



Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale
UCOFPL - DIVISIONE V



Progetto Raedes
Recupero Edilizio in zona sismica
PROT. 47047 - FASC. 013

RECUPERO EDILIZIO IN ZONA SISMICA

PARTE SECONDA: ANALISI TECNICA

RILEVAMENTO E DIAGNOSTICA PRELIMINARI

coordinatori: Giampiero Cuppini, Pier Paolo Diotallevi

ricercatori: Paolo Genova, Dario Seruti



Raedes è un marchio QUASCO



DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA
E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
UNIVERSITA' DI BOLOGNA - FACOLTA' DI INGEGNERIA

Progetto RÆDES
RECUPERO EDILIZIO IN ZONA SISMICA

direzione del progetto: QUASCO s.c.r.l.
partner: DAPT Università degli Studi di Bologna

Manuale di compilazione delle schede:

1. Metodo	pag. 2
2. Rilevamento dell'esposizione sismica	pag. 3
1. Localizzazione dell'edificio	pag. 5
2. Storia dell'edificio	pag. 5
3. Inquadramento dell'edificio	pag. 6
4. Dati metrici	pag. 6
5. Condizioni d'uso	pag. 6
6. Stato delle finiture e impianti	pag. 7
7. Tipologia edilizia	pag. 7
8. Tipologia strutturale	pag. 7
9. Estensione e livello del danno	pag. 9
3. Rilevamento della vulnerabilità sismica	pag. 15
10. Tipo ed organizzazione del sistema resistente	pag. 15
11. Qualità del sistema resistente	pag. 15
12. Resistenza convenzionale	pag. 17
13. Configurazione planimetrica	pag. 20
14. Posizione edificio e fondazioni	pag. 20
15. Orizzontamenti	pag. 22
16. Configurazione in elevazione	pag. 23
17. Distanza massima fra le murature	pag. 24
18. Copertura	pag. 25
19. Elementi non strutturali	pag. 25
20. Stato di fatto	pag. 26
4. Diagnosi del rischio sismico	pag. 27

1. Metodo

La premessa essenziale per poter eseguire interventi su edifici costruiti in zona sismica, siano essi danneggiati dal terremoto, siano essi oggetto di intervento indipendente dall'evento sismico, è quella di conoscere e di rilevare le caratteristiche strutturali della costruzione, la sua eventuale connessione con altri edifici, la preesistenza di degrado, la qualità dei materiali, ecc.; ossia è necessaria una *anamnesi* della costruzione ed una *diagnosi* della situazione attuale.

Per una costruzione in zona sismica ciò significa:

- valutazione della vulnerabilità;
- valutazione dell'organizzazione e della consistenza strutturale;
- valutazione dell'eventuale danno subito a seguito del sisma;
- valutazione della qualità dei materiali;
- indicazione di eventuali carenze statiche o fondali (indipendenti dall'azione sismica)

Ciascuna di queste operazioni può essere condotta seguendo un percorso guidato mediante l'impiego di *schede di rilevamento* le quali, al termine del percorso stesso possono fornire indicazioni utili (e necessarie) sull'attuale stato della costruzione, costituendo quel quadro di informazioni che potrà poi guidare le operazioni di progettazione ed esecuzione degli interventi rivolti al consolidamento e al miglioramento del comportamento della struttura.

Nella successiva fase di intervento si può fare riferimento ad *interventi tipici* la cui codificazione può essere fatta sulla base di *schede generali di intervento* nelle quali si riportano le fasi delle lavorazioni, i materiali da impiegare, le tecniche e le sequenze esecutive. In questa fase è possibile individuare delle situazioni critiche per determinati procedimenti di intervento, che consentano a all'operatore di effettuare una sorta di procedura di controllo sull'intero iter di intervento.

Il percorso così tracciato e guidato sulla base di dati acquisiti in maniera completa ed omogenea per diverse costruzioni, permette, nella sua ripetuta applicazione, di costituire competenze negli operatori ai quali viene affidata l'opera di intervento.

La scheda allegata è frutto di un'elaborazione e semplificazione di strumenti prodotti e testati all'interno delle attività di studio e ricerca condotte a cura del C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti e dal Servizio sismico Nazionale. In particolare, a partire da "*Rilevamento dell'esposizione e vulnerabilità sismica degli edifici - istruzioni per la compilazione della scheda di primo livello*" e "*Rilevamento della vulnerabilità sismica degli edifici in muratura- istruzioni per la compilazione della scheda di secondo livello*", a cura di C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 1993, si sono selezionate le voci che, per tecnica costruttiva e tipologia di intervento, più sono attinenti all'oggetto della ricerca condotta.

La scheda elaborata ha lo scopo di costituire un valido e versatile strumento per i tecnici del processo edile che si accingono, anche con differenti scopi, a formulare valutazioni riguardo un intervento di recupero edilizio in zona sismica.

2. Rilevamento dell'esposizione sismica

L'oggetto di ogni scheda di rilevamento è un singolo *edificio*. Per una corretta compilazione della scheda è opportuno consultare e raccogliere preventivamente ogni tipo di cartografia esistente dell'edificio che si intende rilevare; successivamente, sarà indicata sulla cartografia la posizione dell'edificio all'interno dell'*aggregato strutturale* che gli compete, e tale cartografia sarà allegata alle schede di rilevamento.

L'aggregato strutturale è costituito da un insieme di elementi strutturali non omogenei che possono interagire sotto un'azione dinamica. Un aggregato strutturale può essere costituito da uno o più edifici accorpati; si intendono accorpati gli edifici, anche di diversa concezione strutturale, che presentino tra loro un collegamento o anche un semplice contatto tra pareti attigue.

La presenza di un giunto di separazione identifica due aggregati differenti. Secondo la normativa vigente (D.M. 24/01/1986), affinché un giunto sia considerato efficace sotto l'aspetto sismico deve avere dimensioni non inferiori a: $d(h) = h/100$, dove $d(h)$ è la distanza tra due punti affacciati, posti a quota h a partire dallo spiccatto delle strutture in elevazione.

Nel caso di ampliamenti e di sostanziali modificazioni apportate agli edifici è possibile che il giunto sia occultato da materiale di rivestimento e risulti quindi di non facile individuazione.

All'interno degli aggregati strutturali si individuano gli edifici, definiti come unità strutturali omogenee da cielo a terra. L'omogeneità strutturale dell'edificio non esclude il fatto che l'edificio possa presentare materiali e tecniche costruttive differenti in alcune sue parti, dovute essenzialmente ad interventi condotti da mani diverse e in tempi diversi.

In genere, un edificio è distinguibile dagli altri adiacenti per almeno una delle seguenti caratteristiche strettamente correlate ad un comportamento dinamico distinto:

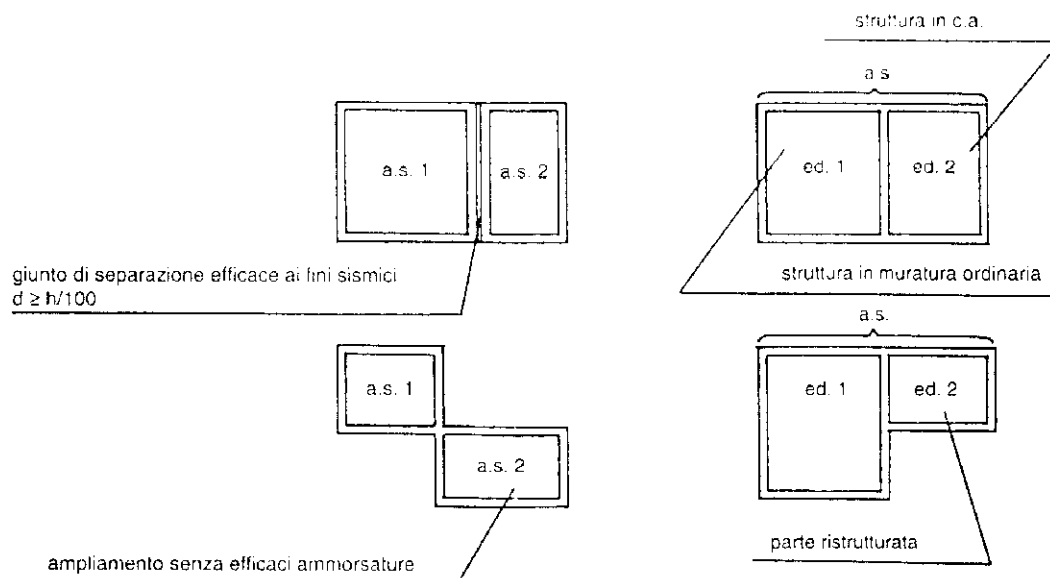
- tipologia costruttiva
- differenza di altezza
- irregolarità planimetrica con parti non collegate efficacemente
- età di costruzione
- sfalsamento dei piani.

Ad esempio, una differenza di altezza in gronda tra due edifici contigui, superiore al 20% dell'altezza maggiore, determina differenze di comportamento a sollecitazioni dinamiche sufficienti a far considerare le due unità edifici indipendenti.

Nella valutazione dell'aggregato strutturale e degli edifici che lo compongono non vanno tenute in rigida considerazione né la numerazione civica né la suddivisione in unità immobiliari.

La validità della scheda ha come premessa essenziale che l'indagine e il rilevamento dei dati non siano circoscritti alla singola unità abitativa (che è spesso l'oggetto di intervento), bensì siano estesi all'intero organismo edilizio. La compilazione della scheda inoltre non può prescindere da un accurato rilievo del degrado e dal condurre preventivamente un'adeguata analisi storico costruttiva dell'edificio.

Esempi di individuazione di aggregati strutturali ed edifici¹



La qualità dell'informazione (o grado di attendibilità), nei dati di valutazione di ogni parametro, va contrassegnata con un asterisco (*) laddove non si sia potuto procedere ad una raccolta prevalentemente diretta dell'informazione, ossia con un grado di attendibilità vicino alla certezza.

informazioni prevalentemente dedotte (misure effettuate in sito, letture di elaborati grafici o fotografici, visione diretta degli elementi di informazione, misure desunte da elaborati, saggi non distruttivi di attendibilità varia) con un grado di attendibilità vicino alla certezza o quantomeno non troppo distante.

- * *informazioni prevalentemente presunte* (misure dedotte da ragionevoli ipotesi conoscitive quali quelle sulle usuali modalità e sulle più frequenti scelte progettuali, informazioni orali diverse dalle precedenti) con un grado di attendibilità di poco superiore ad una scelta puramente casuale della classe o addirittura intorno ai limiti di una scelta casuale. In questi casi l'informazione è quasi assente e la valutazione del rilevatore ha valore puramente indicativo.

¹ Le immagini del presente paragrafo e dei successivi sono tratte da:

- a cura di C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Rilevamento dell'esposizione e vulnerabilità sismica degli edifici - istruzioni per la compilazione della scheda di primo livello, Roma, 1993;
- a cura di C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Rilevamento della vulnerabilità sismica degli edifici in muratura - istruzioni per la compilazione della scheda di secondo livello, Roma, 1993.

_1. Dati generali e localizzazione dell'edificio

<i>rilevatore</i>	Nome del rilevatore
<i>data</i>	Si riporta la data di compilazione della scheda
<i>indirizzo</i>	Si riporta l'indirizzo completo dell'edificio
<i>riferimento catastale</i>	Si riportano i dati relativi all'edificio: Foglio, Mappale, Particella
<i>edificio</i>	Nel caso in cui l'aggregato strutturale sia suddiviso in più edifici, se ne indica il numero d'ordine
<i>zona di piano</i>	Si indica la zona individuata dal PRG vigente: A- zona di centro storico B- zona di completamento C- zona di espansione D- zona per insediamenti produttivi E- zona destinata ad usi agricoli F- zona destinata ad attrezzature ed impianti collettivi G- zona ...
<i>vincoli</i>	- edificio sottoposto a vincolo di tutela da parte della Soprintendenza (D.L. 490/99) - edificio soggetto a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23) - edificio tutelato dallo strumento urbanistico comunale

_2. Storia dell'edificio

<i>età</i>	Si riporta la classe di età o l'epoca che individuano la costruzione dell'edificio
<i>interventi</i>	Si riporta un elenco dei principali interventi noti subiti dall'edificio
<i>eventi</i>	Si riporta un elenco dei principali eventi sismici o dinamici

_3. inquadramento dell'edificio

<i>fronti in comune</i>	Si riporta il numero di fronti in comune con altri edifici (nei casi di accostamento con un altro aggregato strutturale, il lato corrispondente non è da considerarsi in comune, in quanto il giunto ne preclude il collegamento)
<i>vie di accesso</i>	Si riportano le distanze di massima dei fronti dell'edificio da quelli prospicienti, al fine di valutare il grado di accessibilità coi mezzi meccanici.
<i>relazione fotografica</i>	Si allega un'accurata selezione di fotografie scattate durante il sopralluogo.

_4. Dati metrici

<i>superficie coperta</i>	Si riporta la superficie coperta ad ogni singolo piano.
<i>altezze interpiano</i>	Si riportano le altezze medie degli interpiani.
<i>altezze fuori terra</i>	Si riportano la massima e la minima altezza fuori terra valutata in gronda, allo scopo di segnalare la regolarità altimetrica.

_5. Uso

<i>numero di unità d'uso</i>	Numero di unità d'uso presenti (si intende per unità d'uso una porzione di edificio con accesso indipendente, anche su parti comuni, identificabile come: residenza; attività produttiva; servizio pubblico)
<i>percentuale di utilizzo</i>	Percentuale di utilizzo spaziale del fabbricato.
<i>destinazioni d'uso</i>	Si indicano le destinazioni d'uso prevalenti: <ul style="list-style-type: none">- residenziale- commerciale- terziario- insediamenti produttivi- (altro)

_6. Stato delle finiture e impianti

Si riporta, per ogni tipo di finitura/impianto indicati, lo stato dei medesimi:

- efficiente: si intendono impianti e/o finiture eseguiti nel rispetto della regola d'arte, quindi funzionanti e funzionali;
- non efficiente: si intendono impianti e/o finiture mancanti anche di uno solo dei suddetti requisiti;
- non esistente.

_7. Tipologia edilizia prevalente

tipologia edilizia prevalente

Secondo le codifiche individuate nella scheda si individua la tipologia dominante.

- Tipologia specialistica (capannoni, chiese, ecc...)
- Struttura in muratura o mista
- Struttura in c.a.
- Struttura in acciaio
- (altro)

_8. Tipologia strutturale

tipologia strutturale di ogni piano

Per ogni piano, anche quelli interrati, si individua la tipologia di ogni elemento strutturale.

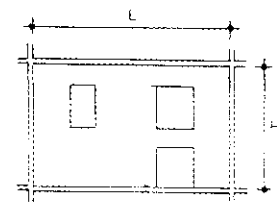
Di seguito si riportano, dettagliatamente, le definizioni contenute in modo sintetico nella scheda.

Strutture verticali

N.B. Si può indicare solamente una delle voci. Nel caso di combinazioni di due (o più) delle tipologie murarie oppure di due (o più) tipologie a telaio, non si classifica la struttura come mista, bensì le si assegna a tipologia (muraria o a telaio) prevalente.

- Muratura a sacco formata da pietre di pezzature molto varie. Male intessuta e priva di collegamento tra i due fogli.
- Muratura a sacco formata da pietre di pezzatura più regolare, bene intessuta e priva di collegamento tra i due fogli oppure come sopra con spigoli, mazzette e/o ricorsi in pietra squadrata o mattoni pieni.
- Muratura di pietra sbazzata in presenza di irregolarità.

- Muratura di pietra sbazzata con spigoli, mazzette e/o ricorsi in mattoni pieni e/o pietra squadrata.
- Muratura di pietra arrotondata o ciottoli di fiume di pezzatura varia senza mazzette e/o ricorsi in mattoni pieni e/o pietra squadrata.
- Come sopra con spigoli, mazzette e/o ricorsi in pietra squadrata e/o mattoni pieni.
- Muratura in blocchetti di tufo o pietra da taglio di dimensioni costanti.
- Muratura in blocchetti di calcestruzzo prefabbricati, con inerti ordinari.
- Muratura in blocchetti di calcestruzzo prefabbricati, con inerti leggeri (argilla espansa, ecc.), omogenei in tutta la sua estensione.
- Muratura in laterizio di buona qualità, pieno o semipieno (% foratura $\leq 45\%$).
- Muratura in laterizio con foratura $> 45\%$.
- Pareti in calcestruzzo non armato.
- Pareti in calcestruzzo armato e ben collegato; nel caso non sia possibile rilevare o avere notizie sulla presenza di armatura, assegnare la tipologia N.
- Telai in c.a. non tamponati o con tamponature (di qualsiasi tipo) distribuite in maniera disuniforme sul perimetro (ad es. un solo lato tamponato su quattro).
- Telai in c.a. con tamponature deboli (ad es.: in mattoni forati o con aperture molto ampie), uniformemente distribuite sul perimetro.
- Telai in c.a. con tamponature in muratura appartenente ad una delle tipologie G; H, I, L, N, O, senza grandi aperture con rispettanti le seguenti limitazioni: $l \leq 0.2L$ e $h \leq 0.3H$.
- Ossatura con profilati metallici.
- Struttura mista, intendendo per ciò una combinazione (in uno stesso piano) di una (o più) delle tipologie murarie A ÷ O con una o più delle tipologie a telaio P ÷ S.
- altre tipologie strutturali



Tipologia strutturale - Scale

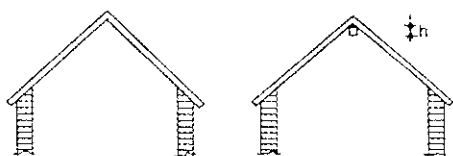
NB. Per scale a sbalzo si intendono quelle con gradini a mensola incastrati in una parete laterale o in una trave laterale oppure incastrati in una struttura centrale.

- Struttura in legno appoggiata tra due murature o tra due travi in legno
- Struttura in legno a sbalzo
- Struttura in profilati d'acciaio appoggiati tra due murature o travi
- Struttura in profilati d'acciaio a sbalzo
- Struttura in pietra o laterizio con gradini appoggiati
- Struttura in pietra o laterizio con gradini a sbalzo
- Volte appoggiate in muratura
- Volte rampanti in muratura
- Scala in ca. appoggiata (soletta a travi appoggiate)
- Scala in c.a. a sbalzo

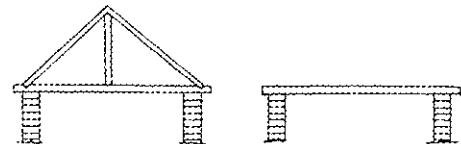
Tipologia strutturale - Strutture orizzontali e coperture

- Solai con orditura principale e secondaria in legno
- Come sopra con catene o tiranti
- Solai con putrelle metalliche e voltine o tavelloni
- Come sopra con catene o tiranti
- Solai laterocementizi o solette in ca. con cordolo ammorsato o inserito nella muratura
- Volte (a botte, a padiglione, ecc.) senza catene
- Come sopra ma con catene
- Combinazione di volte spingenti (tipo F) con solai piani
- Combinazioni di volte non spingenti (tipo G) con solai piani
- Altra tipologia di strutture orizzontali
- Coperture in legno spingenti per i soli carichi verticali generalmente costituite da due falda inclinate senza trave di colmo o con trave di colmo deformabile (rapporto luce/altezza $l/h > 20$) e senza tiranti.
- Coperture in legno con travi inclinate ad una falda oppure a due falde e con muro di spina oppure con trave di colmo poco deformabile (rapporto $l/h < 20$)
- Coperture in legno a spinta eliminata o con travi orizzontali
- Coperture con solai laterocementizi o solette in c.a.
- Copertura con orditura principale in putrelle metalliche, spingente (analoga al tipo M per il legno)
- Copertura con orditura principale in putrelle metalliche, non spingente (analoga ai tipi N ed O per il legno)
- Combinazione dei tipi suddetti con almeno un tipo spingente (M, O)
- Combinazione dei tipi non spingenti suddetti (N, O, P, R)
- Altra tipologia strutturale per le coperture

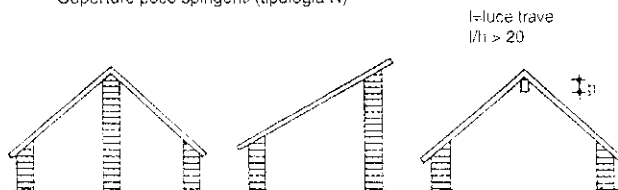
Coperture spingenti (tipologia M)



Coperture non spingenti (tipologia O)



Coperture poco spingenti (tipologia N)



9. Estensione e livello del danno

Nella valutazione del danno non dovranno essere prese in considerazione le lievi fessurazioni superficiali imputabili, ad esempio, a oscillazioni termiche. Il livello di danno deve essere indicato ai vari piani e separatamente in relazione a:

STRUTTURE VERTICALI

- strutture portanti murarie,
- ossature in c.a.,
- ossature in acciaio

STRUTTURE ORIZZONTALI E COPERTURE

- volte,
- solai di ogni tipo,
- coperture di ogni tipo

SCALE

- in muratura,
- in c.a.,
- in legno o acciaio

TAMPONATURE E TRAMEZZI

- tamponature in telai in c.a. e tramezzi in telai in c.a. o in edifici in muratura

STRUTTURE VERTICALI

Strutture portanti murarie

A- nessun danno

B- danno lieve

C- danno medio

D- danno grave

E- danno gravissimo

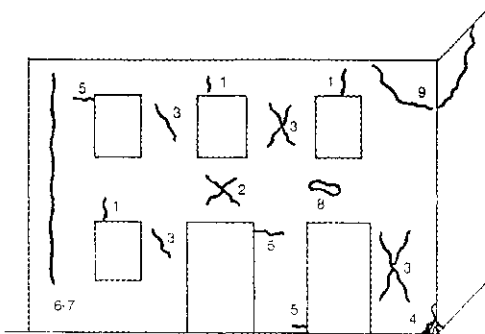
F- crollo

lesioni di ampiezza fino ad 1 mm, comunque distribuite

lesioni di tipo 1, 5, 6 fino a 4 mm e di tipo 2, 3, 7 fino a 2 mm
danni di tipo 4, 8, 9 di lievi entità

lesioni di tipo 1, 5, 6 fino a 10 mm e di tipo 2, 3, 7 fino a 5 mm
danni di tipo 4, 8, 9 di media entità

lesioni e danni di entità superiore di quelle al punto D



Ossature in c.a.

A - nessun danno

B - danno lieve

C - danno medio

D - danno grave

E - danno gravissimo

F - crollo

lesioni fino a 2 mm nelle travi e fino a 1 mm nei pilastri

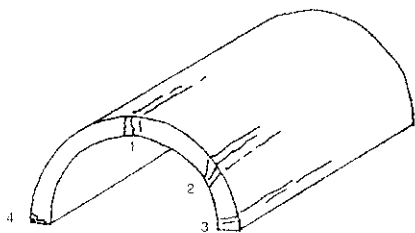
lesioni fino a 4 mm nelle travi e fino a 3 mm nei pilastri (con o senza schiacciamento alle estremità dei pilastri) ; lesioni diagonali fino a 1 mm nei nodi trave-pilastro o nelle pareti in c.a.

lesioni fino a 6 mm nelle travi; sintomi di schiacciamento dei pilastri e/o distacco del raccordo tra le nervature del solaio e le travi, lesione di qualunque ampiezza con evidente schiacciamento ed espulsione del copriferro, lesioni diagonali fino a 3 mm nei nodi trave-pilastro o nelle pareti di c.a., fuori piombo fino a 30 mm su un interpiano.

situazioni più gravi di quelle descritte al punto D per le travi; espulsione di tutto il copriferro e parte del nucleo alle estremità dei pilastri; forte incurvamento delle barre longitudinali.

STRUTTURE ORIZZONTALI E COPERTURE

Volte e coperture a volta muraria



NB: Si considerano distintamente gli elementi privi di catene (I caso) e gli elementi provvisti di catene (II caso).

A - nessun danno

B - danno lieve

C - danno medio

D - danno grave

E - danno gravissimo

F - crollo

lesioni 1 e 2 inferiori a 2 mm

I caso :lesioni 1, 2, 3 inferiori a 3 mm; sintomi di schiacciamento

II caso :lesioni 1, 2, 3 inferiori a 2 mm

I caso :lesioni 1, 2, 3 inferiori a 7 mm; rilevante schiacciamento

II caso :lesioni 1, 2, 3 inferiori a 4 mm; sintomi di schiacciamento

Lesioni con valori maggiori di quelli indicati ai punti precedenti

Solai di ogni tipo e coperture a terrazzo di ogni tipo od a tetto in c.a.

<i>A - nessun danno</i>	
<i>B - danno lieve</i>	lesioni sottili (inferiori a 1 mm) parallele alle nervature portanti osservabili nell'eventuale intonaco di intradosso
<i>C - danno medio</i>	lesioni rilevanti (c.s.) oltre 4 mm, segni di dissesto nel pavimento, segni di dissesto nell'orditura secondaria e/o terziaria
<i>D - danno grave</i>	distacchi ben definiti tra solaio e strutture portanti, qualche crollo nelle orditure secondarie e/o terziarie, dissesti rilevanti (c.s.)
<i>E - danno gravissimo</i>	parziale crollo dell'orditura primaria, ampi ed estesi distacchi tra solaio e strutture portanti, crolli estesi delle orditure secondarie e/o terziarie.
<i>F - crollo totale</i>	

Coperture a tetto di legno o di acciaio con manto in tegole

<i>A - nessun danno</i>	
<i>B - danno lieve</i>	caduta di qualche tegola di bordo
<i>C - danno medio</i>	leggere sconessioni nell'orditura secondaria, caduta di tegole < 10%, leggeri spostamenti delle travi principali dal loro alloggiamento (< 5mm)
<i>D - danno grave</i>	sconnessione dell'orditura secondaria, spostamenti delle travi principali (> 5 mm e < 30 mm), sconessione del manto di copertura e caduta di tegole < 20%
<i>E - danno gravissimo</i>	scavallamento di travi principali, crolli parziali
<i>F - crollo totale</i>	

SCALE

Scale in muratura

(Per la valutazione dell'entità delle lesioni si fa riferimento allo schema delle lesioni rappresentate per le strutture murarie portanti).

<i>A - nessun danno</i>	
<i>B - danno lieve</i>	lesioni fino a 1 mm nei casi 1,4,6,8, fino a 2 mm nei rimanenti casi
<i>C - danno medio</i>	lesioni fino a 2 mm nei casi 1,4,6,8, fino a 4 mm nei rimanenti casi, sintomi iniziali di schiacciamento all'incastro nei casi 2,4,6,8
<i>D - danno grave</i>	lesioni fino a 4 mm nei casi 1,4,6,8, fino a 10 mm nei rimanenti casi, schiacciamenti consistenti nei casi 2,4,7,8,9 ed inizi di schiacciamento nei casi rimanenti.
<i>E - danno gravissimo</i>	parziali crolli
<i>F - crollo totale</i>	

Scale in c.a.

A - nessun danno

B - danno lieve

C - danno medio

D - danno grave

E - danno gravissimo

F - crollo totale

distacchi con ampiezze inferiori a 1 mm tra rampe e pianerottoli

distacchi fino a 2 mm tra rampe e pianerottoli

distacchi fino a 5 mm tra rampe e pianerottoli

distacchi oltre 5 mm tra rampe e pianerottoli

Scale in legno o acciaio

A - nessun danno

B - danno lieve

C - danno medio

D - danno grave

E - danno gravissimo

F - crollo totale

lesioni fino a 1 mm sulla muratura in corrispondenza dell'attacco con la scala

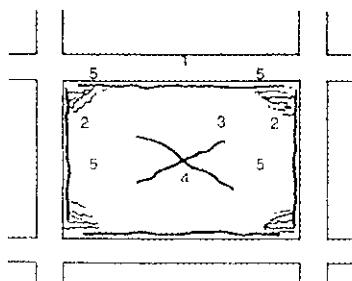
lesioni fino a 3 mm, inizi di schiacciamento o sfilamento sulla muratura in corrispondenza dell'attacco con la scala

lesioni fino a 6 mm e segni evidenti di schiacciamento o sfilamento sulla muratura in corrispondenza dell'attacco con la scala

lesioni fino a 10 mm sulla muratura in corrispondenza dell'attacco con la scala

TAMPONATURE E TRAMEZZI

tamponature in edifici in c.a. e tramezzi in edifici in c.a. o in muratura



	1	2	3	4	5
A	-	-	-	-	-
B	≤ 2 mm	≤ 2 mm	≤ 1 mm	-	-
C	≤ 5 mm	≤ 5 mm	≤ 2 mm	≤ 1 mm	sintomi
D	≤ 10 mm	≤ 10 mm	≤ 5 mm	≤ 2 mm	presenza
E	> 10 mm	> 10 mm	> 5 mm	> 2 mm	notevoli
F	Crolli parziali e/o completi				

La sezione schematica consente di avere un quadro globale dell'edificio e costituisce un completamento dei dati rilevati nel corso della compilazione della scheda.

La sezione va tracciata indicando, a fil di ferro, le dimensioni e i rapporti principali.

Nella sezione devono essere contenute le seguenti indicazioni:

- eventuale pendenza del terreno e esistenza di un terrapieno
- numero dei piani
- altezze medie di interpiano (misurato tra solai portanti ed escludendo le controsoffittature)
- altezza minima a massima in gronda
- scale
- eventuali riduzioni di volume
- tipo di copertura.

3. Rilevamento della vulnerabilità sismica

_10. Tipo ed organizzazione del sistema resistente

Con questa voce si valuta il grado di organizzazione degli elementi verticali, prescindendo dal materiale e dalle caratteristiche delle singole murature: l'elemento significativo è la presenza e l'efficacia dei collegamenti fra pareti ortogonali, tali da assicurare l'efficienza del comportamento scatolare della struttura. Pertanto le quattro classi sono definite come segue:

- Classe A:* - Edifici costruiti in accordo con le normative sismiche per le nuove costruzioni;
- Edifici con murature consolidate e/o riparate secondo le prescrizioni delle norme sulle riparazioni.
- Classe B:* - Edifici che presentano a tutti i livelli e su tutti i lati liberi collegamenti realizzati mediante cordoli perimetrali o catene e ammorsamenti in grado di trasmettere azioni taglianti verticali.
- Classe C:* - Edifici che, pur non presentando cordoli o catene a tutti i livelli, sono costituiti da pareti ortogonali ben ammorsate fra loro.
- Classe D:* - Edifici con pareti ortogonali non efficacemente legate.

_11. Qualità del sistema resistente

Si tiene conto con questa voce dei diversi tipi di muratura più frequentemente utilizzati, differenziandone, in modo qualitativo, le caratteristiche di resistenza, al fine di valutarne l'efficienza.

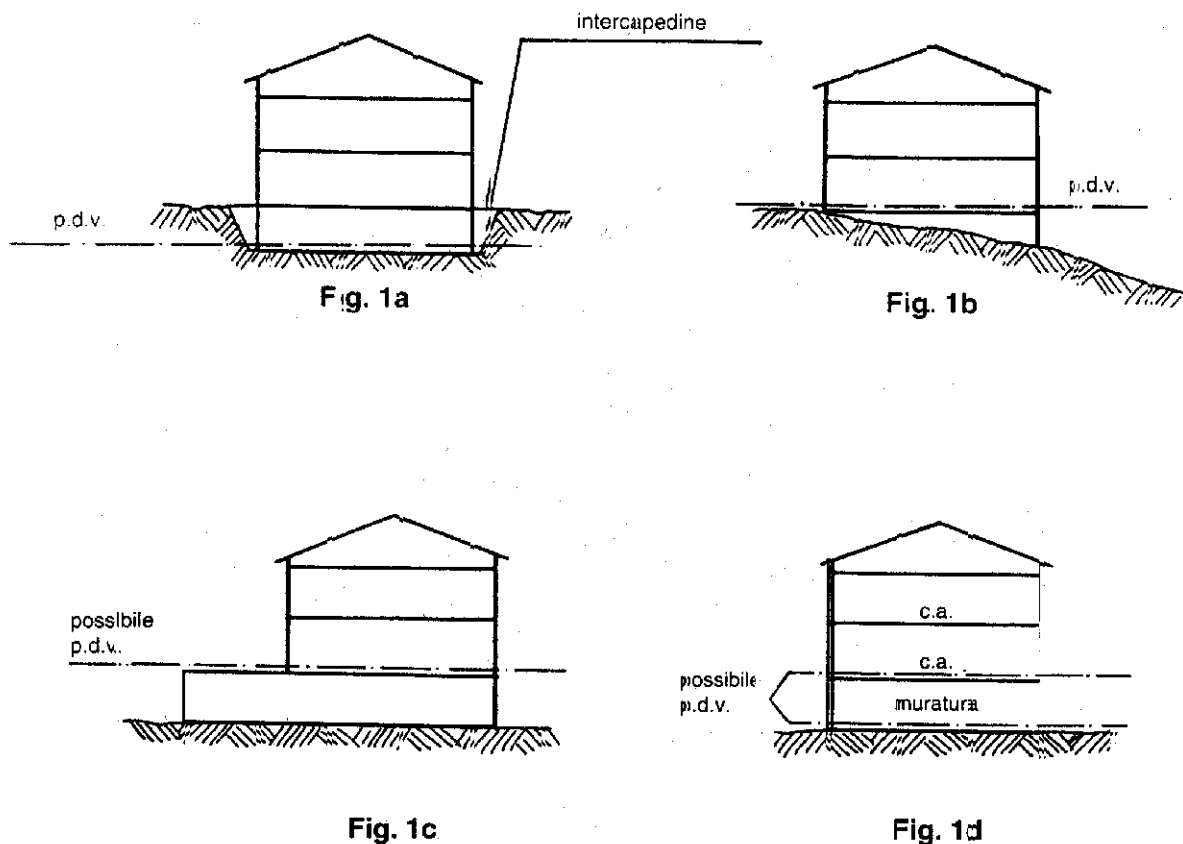
L'attribuzione di un edificio ad una delle quattro classi si effettua in funzione di due fattori: da un lato il tipo di materiale e la forma degli elementi costituenti le murature, dall'altro l'omogeneità di materiale e di pezzatura per tutta l'estensione della parete. A proposito del secondo fattore va notato che la presenza ad esempio di ricorsi in mattoni estesi a tutto lo spessore del muro non costituisce un elemento di disomogeneità per una muratura in pietrame.

Analogamente la presenza di pietre di dimensioni sensibilmente maggiori in corrispondenza di aperture o di angoli di un edificio non viene considerata una disomogeneità ai fini della pezzatura.

La tipologia da indicare (quale elemento di valutazione) è quella relativa al piano di verifica, secondo i codici esposti al paragrafo 8.

Il piano di verifica da prendere in considerazione è quello che si trova nelle condizioni più sfavorevoli dal punto di vista della resistenza alle azioni orizzontali ed è generalmente il primo piano fuori terra (v. fig. 1b).

In casi quali quello riportato in fig. 1a, nel quale il piano interrato è libero di oscillare, è da considerare questo piano come quello di verifica. Nei casi che presentano forti discontinuità e considerevoli variazioni in elevazione del sistema resistente (con peggioramento dal basso verso l'alto) occorre valutare la possibilità che si trovi nelle condizioni più sfavorevoli un piano superiore (v. fig. 1c); il criterio è valido anche nei casi in cui si abbiano variazioni nella tipologia costruttiva (v. fig. 1d).



Le quattro classi sono così definite:

- Classe A:** - Murature in laterizio di buona qualità, murature in pietrame o tufo ben squadrate, purché omogenee in tutta la loro estensione;
 - Murature a sacco ben intessute ed omogenee, purché dotate di collegamenti fra i due fogli.
- Classe B:** - Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purché dotate di collegamenti fra i due fogli.
- Classe C:** - Murature in pietrame grossolanamente squadrate o in laterizio di cattiva qualità, in presenza di irregolarità;
 - Murature a sacco, in tufo o pietrame, bene intessute ma prive di collegamenti fra i due fogli.
- Classe D:** - Murature in pietrame irregolari;
 - Murature in laterizio di cattiva qualità con inclusione di ciottoli;
 - Murature a sacco male intessute e prive di collegamenti fra i due fogli.

12. Resistenza convenzionale

Nell'ipotesi di un perfetto comportamento scatolare la valutazione della resistenza di un edificio in muratura alle azioni sismiche può essere condotta con ragionevole affidabilità. Il procedimento di seguito riportato rappresenta una necessaria semplificazione e richiede il rilevamento dei dati di seguito specificati, relativi al piano di verifica:

N Numero di piani a partire da quello di verifica (incluso)

A_t area coperta media al disopra del piano di verifica

A_x, A_y area totale degli elementi resistenti in due direzioni ortogonali. La lunghezza degli elementi resistenti è misurata tra gli interassi dei muri ortogonali di intersezione. L'area degli elementi inclinati di un angolo α rispetto alla direzione considerata va moltiplicata per $\cos^2 \alpha$.

Indicando con

A valore minimo fra A_x e A_y

B valore massimo fra A_x e A_y

$$\alpha_0 = A / A_t \quad \gamma = B / A$$

si dimostra che il rapporto C fra il taglio ultimo a livello del piano di verifica ed il peso P della parte di edificio al disopra è dato da:

$$C = \frac{\alpha_0 \cdot \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot \alpha_0 \cdot \tau_k \cdot (1 + \gamma)}} \quad 1)$$

Nella 1) compaiono, oltre ai parametri già definiti, il valore della resistenza tangenziale di riferimento, τ_k , caratteristica del tipo di muratura ed il valore q del peso medio, per unità di area coperta, di un livello dell'edificio (somma del peso di un solaio e di un interpiano di muratura).

I valori di τ_k e di q possono essere stimati sulla base dei seguenti criteri.

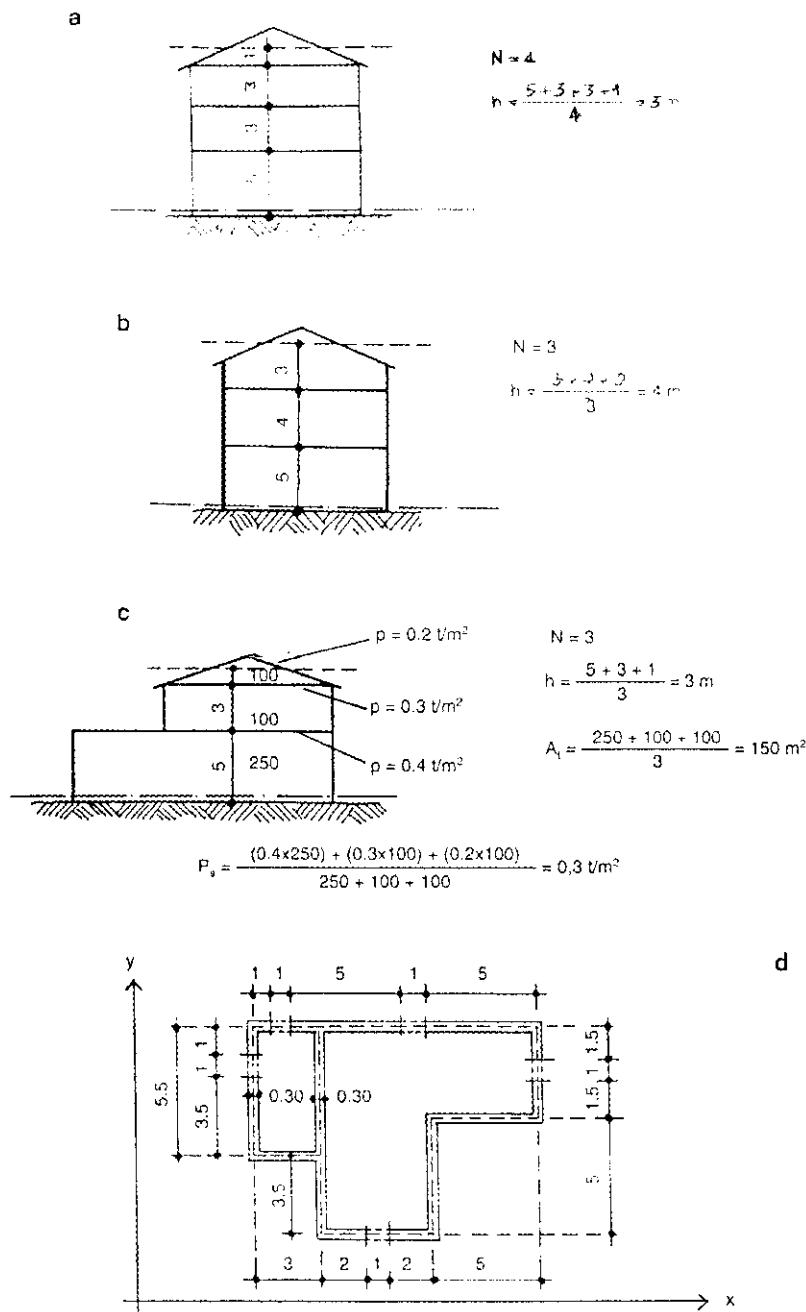
Il peso medio per unità di area coperta q può essere valutato in funzione del peso specifico medio della muratura p_m , del peso medio per unità di superficie del solaio p_s e della altezza media di un interpiano h; si ha:

$$q = \frac{(A + B) \cdot h}{A_t} \cdot P_m + P_s$$

Nel caso di edifici in muratura il primo addendo è nettamente preponderante: conseguentemente, una certa approssimazione nella stima di p_s non comporta errori significativi.

Anche se la 1) è stata ricavata nell'ipotesi di distribuzione uniforme di masse lungo l'altezza dell'edificio, in accordo con lo spirito informatore del metodo di valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici qui descritto, è possibile far riferimento alla 1) anche quando tale ipotesi non è a rigore verificata. In questo caso; nel valutare il peso medio per unità di area coperta q, è necessario tener presente che il prodotto $N \cdot q \cdot A$ deve risultare pari al peso totale della parte di edificio al disopra del piano di verifica.

Esempi:



Per la determinazione dei valori della resistenza tangenziale di riferimento, in assenza di informazioni sperimentali dirette, si può fare riferimento alla tabella A, che si ispira ai valori suggeriti dal D.M. 2 luglio 1981 e relative circolari: in tabella A sono riportati, accanto ai valori proposti per la valutazione della vulnerabilità (τ_k), quelli del decreto ministeriale citato (τ_k^*).

Per le murature di mattoni pieni si indica l'intervallo di valori da 6 a 12 t/mq; l'estremo inferiore è riferito a murature ben conservate.

Nel caso di murature di pietrame si userà il valore 2 t/mq in presenza di pietre non squadrate; per pietrame squadrato si suggerisce l'intervallo 7÷9 t/mq; si assumerà $\tau_k = 7$ per pietrame grossolanamente squadrato mentre si adotterà $\tau_k = 9$ nel caso di blocchi ben squadrate e di murature omogenee e ben intessute.

Per le murature in tufo l'intervallo suggerito va da 2 a 10 t/m².

Per le murature a sacco si adotterà $\tau_k = 2$ t/m² se la malta è di cattiva qualità, la fattura è pessima e i letti di malta solo orizzontali.

Si potrà assumere $\tau_k = 3$ t/m² per murature nelle stesse condizioni di quelle ora citate ma non a sacco.

Si adotterà $\tau_k = 4$ t/m² quando, pur in presenza di malta di cattiva qualità, si tratti di murature che presentano anche letti di malta verticali; l'estremo superiore si riferisce a murature di buona qualità, omogenee e ben intessute.

Il panorama delle murature utilizzate nel nostro Paese è estremamente vario; non è raro, in particolare, il caso di murature composte con materiali diversi: in tali situazioni si determinerà il valore di τ_k come media pesata dei valori indicati nella tabella A: si userà come peso una stima della percentuale relativa ai diversi materiali utilizzati.

L'attribuzione di un edificio ad una delle quattro classi avviene sulla base del rapporto $\alpha = C/\underline{C}$ fra il valore di C, ricavato come detto più sopra, ed il valore di \underline{C} di riferimento: si assume per \underline{C} il valore 0.4 corrispondente a quanto previsto per le zone sismiche di prima categoria dal D.M. 2.7.81 e relative circolari ministeriali.

Tabella A

VALORI DELLA RESISTENZA TANGENZIALE DI RIFERIMENTO (t/mq)			
a	<i>Murature non consolidate, non lesionate</i>	τ_k	τ_k^*
-	mattoni pieni - malta bastarda	6-12	12
-	blocco modulare con caratteristiche rispondenti alle prescrizioni del D.M. 24.01.1986 - malta bastarda	8	8
-	blocco di argilla espansa o calcestruzzo - malta bastarda	18	18
-	Murature in pietra (in presenza di ricorsi in mattoni il valore può essere incrementato del 30%)		
-	- piertrame in cattive condizioni (non squadrato)	2	2
-	- piertrame squadrato e ben organizzato	7-9	9
-	- a sacco in buone condizioni	4	4
-	- blocco in tufo	2-10	10
b	<i>Murature nuove</i>		
-	mattoni pieni con fori circolari - malta cementizia - Rm non minore di 1450 t/mq	20	20
-	forati doppio UNI rapp. Vuoto/pieno = 40% - malta cementizia - Rm non minore di 1450 t/mq	18	18
c	<i>Murature consolidate</i>		
-	murature in mattoni pieni, piertrame squadrato, consolidate con due lastre di c.c.a. da minimo 3 cm	11	11
-	pietrame iniettato - murature in pietra a sacco consolidate con due lastre di c.c.a. da minimo 3 cm	11	11
τ_k^*	Valori suggeriti dal D.M. 2 luglio 1981		

Le quattro classi sono definite in funzione di α nel modo seguente:

Classe A: - Edifici con $\alpha \geq 1$

Classe B: - Edifici con $0.6 \leq \alpha < 1$

Classe C: - Edifici con $0.4 \leq \alpha < 0.6$

Classe D: - Edifici con $\alpha < 0.4$

_13. Configurazione planimetrica

Il comportamento sismico di un edificio dipende, a parità di altri fattori, anche dalla pianta dell'edificio stesso.

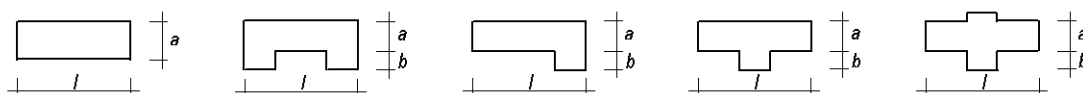
Nel caso di edifici rettangolari è significativo il rapporto $\beta_1 = a/l \cdot 100$ fra le dimensioni del lato minore e del lato maggiore.

Nel caso di piante che si scostano dalla forma rettangolare, oltre alla forma allungata del corpo principale (misurata dal parametro β_1 sopra definito) è necessario tener conto dell'entità di tale scostamento: ciò può essere fatto mediante il parametro β_2 definito in fig. 5.

L'assegnazione di un edificio alle varie classi avviene sulla base della più sfavorevole, nel piano di verifica, delle condizioni poste dai parametri β_1 e β_2 nel modo seguente:

$$\text{rapporto percentuale } \beta_1 = a/l \cdot 100$$

$$\text{rapporto percentuale } \beta_2 = b/l \cdot 100$$



Classe A:	$\beta_1 \geq 80$	$\beta_2 \leq 10$
Classe B:	$60 \leq \beta_1 < 80$	$10 < \beta_2 \leq 20$
Classe C:	$40 \leq \beta_1 < 60$	$20 < \beta_2 \leq 30$
Classe D:	$\beta_1 < 40$	$\beta_2 > 30$

_14. Posizione dell'edificio e fondazione

Si vuole con questa voce valutare, per quanto possibile con una indagine a vista, l'influenza del terreno e delle fondazioni. Ci si limita pertanto a considerare alcuni aspetti:

- consistenza e pendenza percentuale del terreno
- eventuali fondazioni a quote diverse
- spinte non equilibrate di terrapieni.

Alcune precisazioni riguardo le informazioni richieste sono le seguenti:

- Pendenza percentuale del terreno
Si vuole rilevare la situazione altimetrica media del terreno su cui insiste il fabbricato, valutata nella direzione ortogonale alle isoipse.
- Consistenza del terreno

Questa informazione può essere desunta o dalle certificazioni eventualmente effettuate e allegate al progetto dell'edificio, oppure per analogia con quanto accertato per i fabbricati vicini o infine per una ricognizione sul terreno. L'opzione roccia dovrà essere indicata in presenza di roccia affiorante anche se sovrastata da depositi superficiali parzialmente disgregati. L'opzione terreno sciolto riguarda le restanti condizioni distinguendo però in spingente (in condizioni di spinte non equilibrate di terrapieni) e in non spingente (in caso contrario).

- **Fondazioni**

Si considerano fondazioni anche solo dei cordoli o ingrossamenti della muratura affondati nel terreno.

Le quattro classi di situazione sono definite come segue:

- Classe A:*
- Edifici posti su roccia con pendenze p inferiori o al massimo eguali al 10%.
 - Edifici posti su terreni sciolti non spingenti con pendenze minori o al massimo eguali al 10% e piano di posa delle fondazioni ad un'unica quota
- Classe B:*
- Edifici posti su roccia con pendenza $10\% < p < 30\%$.
 - Edifici posti su terreni sciolti con differenza fra le quote di imposta delle fondazioni o in non superiore ad 1 metro ed in assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni che verificano anche una delle seguenti condizioni:
 - il terreno ha pendenza $p < 10\%$ ma la differenza fra le quote di imposta delle fondamenta è diversa da zero
 - l'edificio ha fondazioni e il terreno ha pendenza $10\% < p < 30\%$
 - l'edificio non ha fondazioni ed il terreno ha pendenza $10\% < p < 20\%$
- Classe C:*
- Edifici posti su roccia con pendenza $30\% < p < 50\%$
 - Edifici su terreni sciolti con differenza fra le quote d'imposta delle fondamenta non superiore ad 1 metro che verificano anche una delle seguenti condizioni:
 - assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio ha fondazioni e il terreno ha pendenza $30\% < p < 50\%$
 - assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio non ha fondazioni e il terreno ha pendenza $20\% < p < 30\%$
 - presenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio ha fondazioni ed il terreno ha pendenza $p < 50\%$
 - presenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio non ha fondazioni ed il terreno ha pendenza $p < 30\%$
- Classe D:*
- Edifici posti su terreni o roccia con pendenza $p > 50\%$
 - Edifici posti su terreni sciolti con differenza fra le quote di imposta delle fondamenta superiore ad 1 m
 - Edifici senza fondazioni, posti su terreni sciolti con pendenza $p > 30\%$

Ai fini dell'attribuzione della classe si fa riferimento alla condizione più sfavorevole.

Nel caso di edifici su roccia non vengono considerati gli eventuali sfalsamenti fra le quote di imposta delle fondazioni.

Quando è possibile accertare la presenza di cordoli di fondazione o di ingrossamenti della muratura affondati nel terreno si assumono per i terreni sciolti i limiti di pendenza definiti per la roccia in posto.

Va sottolineato a proposito di questa voce che non sono compresi in queste classi situazioni caratterizzate da fenomeni franosi o da liquefazione: in questi casi, infatti, sono prevedibili forme di divieto di uso dei suoli a fini edilizi o interventi particolarmente onerosi e delicati. Per i casi di liquefazione, inoltre, sono necessarie indagini piuttosto approfondite che vanno al di là dello spirito della valutazione che si discute con questa nota. E' chiaro che la distinzione fra terreni stabili e no, in questo ambito, si riferisce essenzialmente alla possibilità che un evento sismico provochi cedimenti differenziali a livello delle fondazioni.

_15. Orizzontamenti

La qualità degli orizzontamenti ha un notevole peso nel garantire un buon funzionamento degli elementi resistenti verticali; d'altra parte non è raro il caso di edifici nei quali si è verificato il collasso dei soli orizzontamenti con conseguenze notevoli in termini di danni e di vittime.

Nel suddividere in classi i vari edifici si tiene conto di entrambi questi fattori. In particolare è importante verificare i seguenti requisiti per ogni orizzontamento:

- a) funzionamento a lastra ed elevata rigidità per deformazioni nel suo piano (perciò buona connessione degli elementi costruttivi);
- b) efficace collegamento agli elementi verticali resistenti;

Per il requisito di tipo a) sono importanti:

- la presenza di una soletta di calcestruzzo eventualmente armata;
- la presenza di elementi resistenti a trazione e a compressione (travetti) e di un sistema di elementi controventanti, anche se solamente reagenti a trazione (barre di acciaio) oppure una griglia di elementi resistenti a trazione e a compressione (travetti nei due sensi) ben connessi fra loro (chiodati, saldati, incollati o simili);
- la presenza di connessioni saldate o incollate o chiodate o costituite da giunti organizzati fra elementi prefabbricati funzionanti singolarmente come lastre (pannelli);

Per i requisiti di tipo b) sono importanti:

- la presenza di getti di cemento armato di collegamento;
- la presenza di connessioni chiodate, saldate, incollate e ancorate all'interno o all'esterno (chiavi) degli elementi resistenti.

N.B. Un solaio è deformabile, ma ben collegato quando, per esempio, i suoi elementi sono collegati alle murature mediante capichave, armature annegate nei cordoli, ma non possiede solette o tavolati incrociati tali da consentire il funzionamento di diaframma sotto le azioni sismiche.

Le quattro classi sono definite come segue:

- Classe A:* - Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura purché questi soddisfino a tre condizioni:
- deformabilità, nel piano del solaio, trascurabile
 - collegamenti efficaci fra orizzontamento e parete
 - assenza di piani sfalsati
- Classe B:* - Edifici con orizzontamenti come per la classe precedente ma che non soddisfano alla condizione C
- Classe C:* - Edifici con orizzontamenti dotati di deformabilità nel piano significativa purché ben collegati alle pareti
- Classe D:* - Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura mal collegati alle pareti.

In presenza di orizzontamenti di natura diversa in uno stesso edificio, per l'assegnazione dell'edificio ad una classe, vale la condizione definita dall'orizzontamento peggiore, purché esteso ad una porzione non trascurabile del piano.

_16. Configurazione in elevazione

Nel caso di edifici in muratura, soprattutto per quelli più vecchi, la principale causa di irregolarità è costituita dalla presenza di porticati, loggiati e altane.

La presenza di porticati è segnalata come rapporto percentuale fra superficie in pianta di porticato (pilotis) e superficie totale del piano (è da considerare quello nelle condizioni più sfavorevoli).

Altro elemento da valutare ai fini della irregolarità è la presenza di torri o torrette di altezza e massa significativa rispetto a quelle della restante parte dell'edificio (il rapporto percentuale fra altezza della torre T e altezza totale dell'edificio H è riportato in percentuale; non si tiene conto ai fini della valutazione della irregolarità di appendici di modesta dimensione (comignoli, ecc.).

Per la valutazione delle variazioni di massa si tiene conto del rapporto $\Delta M/M$ in cui:

- ΔM è la variazione di massa fra due piani successivi
con il segno + se si tratta di aumento
con il segno - se si tratta di diminuzione (verso l'alto)
- M è la massa del piano inferiore.

Il caso da valutare è quello più sfavorevole.

Variazioni percentuali inferiori al 10% possono essere valutate come nulle.

Di norma il rapporto $\Delta M/M$ può essere sostituito dal rapporto $t \Delta A/A$, dove A e ΔA sono rispettivamente la superficie coperta di piano e la sua variazione.

Il criterio guida per l'assegnazione della classe è in ogni caso quello relativo alla condizione peggiore.

Le quattro classi sono definite nel modo seguente:

- Classe A:* - Edifici con distribuzione di masse e di elementi resistenti praticamente uniforme su tutta l'altezza;
 - edifici con massa ed elementi resistenti decrescenti con continuità;
 - edifici che presentano arretramenti comportanti una riduzione dell'area di pianta inferiore al 10%.
- Classe B:* - Edifici con porticati e loggiati di modeste dimensioni, tali da interessare meno o al più il 10% dell'area totale del piano;
 - edifici che presentano arretramenti comportanti una diminuzione dell'area della pianta maggiore del 10% ed inferiore o uguale al 20%;
 - edifici con torrette o torri di altezza inferiore al 10% dell'altezza totale dell'edificio.
- Classe C:* - Edifici con porticati o loggiati tali da interessare una superficie maggiore al 10% ed inferiore o uguale al 20% dell'area totale del piano;
 - edifici con arretramenti comportanti riduzioni dell'area di piano maggiori del 20%;
 - edifici con torrette o torri di altezza superiore al 10% ed inferiore o uguale al 40% dell'altezza totale dell'edificio.
- Classe D:* - Edifici con porticati o loggiati che interessano più del 20% dell'area totale del piano;
 - edifici con torri di altezza superiore al 40% dell'altezza totale dell'edificio.

Se nella realizzazione delle strutture verticali dell'edificio in esame. Sono stati utilizzati materiali diversi ai vari livelli (es. laterizi e ciottoli, pietre squadrate e ciottoli, ecc.) tali da portare a variazioni di classificazione nella "Qualità del sistema resistente" e se tali variazioni comportano, a giudizio del rilevatore, cambiamenti significativi nelle caratteristiche di rigidità e/o resistenza delle strutture verticali, di ciò si terrà conto con le penalizzazioni di seguito specificate:

- gli edifici che, per geometria, apparterrebbero alle classi A o B, vengono posti nella classe C;
- gli edifici che, per geometria, apparterrebbero alla classe C, vengono posti nella classe D.

_17. Distanza massima fra le murature

Con tale voce si tiene conto della presenza di muri maestri intersecati da muri trasversali posti a distanza eccessiva fra loro.

Le classi sono definite in funzione del rapporto fra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro.

Le classi sono definite come segue:

Classe A: - Edifici con rapporto interasse/spessore non superiore a 15

Classe B: - Edifici con rapporto interasse/spessore maggiore di 15 e non superiore a 18

Classe C: - Edifici con rapporto interasse/spessore maggiore di 18 e non superiore a 25

Classe D: - Edifici con rapporto interasse/spessore superiore a 25.

_18. Copertura

Gli elementi che caratterizzano l'influenza delle coperture sul comportamento sismico di un edificio sono essenzialmente due: la tipologia ed il peso. Del primo si tiene conto nella definizione delle quattro classi mentre il secondo influisce sulla determinazione del peso da attribuire a questo parametro.

Gli elementi di valutazione necessari sono:

- il tipo di copertura peggiore presente: spingente, "poco spingente", non spingente
- la presenza o assenza di cordoli di sottotetto
- la presenza o assenza di catene
- il carico permanente della copertura
- la lunghezza d'appoggio l_a della copertura: il perimetro l della copertura.

Da notare che nella lunghezza d'appoggio della copertura non vanno considerati generalmente gli architravi a meno che non siano di rigidità paragonabile con una parete ad esempio con rapporti luce/altezza inferiori a 3 - 4

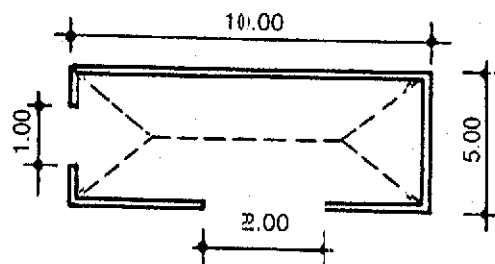


Fig. 5

$$l = 30 \text{ m}$$

$$l_a = 30 - 3 = 27 \text{ m}$$

Le classi sono definite come segue:

- Classe A:* - Edifici con copertura non spingente provvisti di cordoli di sottotetto e/o catene
- Classe B:* - Edifici con copertura non spingente ma privi sia di cordolo di sottotetto che di catene
- Edifici con copertura poco spingente provvisti di cordolo di sottotetto e/o catene
- Classe C:* - Edifici con copertura poco spingente privi sia di cordolo di sottotetto che di catene
- Edifici con copertura spingente ma provvisti di cordolo di sottotetto e/o catene
- Classe D:* - Edifici con copertura spingente privi sia di cordolo di sottotetto che di catene.

La tipologia da indicare (quale elemento di valutazione) è quella relativa al piano di verifica, secondo i codici esposti al paragrafo 8.

_19. Elementi non strutturali

Si tiene conto con questa voce di infissi, appendici e aggetti che possono causare con la caduta danno a persone o a cose. Si tratta di un elemento secondario ai fini della valutazione della vulnerabilità e per il quale non ha senso operare distinzioni fra le prime due classi.

Le classi sono definite nel modo seguente:

- Classe A e B:* - Edifici privi di infissi, appendici o aggetti o controsoffitti.
- Edifici con infissi ben collegati alle pareti, con comignoli di piccole dimensioni e di peso modesto e con controsoffitti ben collegati.
- Edifici con balconi costituenti parte integrante delle strutture degli orizzontamenti.
- Classe C:* - Edifici con infissi esterni o insegne di piccole dimensioni mal vincolate alle pareti e con controsoffitti di piccola estensione mal collegati ovvero di grande estensione e ben collegati.
- Classe D:* - Edifici che presentano: comignoli o altre appendici in copertura mal vincolate alla struttura, parapetti di cattiva esecuzione o altri elementi di peso significativo che possono crollare in caso di terremoto.
- Edifici con balconi o altri aggetti (servizi, ecc.) aggiunti in epoca successiva alla costruzione della struttura principale e ad essa collegati in modo sommario.
- Edifici con controsoffitti di grande estensione e mai collegati.

20. Stato di fatto

Si tiene conto con questa voce dello stato di conservazione degli edifici.

Le quattro classi sono definite come segue:

- Classe A:* - Murature in buone condizioni senza lesioni visibili.
- Classe B:* - Edifici che presentano lesioni capillari non diffuse, ad eccezione di casi in cui queste siano state prodotte da terremoti.
- Classe C:* - Edifici con lesioni di media entità (ampiezza della lesione: 2-3 mm) o con lesioni capillari di origine sismica.
- Edifici che, pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una significativa diminuzione di resistenza.
- Classe D:* Edifici che presentano pareti fuori piombo e/o lesioni gravi anche se non diffuse.
- Edifici caratterizzati da grave deterioramento dei materiali.
- Edifici che, pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una grave diminuzione di resistenza.

4. Diagnosi del rischio sismico

A conclusione della compilazione della scheda in tutte le sue parti, si propone la formulazione di un giudizio sintetico di massima che, senza la pretesa di sostituirsi ad un'analisi più approfondita, ha lo scopo di fornire una prima valutazione dello stato di conservazione dell'organismo edilizio oggetto di analisi.

Il giudizio è elaborato dalla somma dei valori associati alle classi attribuite agli 11 parametri oggetto dei punti 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 della scheda, ponderando il punteggio parziale con un coefficiente α elaborato in funzione del valore dello scarto quadratico medio σ .

Con la valutazione dello scarto quadratico medio il giudizio finale sul rischio sismico non è la semplice somma dei giudizi di rischio dei singoli parametri, ma dipende, in parte, anche dalla distribuzione data nell'attribuzione delle classi. Ad esempio, avere associato a metà parametri un valore massimo e alla rimanente metà uno minimo non comporta un giudizio equivalente all'associazione di un valore medio ad ogni singolo parametro, bensì un giudizio meno favorevole.

1. Valutazione del punteggio parziale V_p

Si assegna relativamente alle risposte date a partire dal punto 10 fino al 20:

- 1 punto per ogni classe A;
- 2 punti per ogni classe B;
- 3 punti per ogni classe C;
- 4 punti per ogni classe D.

2. Si calcola il valore medio V_m

3. Si calcola lo scarto quadratico medio $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (v_i - v_m)^2}{n-1}}$

dove v_i è il punteggio assegnato ad ognuno dei parametri e n è il numero dei parametri, cioè 11

4. Individuazione del coefficiente di riduzione α

$$\alpha = 1 \quad \sigma \leq 0.5$$

$$\alpha = 0.875 \quad 0.5 < \sigma \leq 1$$

$$\alpha = 0.750 \quad \sigma > 1$$

5. Individuazione del giudizio conclusivo

Il punteggio è pari al valore parziale V_p calcolato al punto 1 moltiplicato per il coefficiente α calcolato al punto 4.

- Se il risultato è minore di 17 la diagnosi preliminare rientra nel giudizio A;
- se il risultato è compreso tra 17 e 26 la diagnosi preliminare rientra nel giudizio B;
- se il risultato è compreso tra 26 e 35 la diagnosi preliminare rientra nel giudizio C;
- se il risultato è maggiore di 35 la diagnosi preliminare rientra nel giudizio D.

RILEVAMENTO DELL'ESPOSIZIONE SISMICA

rilevatore

data

1. localizzazione dell'edificio

indirizzo

Comune

Provincia

riferimento catastale:

Foglio

Mappale

Particella

edificio

zona di piano

- A - zona di centro storico
 B - zona di completamento
 C - zona di espansione

- D - zona per insediamenti produttivi
 E - zona destinata ad usi agricoli
 F - zona per attrezzature ed impianti collettivi
 G - (altro)

vincoli:

vincolo Soprintendenza
D.L. 490/99

vincolo idrogeologico
R.D. 3267/23

vincolo urbanistico comunale

2. storia dell'edificio

età

interventi

eventi

3. inquadramento dell'edificio

4. dati metrici

superfici coperte

superficie media coperta

mq

altezze di interpiano

altezza media di interpiano

m

altezza fuori terra

max

min

m

5. condizioni d'uso

numero di unità d'uso

n.

percentuale di utilizzo

%

destinazioni d'uso:

residenziale

terziario

(altro)

commerciale

insediamenti produttivi

6. stato delle finiture e degli impianti

intonaci/paramenti esterni

efficiente

non efficiente

non esistente

infissi esterni

efficiente

non efficiente

non esistente

impianto elettrico

efficiente

non efficiente

non esistente

finiture interne

(intonaci e pavimenti)

efficiente

non efficiente

non esistente

impianto di riscaldamento

efficiente

non efficiente

non esistente

servizi igienici

efficiente

non efficiente

non esistente

7. tipologia edilizia

tipologia edilizia prevalente:

tipologia specialistica (capannoni, chiese, ecc...)

struttura in muratura o mista

struttura in c.a.

struttura in acciaio

(altro)

piano n. PT

strutture verticali:

- Muratura a sacco
- Muratura a sacco con spigolo, mazzette e ricorsi
- Muratura in pietra sbazzata
- Muratura in pietra sbazzata con rinforzi
- Muratura in pietra arrotondata
- Muratura in pietra arrotondata con rinforzi
- Muratura in blocchetti di tufo o pietra ben squadrata
- Muratura in blocchetti di cls con inerti leggeri
- Muratura in blocchetti di cls con inerti pesanti
- Muratura in mattoni pieni o semipieni
- Muratura in mattoni forati
- Pareti in cls non armato
- Pareti in cls armato
- Telai in c.a. non tamponati
- Telai in c.a. con tamponature deboli
- Telai in c.a. con tamponature consistenti
- Ossatura metallica
- Miste
- (altro) _____

strutture orizzontali:

- Solai in legno
- Solai in legno con catene o tiranti
- Putrelle metalliche e voltine o tavelloni
- Putrelle metalliche e voltine o tavelloni con catene o tiranti
- Solai laterocementizi o solette in c.a.
- Volte senza catene
- Volte con catene
- Miste volte e solai
- Miste volte e solai con catene
- (altro) _____
- Coperture in legno spingenti
- Coperture in legno poco spingenti
- Coperture in legno a spinta eliminata o con travi orizzontali
- Coperture con solai laterocementizi o solette in c.a.
- Coperture in acciaio spingenti
- Coperture in acciaio non spingenti
- Miste spingenti
- Miste non spingenti
- (altro) _____

scale:

- Struttura appoggiata in legno
- Struttura a sbalzo in legno
- Struttura appoggiata in acciaio
- Struttura a sbalzo in acciaio
- Struttura appoggiata in pietra o laterizio
- Struttura a sbalzo in pietra o laterizio
- Volta appoggiata in muratura
- Volta a sbalzo in muratura
- Struttura a sbalzo in c.a.

sezione schematica con indicate, a fil di ferro, le dimensioni e i rapporti principali

strutture verticali:

strutture portanti murarie

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo

ossature in c.a.

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo*strutture orizzontali e coperture:*

volte e coperture a volta muraria

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo

solai di ogni tipo e coperture a terrazzo di ogni tipo o a tetto in c.a.

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo

coperture a tetto di legno o di acciaio con manto in tegole

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo*scaie:*

scaie in muratura

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo

scaie in c.a.

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo

scaie n legno o acciaio

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo*tamponature e tramezzi:*

tamponature in edifici in c.a. e tramezzi in edifici in c.a. o in muratura

 A - nessun danno B - danno lieve C - danno medio D - danno grave E - danno gravissimo*Note:*

RILEVAMENTO DELLA VULNERABILITA' SISMICA

10. tipo ed organizzazione del sistema resistente

classe A B C D

- A - Edificio costruito in accordo alla normativa sulle nuove costruzioni;
 Edificio con murature consolidate e/o riparate secondo le prescrizioni delle norme sulle riparazioni
- B - Edificio con cordoli o catene a tutti i livelli
- C - Edificio con buoni ammorsamenti fra le murature
- D - Edificio senza cordoli o con cattivi ammorsamenti

11. qualità del sistema resistente

piano di verifica n. **P1**

classe A B C D

- A - Murature in laterizio di buona qualità, oppure in pietrame ben squadrate, omogenee in tutta la loro estensione;
 Murature a sacco ben intessute ed omogenee, purché dotate di collegamenti fra i due fogli
- B - Murature in laterizio o pietrame ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purché dotate di collegamenti fra i due fogli
- C - Murature in pietrame grossolanamente squadrate o in laterizio di cattiva qualità, in presenza di irregolarità;
 Murature a sacco, in tufo o pietrame, ben intessute ma prive di collegamenti fra i due fogli
- D - Murature in pietrame irregolari; Murature in laterizio di cattiva qualità con inclusione di ciottoli;
 Murature a sacco male intessute e prive di collegamenti fra i due fogli

12. resistenza convenzionale

piano di verifica n. **P1**

classe A B C D

- A - Edificio con $\alpha \geq 1$
- B - Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$
- C - Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$
- D - Edificio con $\alpha < 0.4$

numero di piani (sopra al pdv incluso)	N	5		
Area media coperta (sopra al pdv incluso)	A_t	562,0	mq	$A = \min(A_x, A_y) =$ 38,86
Area totale degli elementi resistenti lungo x	A_x	38,86	mq	$B = \max(A_x, A_y) =$ 56,97
Area totale degli elementi resistenti lungo y	A_y	56,97	mq	$\alpha_0 = A / A_t =$ 0,0691
resistenza tangenziale della muratura	τ_k	12,00	t/mq	$\gamma = B / A =$ 1,4660
altezza media di interpiano	h	4,61	m	peso medio per unità di area coperta
peso specifico medio della muratura	p_m	2,00	t/mc	$q = \frac{(A + B) \cdot h}{A_t} \cdot p_m + p_s =$ 1,7722
carico permanente sul solaio	p_s	0,20	t/mq	

rapporto C tra il taglio ultimo a livello del piano di verifica ed il peso P dell'edificio sovrastante

$$C = \frac{\alpha_0 \cdot \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot \alpha_0 \cdot \tau_k \cdot (1 + \gamma)}} = \mathbf{0,185}$$

coefficiente \check{C} di riferimento secondo la categoria sismica di zona (DM 2.7.81)

$$\check{C} = \mathbf{0,16} \quad (0.4 \mid 0.28 \mid 0.16)$$

$$\alpha = C / \check{C} = \mathbf{1,15}$$

13. configurazione planimetrica

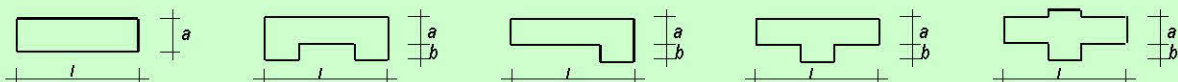
piano di verifica n. **P1**

classe A B C D

- A - $\beta_1 \geq 80$ $\beta_2 \leq 10$
- B - $60 \leq \beta_1 < 80$ $10 < \beta_2 \leq 20$
- C - $40 \leq \beta_1 < 60$ $20 < \beta_2 \leq 30$
- D - $\beta_1 < 40$ $\beta_2 > 30$

rapporto percentuale $\beta_1 = a/l \cdot 100$ **63,0 %**

rapporto percentuale $\beta_2 = b/l \cdot 100$ **25,0 %**



14. posizione dell'edificio e fondazioni

classe A B C D

A - Edificio su roccia con pendenza $p \leq 10\%$;

Edificio su terreno sciolto non spingente con $p \leq 10\%$ e piano delle fondazioni ad un'unica quota

B - Edificio su roccia con $10\% < p < 30\%$; Edificio su terreno sciolto con Δh fra le quote di imposta delle fondazioni o $h \leq 1\text{m}$ ed in assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni che verificano anche una delle seguenti condizioni:

- terreno con $p < 10\%$ ma Δh diversa da zero
- edificio con fondazioni e terreno con $10\% < p < 30\%$
- edificio senza fondazioni e terreno con $10\% < p < 20\%$

C - Edificio su roccia con $30\% < p < 50\%$; Edificio su terreno sciolto con $\Delta h \leq 1\text{m}$ che verifica una delle seguenti condizioni:

- assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio ha fondazioni e il terreno ha $30\% < p < 50\%$
- assenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio non ha fondazioni e il terreno ha $20\% < p < 30\%$
- presenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio ha fondazioni e il terreno ha $p < 50\%$
- presenza di spinte non equilibrate dovute a terrapieni, l'edificio non ha fondazioni e il terreno ha $p < 30\%$

D - Edificio su terreno o roccia con $p > 50\%$; Edificio su terreno sciolto con $\Delta h > 1\text{m}$;

Edificio senza fondazioni su terreno sciolti con $p > 50\%$

pendenza percentuale del terreno p % differenza massima di quota delle fondazioni Δh m

fondazioni su strati di roccia terreno sciolto non spingente terreno sciolto spingente

15. orizzontamenti

classe A B C D

A - Edificio con orizzontamenti di qualsiasi natura purché questi soddisfino a tre condizioni:

- deformabilità, nel piano del solaio, trascurabile
- collegamenti efficaci fra orizzontamento e parete
- assenza di piani sfalsati

B - Edificio con orizzontamenti come per la classe precedente ma che non soddisfano alla condizione c.

C - Edificio con orizzontamenti dotati di deformabilità nel piano significativa purché ben collegati alle pareti

D - Edificio con orizzontamenti di qualsiasi natura mal collegati alle pareti

orizzontamenti rigidi e ben collegati orizzontamenti deformabili e ben collegati
 orizzontamenti rigidi e mal collegati orizzontamenti deformabili e mal collegati
 piani sfalsati percentuale orizzontamenti rigidi e ben collegati %

16. configurazione in elevazione

classe A B C D

A - Edificio con distribuzione di masse e di elementi resistenti praticamente uniforme su tutta l'altezza;

Edificio con massa ed elementi resistenti decrescenti con continuità;
Edificio che presenta arretramenti comportanti una riduzione dell'area di pianta inferiore al 10%

B - Edificio con porticati e loggiati di modeste dimensioni, tali da interessare meno o al più il 10% dell'area totale del piano;

Edificio con arretramenti comportanti una diminuzione dell'area della pianta maggiore del 10% ed inferiore o uguale al 20%;
Edificio con torrette o torri di altezza inferiore al 10% dell'altezza totale dell'edificio

C - Edificio con porticati o loggiati tali da interessare una superficie maggiore al 10% ed inferiore o uguale al 20% del piano;

Edificio con arretramenti comportanti riduzioni dell'area di piano maggiori del 20%;
Edificio con torrette o torri di altezza superiore al 10% ed inferiore o uguale al 40% dell'altezza totale dell'edificio

D - Edificio con porticati o loggiati che interessano più del 20% dell'area totale del piano;

Edificio con torri di altezza superiore al 40% dell'altezza totale dell'edificio

rapporto percentuale T/H (torri/altezza) %

17. distanza massima tra le murature

classe A B C D

A - Edificio con rapporto interasse/spessore non superiore a 15

B - Edificio con rapporto interasse/spessore maggiore di 15 e non superiore a 18

C - Edificio con rapporto interasse/spessore maggiore di 18 e non superiore a 25

A - Edificio con rapporto interasse/spessore superiore a 25

rapporto massimo l/s (interasse/spessore) %

18. coperture

classe A B C D

A - Edificio con copertura non spingente provvisto di cordoli di sottotetto e/o catene

B - Edificio con copertura non spingente ma privo sia di cordolo di sottotetto che di catene;

Edificio con copertura poco spingente provvisto di cordolo di sottotetto e/o catene

C - Edificio con copertura poco spingente privo sia di cordolo di sottotetto che di catene;

Edificio con copertura spingente ma provvisto di cordolo di sottotetto e/o catene

D - Edificio con copertura spingente privo sia di cordolo di sottotetto che di catene

19. elementi non strutturali

classe A C D

A - Edificio privo di infissi, appendici o aggetti o controsoffitti ;

*Edificio con infissi ben collegati, con cornicioni di piccole dimensioni e peso modesto, con controsoffitti ben collegati ;
Edificio con balconi costituenti parte integrante delle strutture degli orizzontamenti*

C - Edificio con infissi esterni o insegne di piccole dimensioni mal vincolate alle pareti e con controsoffitti di piccola estensione mal collegati ovvero di grande estensione e ben collegati

*D - Edificio che presenta: cornicioni o altre appendici in copertura mal vincolate alla struttura, parapetti di cattiva esecuzione o altri elementi di peso significativo che possono crollare in caso di terremoto ;
Edificio con balconi o altri aggetti (servizi, ecc.) aggiunti in epoca successiva alla costruzione della struttura principale e ad essa collegati in modo sommario ;
Edificio con controsoffitti di grande estensione e mal collegati*

20. stato di fatto

classe A B C D

A - Murature in buone condizioni senza lesioni visibili

B - Edificio che presenta lesioni capillari non diffuse, ad eccezione di casi in cui queste siano state prodotte da terremoti

*C - Edificio con lesioni di media entità (ampiezza della lesione: 2-3 mm) o con lesioni capillari di origine sismica ;
Edificio che, pur non presentando lesioni, è caratterizzato da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una significativa diminuzione di resistenza*

*D - Edificio che presenta pareti fuori piombo e/o lesioni gravi anche se non diffuse ;
Edificio caratterizzato da grave deterioramento dei materiali
Edificio che, pur non presentando lesioni, è caratterizzato da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una grave diminuzione di resistenza*

DIAGNOSTICA DEL RISCHIO SISMICO

parametro	classe	punteggio	
10	D	4	<p><i>i. Calcolo dello scarto quadratico medio</i> $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (v_i - v_m)^2}{n-1}}$</p> <p><i>ii. Individuazione del coefficiente di riduzione α</i></p> <p style="margin-left: 20px;"> $\alpha = 1$ se $\sigma \leq 0.5$ $\alpha =$ 0.875 se $0.5 < \sigma \leq 1$ $\alpha =$ 0.750 se $\sigma > 1$ </p> <p><i>iii. Individuazione del giudizio di vulnerabilità sismica $\alpha * V_p$</i> . se il risultato è minore di 17 la diagnosi preliminare rientra nel giudizio A; . se il risultato è compreso tra 17 e 26 la diagnosi rientra nel g</p>
11	B	2	
12	A	1	
13	B	2	
14	D	4	
15	C	3	
16	A	1	
17	A	1	
18	D	4	
19	D	4	
20	C	3	

punteggio totale V_p 29	valore medio V_m 2,64	scarto quadratico medio σ 1,2863	coefficiente di riduzione α 0,750	vulnerabilità sismica $\alpha * V_p$ 21,8
--	--	--	---	--

Giudizio A

L'edificio non presenta significativi livelli di rischio nei confronti di sollecitazioni sismiche. Il progetto di intervento, senza comunque escludere un'analisi globale dell'intero edificio, si limiterà probabilmente ad operazioni di miglioramento o di adeguamento localizzate su poche parti o su pochi elementi strutturali dell'organismo edilizio.

Giudizio B

L'edificio presenta un modesto livello di rischio nei confronti di sollecitazioni sismiche, che interessa uno o più elementi costruttivi contemporaneamente. Nella redazione del progetto di intervento, la verifica globale dell'intero organismo edilizio acquisterà un'importanza considerevole.

Giudizio C

L'edificio versa in una situazione particolarmente delicata che lo interessa in più elementi costruttivi, con livelli di rischio medio-alto. Il progetto dovrà individuare interventi che coinvolgeranno l'edificio nella sua globalità.

Giudizio D

L'edificio versa in una situazione particolarmente critica. L'elevato livello di rischio, pur lasciando ad un'analisi più accurata dello stato di fatto qualsiasi valutazione definitiva, impone un'attenta valutazione delle modalità di intervento che potranno anche mettere in discussione l'opportunità di un intervento di recupero.