



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Ministero dello
Sviluppo Economico



*La vulnerabilità
energetico-strutturale
dei condomini*
Bari, 26 Marzo 2019



CONDOMINI+ 4.0

INDAGINE STRUTTURALE

(G.Buffarini; P. Clemente; A.Marzo; C.Triepi)

Concetta Triepi, PhD

Ingegnere Strutturista

Laboratorio Tecnologie per la Dinamica delle Strutture e la Prevenzione del Rischio Sismico e Idrogeologico, ENEA



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



Non è sostenibile

realizzare strutture tecnologicamente avanzate ma non sicure

- Anche un sisma di medio-bassa intensità può danneggiarle e vanificare gli interventi di efficientamento

Sono sostenibili

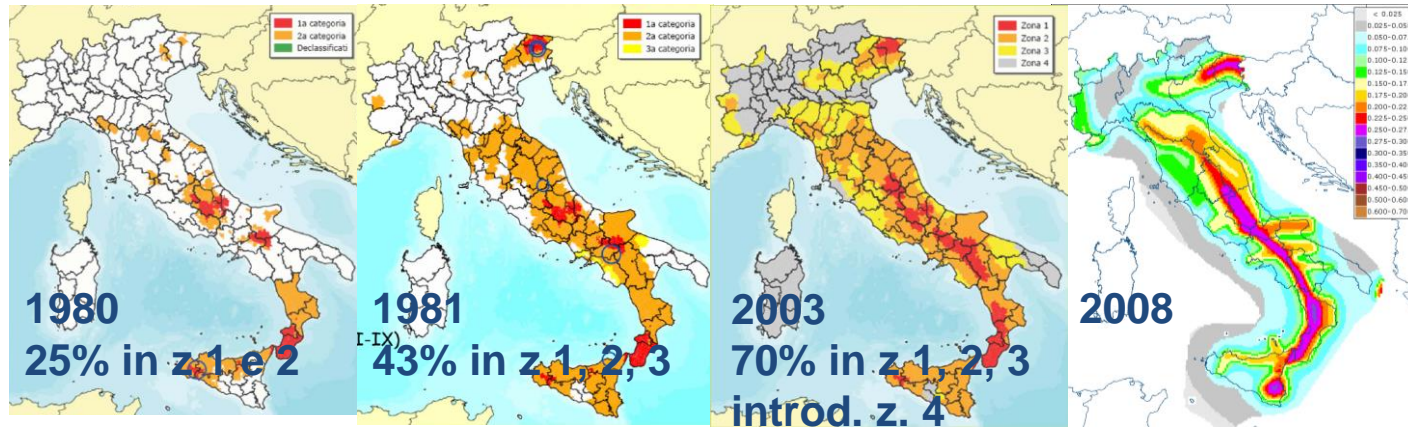
- Edifici nuovi progettati seguendo i principi della sicurezza e dell'efficienza
- Edifici esistenti sui quali gli interventi di miglioramento della sicurezza e dell'efficienza siano programmati ed eseguiti in maniera organica

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

QUALITA' DEL PATRIMONIO COSTRUITO IN ITALIA =

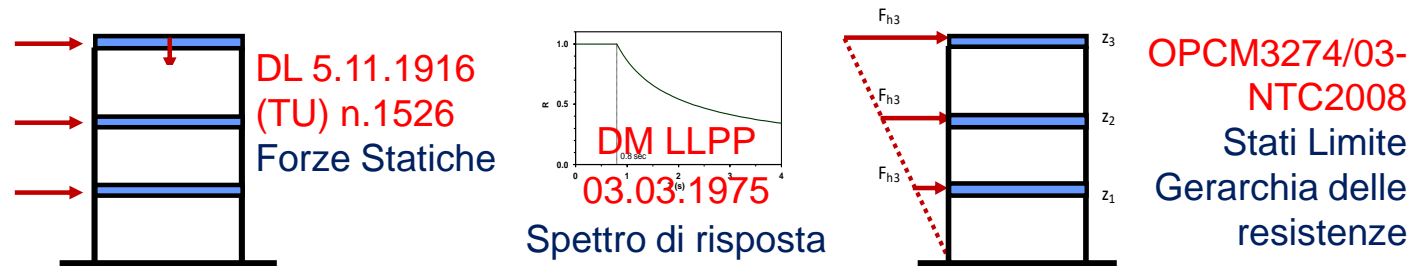
Evoluzione della classificazione sismica

+



Evoluzione della normativa tecnica

+



Età delle costruzioni

- > **50 anni** per gran parte degli edifici, per lo più costruite **dopo eventi eccezionali** (guerre, terremoti) quindi edificate in fretta, senza adeguati controlli, con sistemi e materiali scadenti

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

ELABORAZIONE DELLE SCHEDE GNDT E DEL METODO BENEDETTI-PETRINI



SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (MURATURA)

PARAMETRI	Clas- si	Qual. inf.
1 TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	14	24
2 QUALITA' DEL S.R.	14	24
3 RESISTENZA CONVENZIONALE	14	24
4 POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	17	28
5 ORIZZONTAMENTI	18	28
6 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	30
7 CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	20	31
M8 D _{max} MURATURE	21	32
M9 COPERTURA	22	33
10 EL. NON STRUTT.	23	34
11 STATO DI FATTO	24	35

SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (CEMENTO ARMATO)

PARAMETRI	Clas- si	Qual. inf.
1 TIPO DI ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	14	24
2 QUALITA' DEL S.R.	14	24
3 RESISTENZA CONVENZIONALE	14	24
4 POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	17	28
5 ORIZZONTAMENTI	18	28
6 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	30
7 CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	20	31
C8 COLLEGAMENTI ED ELEMENTI CRITICI		
C9 ELEM. BASSA DUTT		
10 EL. NON STRUTT.		
11 STATO DI FATTO		
12 Struttura a telai piani o		

SCHEMI - RICHIAMI (CEMENTO ARMATO)

Parametro 3. Resistenza convenzionale

Minimo fra A_x e A_y , A

Coefficiente $a_{0x}, A/A_x$

$q = (A_x + A_y) \cdot h \cdot \rho_w / A_x + p_w$

$C = a_0 \cdot \gamma_d(\alpha, N)$ $\phi = C/(0.4 \cdot R)$

Calcolo di R

Terr. tipo S₁: $R = 2.0$ (T=0.35 s)

Terr. tipo S₂: $R = 2.2$ (T=0.8 s)

$R = 2.2 / (T/0.8)^{0.7}$ (T>0.8 s)

Parametro 6. Configurazione planimetrica

$e=0$ (cl. A)

$e_1/e_2=0.08$ (cl. A)

$e_1/e_2=0.28$ (cl. B)

$e_1/e_2=0.40$ (cl. C)

$e_1/e_2=0.43$ (cl. C)

Parametro 7. Configurazione in elevazione

% aumento (+) / riduz. (-) di massa

Rapp. perc T/H

Var. in elev. s.r.

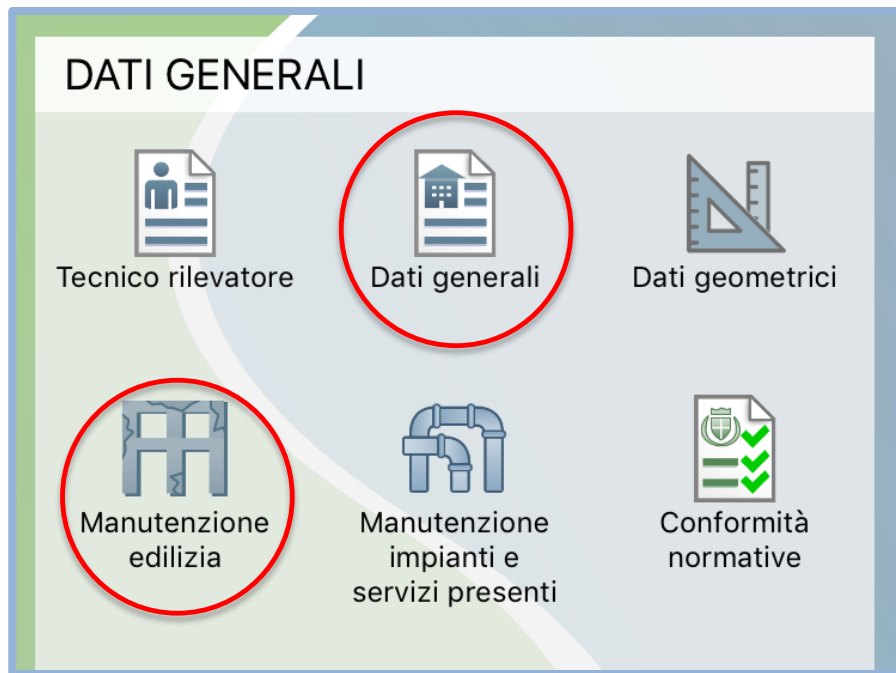
Piano terra port.

PARAMETRO	CLASSE			CV	PESO	INDICE GLOBALE DI VULNERABILITA'
	A	B	C			
1 Tipo ed org. del sistema res.	0	5	20	45	1.00	$V = \sum_{i=1}^{11} C_{vi} \cdot p_i$ $0 \leq V \leq 382.5$ Indice normalizzato $0 \leq V' \leq 100$
2 Qualità del sistema resistente	0	5	25	45	.25	
3 Resistenza convenzionale	0	5	25	45	1.05	
4 Posizione edificio e fondaz.	0	5	15	45	.75	
5 Orizzontamenti	0	5	25	45	Variab.	
6 Configurazione planimetrica	0	5	25	45	.50	
7 Configurazione in elevazione	0	5	25	45	Variab.	
8 Distanza massima murature	0	5	25	45	.25	
9 Coperture	0	15	25	45	Variab.	
10 Elementi non strutturali	0	0	25	45	.25	
11 Stato di fatto	0	5	25	45	1.00	

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

DATI GENERALI

Area comune al Rilievo Energetico e Strutturale



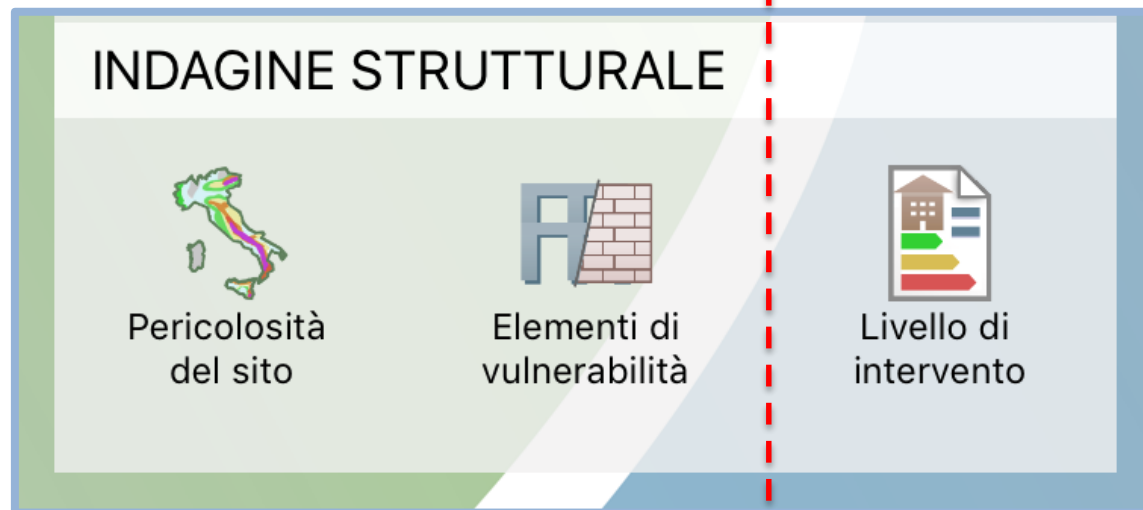
Dati generali

Tra le informazioni da inserire vi è il **Comune** in cui è ubicato l'edificio, da cui verrà ricavata la Pericolosità Sismica di base.

Manutenzione edilizia

Tra le informazioni da inserire vi è la **Tipologia Costruttiva**, settata la quale verrà attivata la sezione **Cemento Armato** o **Muratura**

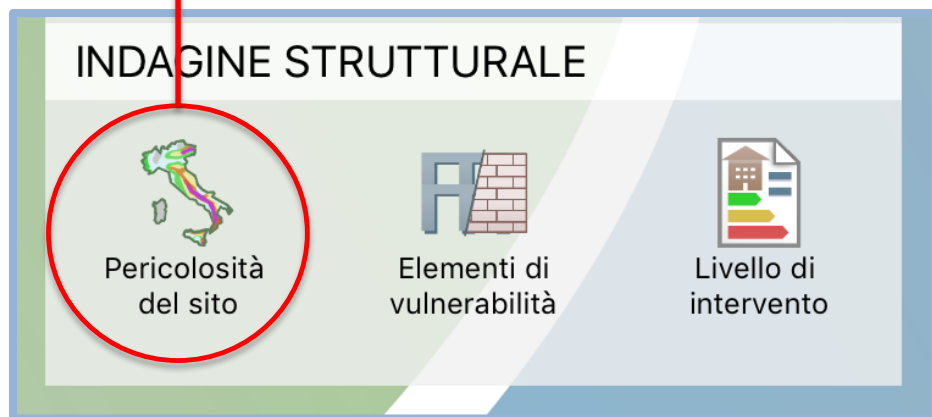
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



Inserimento delle informazioni di carattere specificatamente strutturale

Risultato dell'indagine strutturale

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



Annulla PERICOLOSITA' SITO Salva

Zona sismica

Zona 1

Sono disponibili informazioni geologiche

Categoria di Sottosuolo

A

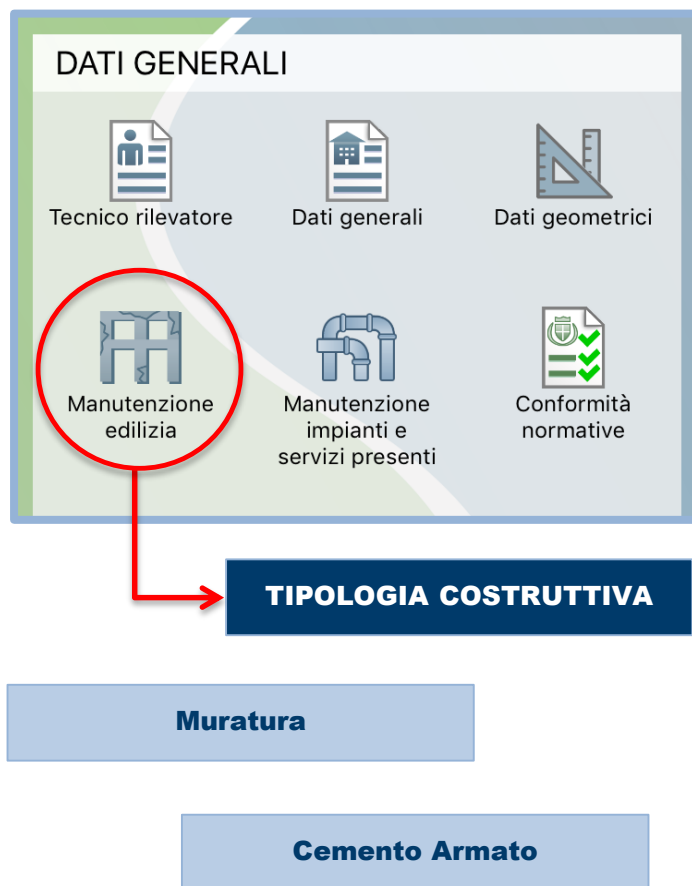
Categoria Topografica

T1

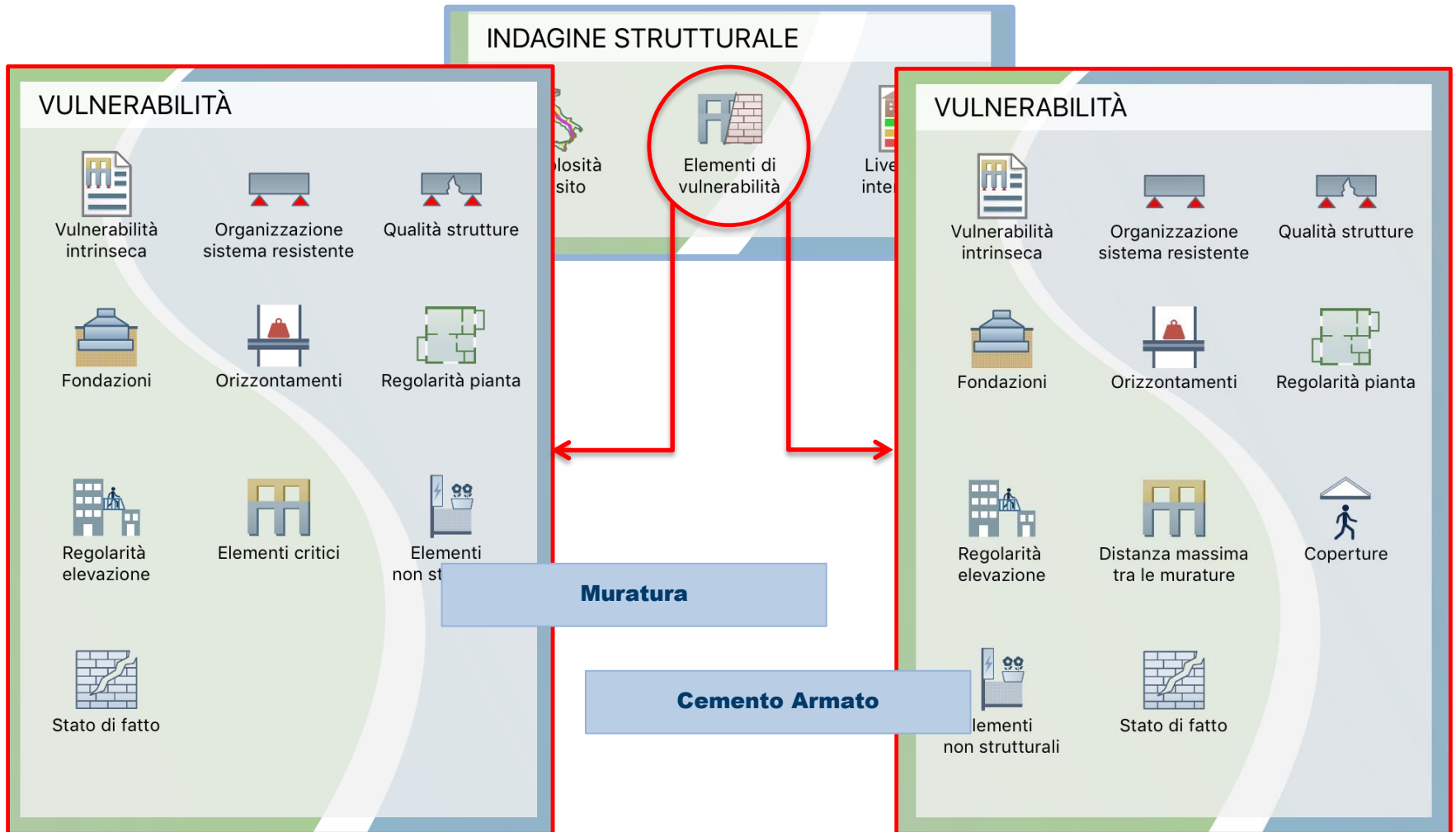
Il carattere speditivo della presente analisi non include indagini finalizzate al rilevamento dell'eventuale rischio di liquefazione che dovrà dunque essere opportunamente investigato in sede di valutazione di Vulnerabilità sismica ai sensi della Norma vigente.

- La **Zona sismica** è direttamente assegnata a partire dal **Comune** indicato nella sezione **Dati Generali**.

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



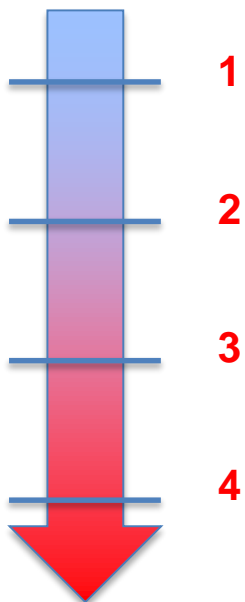
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 1: VULNERABILITA' INTRINSECA

In questa sezione viene acquisita la storia progettuale dell'edificio, registrata la disponibilità della documentazione relativa e l'eventuale presenza di struttura prefabbricata.

LIVELLO DI INTERVENTO



Annulla VULNERABILITÀ INTRINSECA... Salva

Normativa di riferimento all'epoca di realizzazione dell'opera
-

Normativa di riferimento per eventuali modifiche o trasformazioni
-

È documentata in modo certo l'epoca di progettazione e/o è disponibile la relazione di calcolo dell'edificio o degli interventi effettuati

Documentazione tecnica di progetto

Documentazione tecnica degli interventi

La struttura è prefabbricata

Sono stati effettuati cambi di destinazione d'uso o modifiche funzionali degli ambienti (modifiche che hanno indotto un incremento dei carichi agenti) o trasformazioni (interventi, ampliamenti, sopraelevazioni...)?

Tipo di cambio o modifica

Data della modifica

Calcola il livello

Livello 4

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

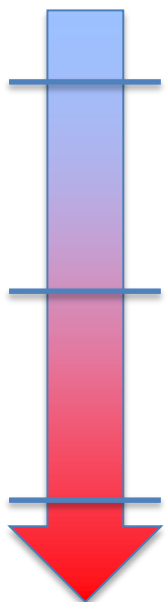


Organizzazione sistema resistente

SEZ 2: ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE

In questa sezione viene valutata la bidirezionalità degli elementi resistenti verticali, la presenza e l'efficacia dei collegamenti tra di essi, la presenza di evidenti anomalie strutturali e l'eventuale collocazione dell'edificio in aggregato.

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

Cemento Armato

Sono presenti telai portanti in entrambe le direzioni

Sono presenti evidenti anomalie strutturali (es.: pilastri in falso, sbalzi oltre i 2 metri, dimensioni dei pilastri inferiori a 30 cm e altri aspetti macroscopici)

L'edificio fa parte di un aggregato strutturale

Posizione

Terminale

Calcola il livello

Livello 2

Muratura

Tipologia strutturale

Muri portanti in due direzioni ortogonali, am...

Sono presenti catene o cerchiature ortogonali alla direzione dei solai

Sono presenti evidenti anomalie strutturali (es.: maschi a doppia altezza snelli, aperture non allineate, nicchie per contatori, spessori inferiori a 30cm)

L'edificio fa parte di un aggregato strutturale

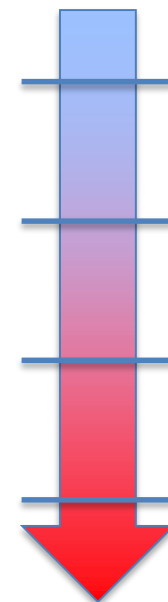
Posizione

Terminale

Calcola il livello

Livello 2

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

4

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



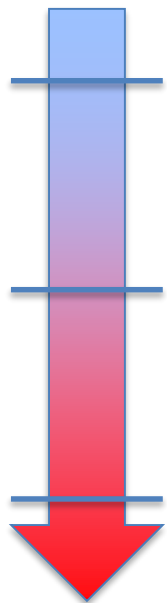
SEZ 3: QUALITA' STRUTTURE

In questa sezione viene valutata la qualità del materiale costituente la struttura.

Nella valutazione incidono:

- aspetti ancora riconoscibili riguardo la messa in opera del cemento armato;
- tipologia degli elementi costituenti, qualità del materiale e omogeneità della tessitura nel caso della muratura.

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

Cemento Armato

Calcestruzzo di buona consistenza e qualità

Le riprese di getto sono appena visibili e ben eseguite

Barre di armatura ben ricoperte e disposte

Le informazioni disponibili escludono cattive modalità esecutive e/o procedimenti o scelte progettuali errate

Calcola il livello

Livello 3

Muratura

Tipologia costruttiva

Muratura in laterizio

Muratura di buona qualità

Muratura omogenea per tutta l'estensione

Presenza di collegamenti trasversali tra i fogli

Presenza di interventi di consolidamento della muratura

Calcola il livello

Livello 4

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

4

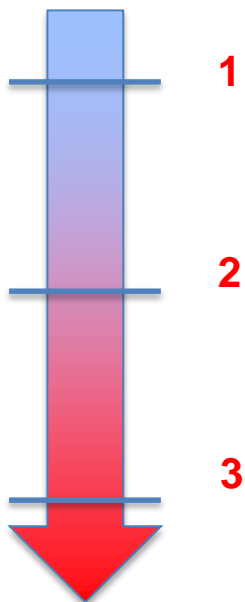
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 4: FONDAZIONI

In questa sezione vengono acquisiti i dati riconoscibili o documentabili sulle fondazioni e sull'insieme terreno-struttura.

LIVELLO DI INTERVENTO



Cemento Armato

Muratura

Sono disponibili prove e/o documenti geotecnici

Tipo di terreno
Terreni rocciosi ▼

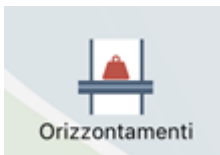
Tipo di fondazione
Plinti isolati ▼

Fondazioni a quote diverse

Calcola il livello

Livello 3 ▼

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

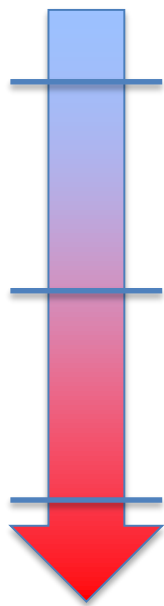


SEZ 5: ORIZZONTAMENTI

Nel criterio di valutazione viene giudicata la capacità degli orizzontamenti di trasmettere efficacemente le azioni orizzontali alla struttura portante, analizzando:

- funzionamento a lastra ed elevata rigidità per deformazioni nel piano;
- collegamento agli elementi resistenti verticali.

LIVELLO DI INTERVENTO



1
2
3

Cemento Armato

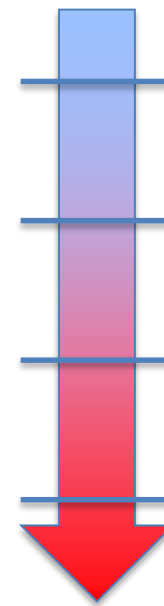
Sono presenti piani sfalsati

Tipologia di travetti
Gettati in opera con le travi

Calcola il livello

Livello 3

LIVELLO DI INTERVENTO



1
2
3
4

Muratura

Sono presenti piani sfalsati

Tipologia di orizzontamenti
Rigidi e ben collegati comprese volte con cat...

Percentuale di orizzontamenti rigidi e ben collegati (%)

Calcola il livello

Livello 4

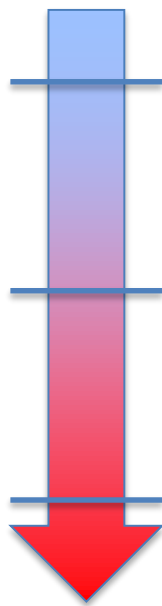
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 6: REGOLARITA' IN PIANTA

Nel criterio di valutazione viene valutato il possibile innesco di effetti torsionali, con concentrazione di sforzi ed elevata richiesta di duttilità negli elementi resistenti verticali.

LIVELLO DI INTERVENTO



1
2
3

Cemento Armato

Forma in pianta più simile all'edificio
c

Lato minore del corpo principale dell'edificio a (m)
12

Lato maggiore del corpo principale dell'edificio l (m)
34

Sono presenti appendici sporgenti in pianta

Larghezza sporgenza c (m)
6

Sporgenza dell'appendice b (m)
2

Calcola il livello

Livello 2

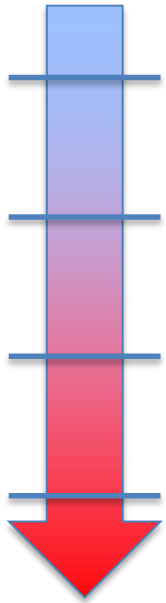
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 6: REGOLARITA' IN PIANTA

Nel criterio di valutazione viene valutato il possibile innesco di effetti torsionali, con concentrazione di sforzi ed elevata richiesta di duttilità negli elementi resistenti verticali.

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

4

Muratura

Forma in pianta più simile all'edificio

D

Lato minore del corpo principale (m)

Lato maggiore del corpo principale (m)

Sporgenza rispetto al corpo principale (m)

Calcola il livello

Livello 4

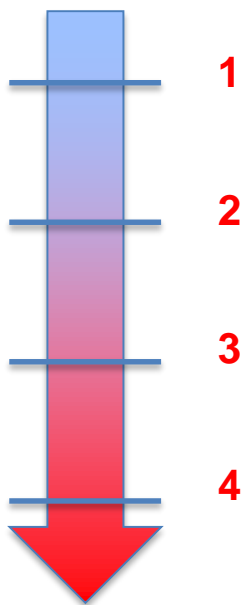
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 7: REGOLARITA' IN ELEVAZIONE

In questa sezione si vuole valutare il possibile innesco di comportamenti dinamici anomali con concentrazione di sollecitazioni in particolari zone interessate da variazioni lungo l'altezza dell'edificio.

LIVELLO DI INTERVENTO



Cemento Armato

Muratura

È presente una variazione di geometria tra impalcati

Variazione percentuale dell'area in pianta (valori positivi per incrementi) (%)

25

Calcola il livello

Livello 4

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE

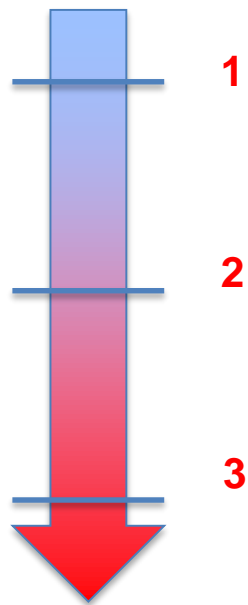
SEZ 8 CA: ELEMENTI CRITICI

La valutazione tiene conto dei casi in cui il comportamento dell'edificio o di parti di esso è reso critico da elementi fragili e/o notevolmente rigidi e poco duttili.



Elementi critici

LIVELLO DI INTERVENTO



Cemento Armato

Altezza elemento più corto h (m)

Altezza degli altri elementi H (m)

Calcola il livello

Livello 3

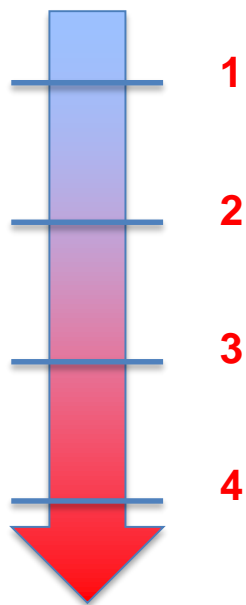
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 8 MUR: DISTANZA MASSIMA TRA LE MURATURE

La valutazione tiene conto delle eccessive deformabilità dei solai e dei possibili effetti di ribaltamento per i muri portanti principali causati dalle non efficace azione di vincolo esercitata sui di essi dai muri trasversali.

LIVELLO DI INTERVENTO



Muratura

Spessore medio dei muri s (m)

Luce massima riscontrata i (m)

[Calcola il livello](#)

Livello 3

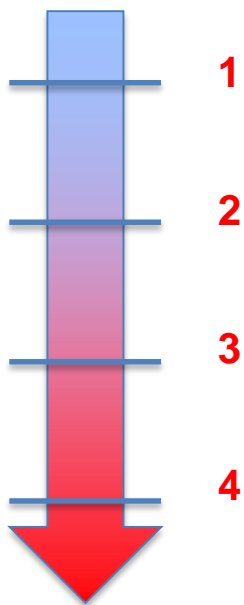
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 9 MUR: COPERTURE

Viene valutata la natura spingente delle coperture determinata per analogia con alcuni schemi proposti.

LIVELLO DI INTERVENTO



Muratura

(A)

(B)

(C)

Tipologia di copertura
A

Cordoli in copertura

Catene in copertura

Calcola il livello

Livello 4

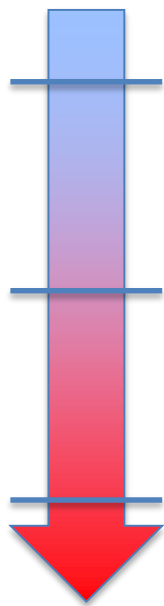
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 9 CA, SEZ 10 MUR: ELEMENTI NON STRUTTURALI

In questa sezione si valuta la presenza di elementi non strutturali che, se non adeguatamente vincolati, possono crollare o innescare interazioni dinamiche negative a danno delle componenti strutturali.

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

Cemento Armato

Muratura

Sono presenti elementi non strutturali esterni

Gli elementi non strutturali esterni sono ben collegati o sono stabili per azioni sismiche

Incidenza percentuale degli elementi non strutturali sul perimetro esterno della struttura %

35

Sono presenti elementi non strutturali interni

Gli elementi non strutturali interni sono collegati o sono stabili per azioni sismiche

Incidenza percentuale degli elementi non strutturali sulla superficie interna della struttura %

80

Calcola il livello

Livello 3

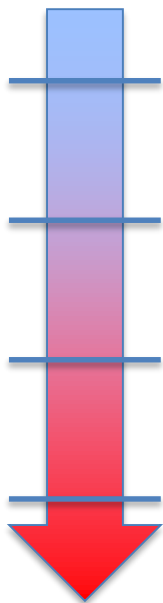
CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



SEZ 10 CA, SEZ 11 MUR: STATO DI FATTO

Viene valutata la presenza di lesioni, ammaloramenti e problematiche in fondazione evidenti. Eventi sismici precedenti subiti dalla struttura, di intensità pari a quello di progetto, si ritengono rappresentativi di uno stato già collaudato.

LIVELLO DI INTERVENTO



1

2

3

4

Cemento Armato

Muratura

Presenza di lesioni per gli elementi resistenti in elevazione

Assenti

Presenza di ammaloramenti (rigonfiamenti do...

Presenti

Effetti da azioni eccezionali o sisma pari a quello di progetto



Sono presenti problematiche in fondazione



Sono presenti problematiche agli elementi strutturali o non strutturali che richiedano azioni immediate di messa in sicurezza



Problematica e tipo di intervento proposto

distacco dei controsoffitti

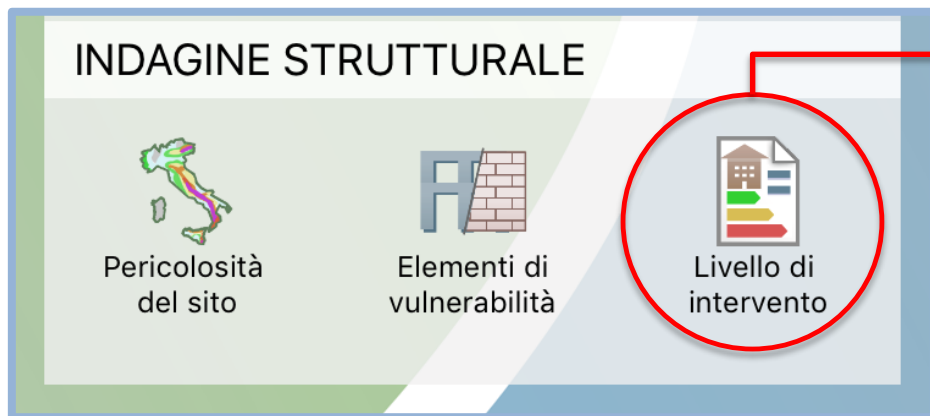
Sono presenti problematiche riguardanti le azioni gravitazionali, quali ad esempio evidenze di deformabilità eccessiva dei solai, perdita di forma nelle volte, sfondellamenti dei solai, ...



Calcola il livello

Livello 3

CONDOMINI+ 4.0 INDAGINE STRUTTURALE



Descrizione del livello di intervento atteso :

Sono presenti gravi elementi di vulnerabilità per gli aspetti:

- Vulnerabilità intrinseca
- Qualità strutture
- Regolarità elevazione
- Elementi critici
- Elementi non strutturali
- Stato di fatto

per l'eliminazione dei quali è raccomandato sia un approfondimento di indagine, sia un intervento di miglioramento/adeguamento secondo la norma vigente. Si ritiene necessario procedere alla verifica di vulnerabilità della struttura per una valutazione della sicurezza secondo la norma vigente pre e post operam.

+
Zona sismica =

Livello priorità atteso : **5**

$\alpha, \beta, \chi, \delta, \epsilon, \phi, \gamma$

Annulla **LIVELLO di INTERVENTO** Salva

		Livello
<input type="checkbox"/>	Vulnerabilità	
<input checked="" type="checkbox"/>	Vulnerabilità intrinseca	4
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Qualità strutture	3
<input checked="" type="checkbox"/>	Fondazioni	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Orizzontamenti	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Regolarità pianta	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Regolarità elevazione	4
<input checked="" type="checkbox"/>	Bassa duttilità	3
<input checked="" type="checkbox"/>	Elementi non strutturali	3
<input checked="" type="checkbox"/>	Stato di fatto	3

Calcola il livello di intervento

Concetta Tripepi
concetta.tripepi@enea.it



```
1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000
```

