori osservazioni che seguono.

a) Alcune scosse, soprattutto quelle del mese di ottobre, sono state di intensità assai elevata; come è possibile rilevare anche da alcuni segni molto espressivi lasciati dagli eventi più violenti sul territorio, quali spostamento di cordolature di marciapiedi, disallineamenti di elettrodotti, sconnessioni di pavimentazioni, rottura o crollo di parapetti e recinzioni anche basse in muratura e diffusissimi e gravissimi crolli riguardanti gli edifici che non furono risanati all'epoca del precedente terremoto (Sellano centro storico, Postignano e Montesanto).

b) Le costruzioni interessate dai danneggiamenti più vistosi, mostrano tutte una vetustà ed una inconsistenza materica e strutturale che avrebbe dovuto all'epoca, far optare per un ben più radicale intervento di consolidamento rispetto a quello che mostrano di aver ricevuto. (foto 8.....13 e 25.....30)

c) Negli edifici esaminati si è riscontrato una generalizzata eccessiva attenzione al rinforzo degli orizzontamenti (nuovi solai, nuovi cordoli, nuove coperture) a discapito di quella prestata alle strutture in elevazione. (foto 14.....17 e 25.....30)

È presumibile pertanto che si sia operato su tali edifici, con semplici interventi di miglioramento senza effettuare una analisi complessiva del comportamento strutturale dell'intero organismo murario assoggettato anche a forze di natura sismica.

Troppo spesso infatti si è notato come queste ultime siano state trascurate, sottovalutando sia l'aumento di carico verticale conseguente alle sostituzioni degli orizzontamenti, sia l'aumento delle relative inerzie in caso di sisma.

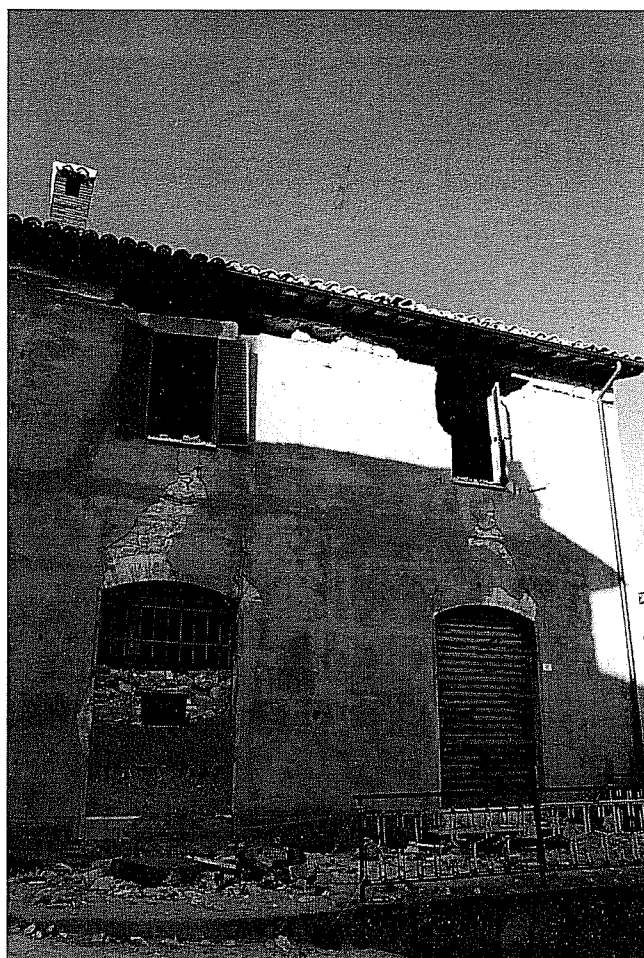
Nella stragrande maggioranza dei casi, gli unici rinforzi eseguiti sulle murature sono stati interventi di risarciture, cucì e scucì e/o iniezioni di malte cementizie liquide; in pochissimi casi si è riscontrato l'uso degli intonaci armati efficacemente ammorzati alla muratura e in nessun caso è stato riscontrato l'uso degli stessi su entrambe le facce delle murature.

Intonaci rinforzati peraltro resi in alcuni casi assolutamente inefficaci per l'elevatissimo stato di degrado delle armature conseguente alla aggressione chimica della calce libera contenuta negli stessi. (foto 12 e 13)

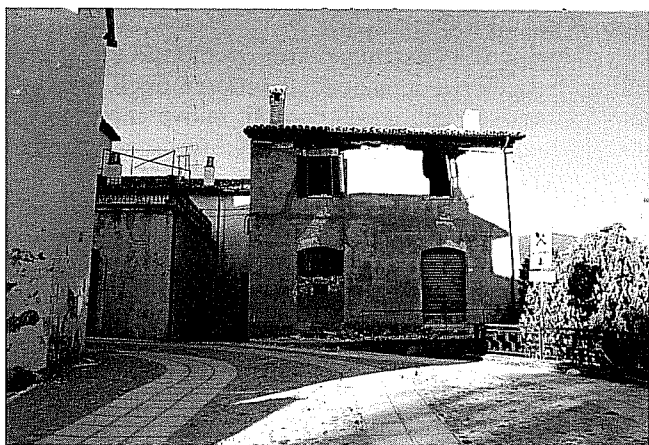
Inoltre, l'organizzazione strutturale delle murature a



9



11



10

Foto 09-10-11. Sellano centro storico.
Edificio privato già ristrutturato, ma molto lesionato per scarsa resistenza delle strutture in elevazione.

sacco con paramenti a vista e solai vincolati solo al paramento interno, unita ad un non corretto ed a volte inesistente consolidamento delle murature, ha prodotto i maggiori danni. (foto 14.....17 e 25.....30)

d) Esistono comunque nello stesso contesto territoriale, edifici precedentemente riconsolidati ed ora non

danneggiati se non in minima parte, (foto 20.....24) che testimoniano come, a meno di favorevoli effetti locali di attenuazione sismica dovuta a particolari conformazioni geologiche, le metodologie previste dalla normativa sopra citata, siano risultate valide ed efficaci quando ben individuate e correttamente eseguite.

3) Vi è da ultimo da evidenziare, come la propagazione delle oscillazioni di origine sismica sia stata accompagnata da una rilevantissima variabilità di intensità da luogo a luogo, (a parità di distanza dall'epicentro) dovuta ad effetti di natura geologica.

Effetti che in alcuni casi (Montalbe) sono stati benefici attenuando l'intensità al punto tale che pur distando meno di 1 km dal centro di Sellano non si sono avuti danni gravi neppure a strutture alquanto fatiscenti, ma che in altri casi invece, possono aver influito in senso contrario amplificando il fenomeno ondulatorio fino a fargli assumere le caratteristiche di un evento estremamente violento e distruttivo (Sellano centro) ben oltre le previsioni di qualsiasi normativa.

L'indagine in oggetto ha consentito inoltre, di mettere in luce come carenze prestazionali di alcune tipologie di intervento, in molti edifici, abbiano finito per compromettere il buon esito del recupero statico degli stessi.

Già da tempo infatti, era stata individuata l'opportunità di richiamare l'attenzione degli operatori su alcuni aspetti essenziali delle varie metodologie usate:



Foto 12-13. Sellano centro storico.

Edificio privato già ristrutturato, ma molto lesionato per scarsa resistenza delle strutture in elevazione e per l'aggressione chimica subita dalla rete elettrosaldata che rinforzava l'intonaco esterno.

Le righe scure sono ormai solo cordoncini di ossido di ferro privo di qualsiasi resistenza meccanica.

- limitare al massimo gli aumenti di peso conseguenti all'uso massiccio del calcestruzzo soprattutto ai piani più alti degli edifici e privilegiando, ove possibile, anche soluzioni alternative più leggere che comunque conseguino una adeguata rigidità di piano (strutture in acciaio, in legno o miste);

- limitare l'uso delle iniezioni di cemento soprattutto se costituenti l'unico intervento di miglioramento previsto sulle murature e verificare sempre a priori, l'effettiva possibilità di una loro soddisfacente esecuzione (reale presenza di vuoti all'interno delle murature e soddisfacente distribuzione degli stessi anche nel senso dello spessore);

- prestare particolare attenzione nella esecuzione delle intonaci armati al fine di conseguire sempre una reale ed efficace solidarizzazione tra essi e la retrostante muratura da rinforzare (scarnitura marcata dei giunti, perforazioni armate di collegamento numerose e ben iniettate, abbondante sovrapposizione di estremità dei pannelli di rete e collegamento degli stessi con le reti degli orizzontamenti)

- prestare particolare attenzione alla protezione dell'acciaio delle reti dall'aggressione di malte contenenti

calce effettuando un primo strato di intonaco cementizio e/o con l'uso di reti elettrosaldate in acciaio inox.

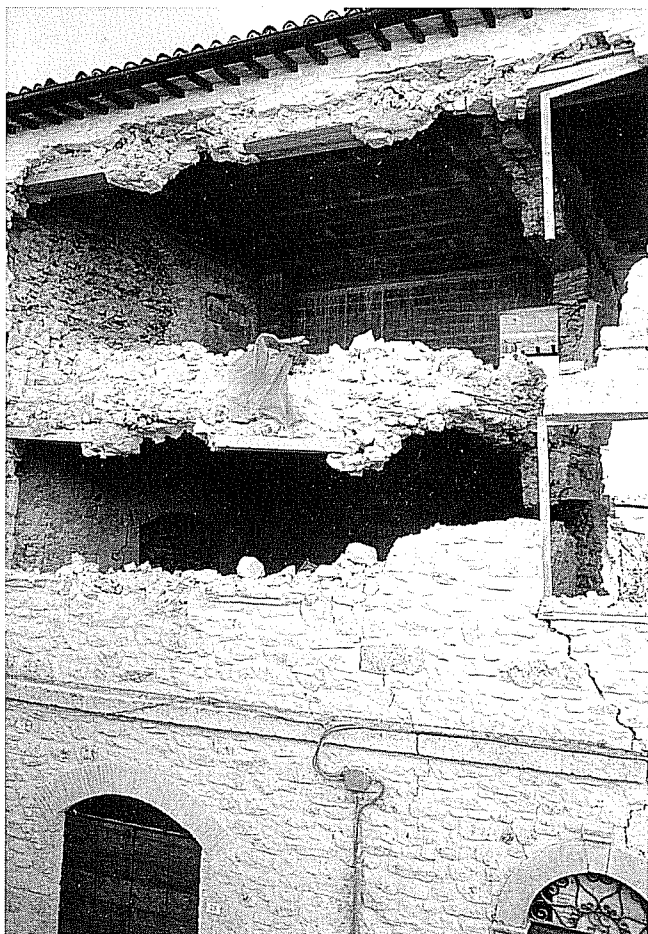
Conclusioni

In alcune aree dei comuni di Sellano e Preci, forse a causa di particolari amplificazioni di sito, la violenza del sisma è stata eccezionalmente elevata; anche in questi ambiti comunque, quando gli interventi conseguenti al precedente terremoto del 1979 sono stati ben individuati e correttamente eseguiti, si sono avuti comportamenti degli edifici assolutamente soddisfacenti sia sotto il profilo della sicurezza, che sotto quello dei relativi livelli di danneggiamento.

Non bisogna infatti dimenticare che l'obiettivo perseguito dalle norme è quello di evitare crolli che potessero mettere in pericolo l'incolumità delle persone e soltanto limitare (ma non evitare) i danni agli edifici.



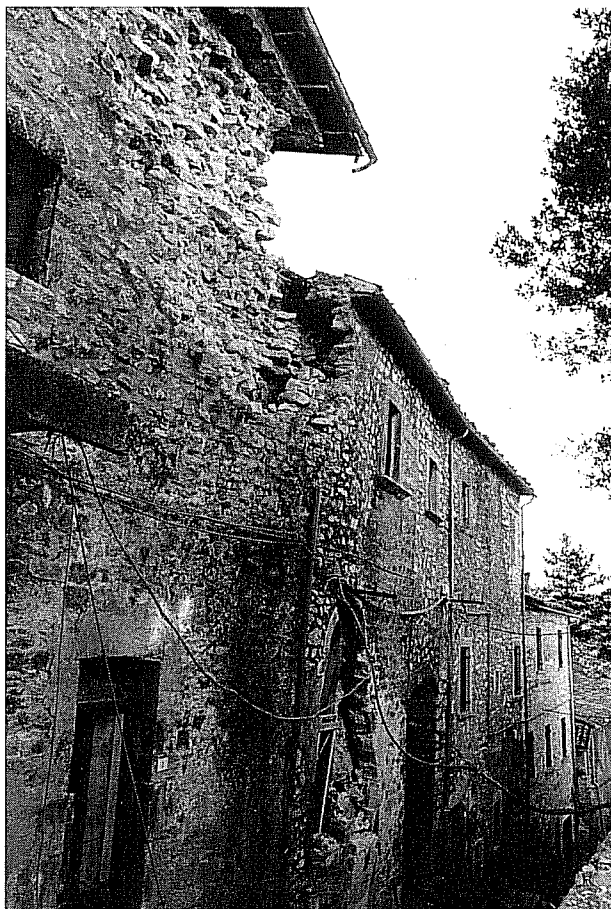
14



15



16



17

Foto 14-15-16-17. Sellano centro storico.

Edifici privati già ristrutturati, ma molto lesionati per scarsa resistenza delle strutture in elevazione per nulla rinforzate a differenza degli orizzontamenti.

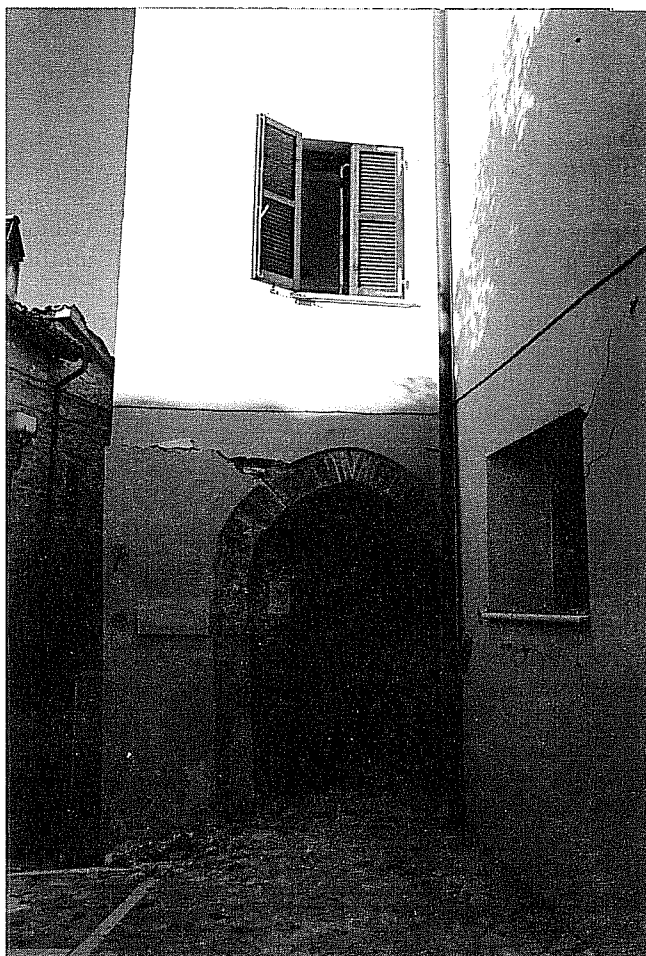


Foto 18. Sellano centro storico.
Sede municipale già ristrutturata, ma molto lesionato per scarsa resistenza delle strutture in elevazione.



Foto 19. Sellano centro storico.
Parapetto basso di un muro di contenimento fortemente danneggiato per la particolare violenza delle scosse.



21



20

Foto 20-21-22. Sellano centro storico.
Edificio privato recentemente ben ristrutturato (utilizzando anche intonaci armati) e rimasto assolutamente indenne.



22



Foto 23-24. *Preci centro storico.*
Edificio privato, sede della locale stazione dei carabinieri, recentemente ben ristrutturato e quasi privo di danni.

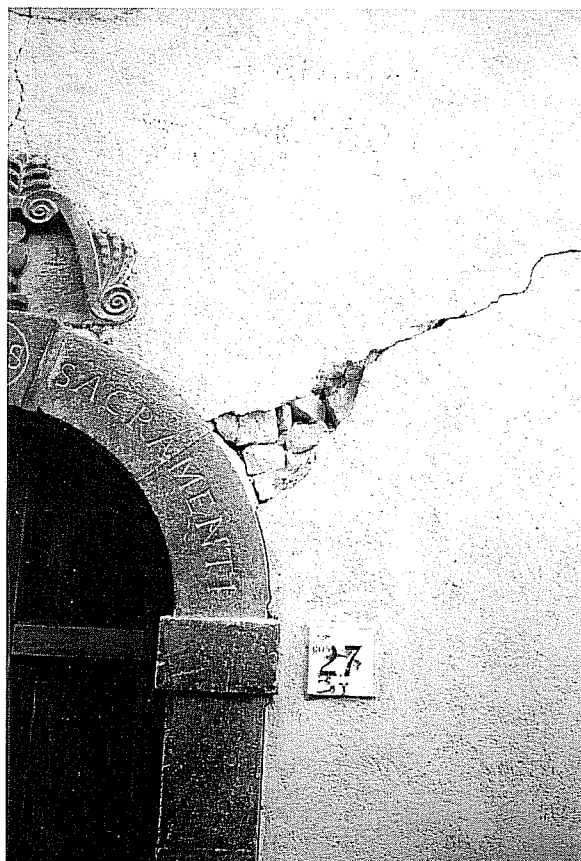


25

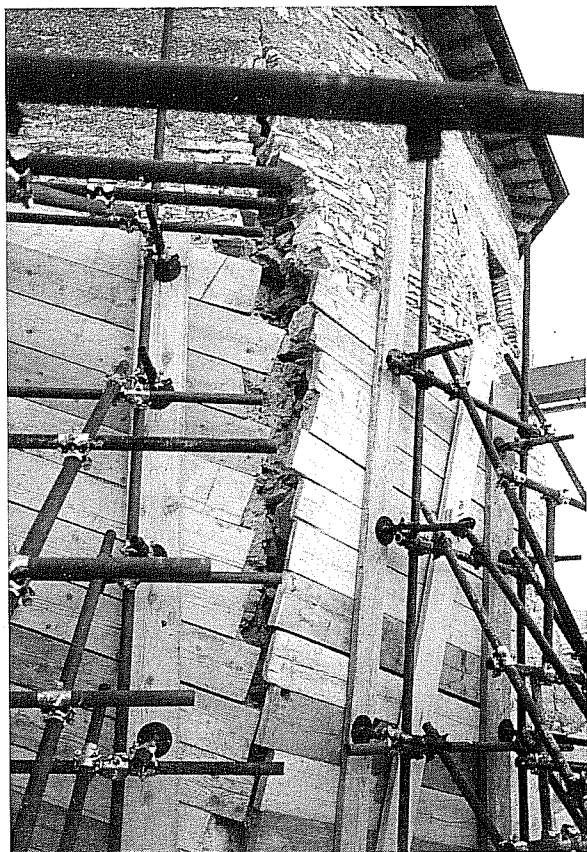


26

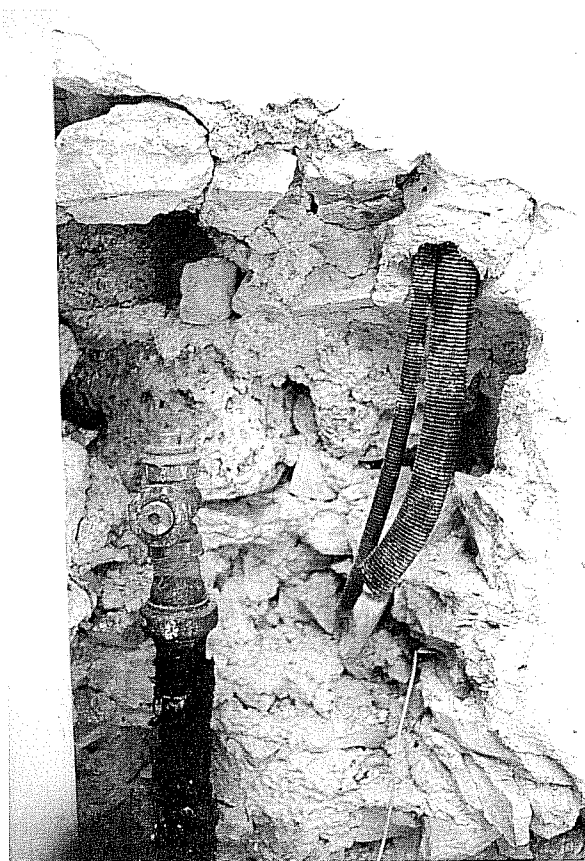
Foto 25-26-27-28-29-30 Preci centro storico.
Edifici privati già ristrutturati, ma di nuovo lesionati per scarsa resistenza delle strutture in elevazione.



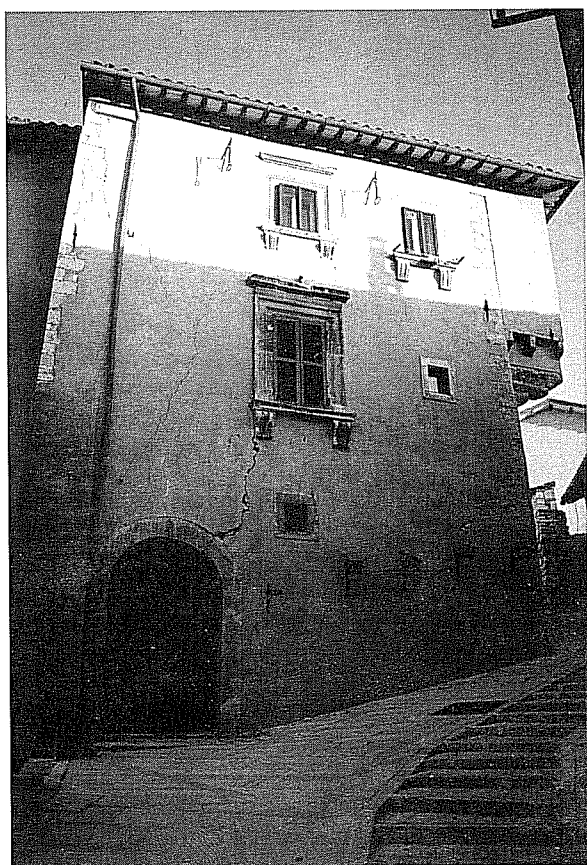
27



28



29



30