

Corso di aggiornamento
Progettazione strutturale e
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Verifica sismica di edifici esistenti in c.a.

3 - Esempio, progetto simulato e rilievo

Spoletto
24-26 maggio 2012
Aurelio Ghersi

Esempio

- Per mostrare concretamente l'applicazione dei concetti che vengono via via esposti si è preso in esame un edificio fittizio, ma che può essere rappresentativo di situazioni reali
- Le elaborazioni numeriche relative all'esempio sono riportate nella documentazione allegata
 - Si veda la cartella "2-Analisi 2010", nonché la cartella "Tesi Matarazzo" in "4-documentazione CT"
 - Il materiale è stato aggiornato per questo corso. Si veda la cartella "Analisi 2012"

Edificio esistente da esaminare

- Edificio destinato ad abitazione
- Numero di impalcati: 6
- Epoca di costruzione: fine anni '70
- Terreno: abbastanza compatto (suolo B)
- Classificazione sismica
 - All'epoca di costruzione: nessuna
 - Oggi: media sismicità

T_i [anni]	a_g [g]	F_a	T_C^* [s]
30	0.061	2.360	0.280
50	0.082	2.316	0.292
475	0.250	2.410	0.360
975	0.339	2.445	0.383

Edificio esistente da esaminare

- Dati disponibili:
 - Non esistono elaborati progettuali
 - Non esistono certificati di prova su materiali
- Obiettivo: grado di conoscenza adeguato (LC2)

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ

Verifiche estese	Rilievo (dei dettagli costruttivi) \rightarrow La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 33% degli elementi	Prove (sui materiali) \rightarrow 2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Conoscenza dell'edificio

Non è stato recuperato il progetto

Geometria:

- Si effettua un rilievo completo

Dettagli costruttivi:

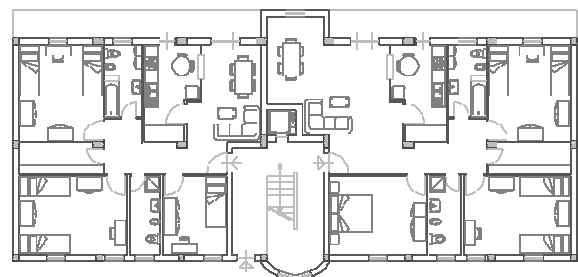
- Si fa un progetto simulato (per avere un'idea)
- Si fa un rilievo esteso

Materiali:

- Si fanno estese prove in situ

Grado di conoscenza: LC2

Rilievo dell'edificio



Piano terra

Rilievo dell'edificio

Piano tipo

Piano tipo

Rilievo dell'edificio



The diagram shows a symmetrical floor plan of a building. At the top is a small rectangular room with a window and a door. Below this is a central staircase with a landing. The staircase is flanked by two small, semi-circular protrusions, each with a door. The entire building is enclosed within a large rectangular frame.

Copertura

Copertura

Rilievo dell'edificio

Carpenter

Carichi unitari e materiali

Carichi unitari:

Elemento	g_k	q_k	$g_k + q_k$
So'lato (kN/m ²)	5,00	2,00	7,00
Solai (kN/m ²)	4,00	4,00	8,00
Trave (kN/m)	3,50	-	3,50
Tamponature (kN/m)	7,00	-	7,00

Materiali: di progetto

- Calcestruzzo - $R_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 $\bar{\sigma}_c = 8.5 \text{ MPa}$
- Acciaio - FeB38k
 $\bar{\sigma}_s = 215 \text{ MPa}$

File Edificio.xls - foglio Mater e CarUnit

Elemento	g_x	g_z	$g_x + g_z$
So/aio (kN/m ²)	5.00	2.00	7.00
Sbalzo (kN/m ²)	4.00	4.00	8.00
Trave (kN/m)	3.50	-	3.50
Temperatura (kN/m)	7.00	-	7.00

File Edificio.xls - foglio Mater e CarUnit

[illegible][illegible]

File Edificio.xls - foglio Carico pil

Progetto simulato

Carico sui pilastri

Pilastrata	Piano	Scarico al piano [kN]
1	6	81.5
	1-5	113.0
9	6	110.0
	1-5	150.3
17	6	57.5
	1-5	89.0
2,3,4	6	139.9
	1-5	169.6
10,11,12	6	178.1
	1-5	178.1
18,19,20	6	90.8
	1-5	118.8

File Edificio.xls - foglio Carico pil

Pilastrata	Piano	Scarico al piano [kN]
1	6	81.5
	1-5	113.0
9	6	110.0
	1-5	150.3
17	6	57.5
	1-5	89.0
2,3,4	6	139.9
	1-5	169.6
10,11,12	6	178.1
	1-5	178.1
18,19,20	6	90.8
	1-5	118.8

File Edificio.xls - foglio Carico pil

Progetto simulato

Pilastri: sezione e armature

1											
N		N		Δc_{rec}		b		h		Δc_o	
81.5		81.5		126		30		30		900	
6		113.0		194.6		30		30		900	
4		113.0		303		30		30		900	
4		113.0		307.5		474		30		900	
3		113.0		420.5		648		30		900	
2		113.0		523.5		623		30		900	
2		113.0		623		30		30		900	
1		113.0		646.5		957		40		1200	
<div> $A_{c,rec} = \frac{N}{(1+n\rho)0.7\bar{c}_c}$ </div>											
n		n		Δc_{rec}		b		h		Δc_o	
116.0		116.0		170		30		30		900	
6		150.3		260.3		471		30		900	
5		150.3		410.5		623		30		900	
4		150.3		560.9		865		30		900	
3		150.3		711.2		1017		40		1200	
2		150.3		861.5		1308		60		1500	
<div> $A_s = 0.006 A_{c,rec}$ $A_s = 0.003 A_{c,rec}$ </div>											

File Edificio.xls - foglio Pilastri

Progetto simulato

Pilastri: sezione e armature

piano	pilastro 1			pilastro 9			pilastro 17		
	progetto sezione A_1	rilievo sezione A_2		progetto sezione A_3	rilievo sezione A_4		progetto sezione A_5	rilievo sezione A_6	
6	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×12	
5	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×12	
4	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×12	
3	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×12	
2	30×30	42×14		30×40	62×14		30×30	42×14	
1	30×40	62×14		30×50	62×14		30×30	42×14	40×30 62×14

piano	pilastri 2, 3, 4			pilastri 10, 11, 12			pilastri 18, 19, 20		
	progetto sezione A_1	rilievo sezione A_2		progetto sezione A_3	rilievo sezione A_4		progetto sezione A_5	rilievo sezione A_6	
6	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×12	
5	30×30	42×12		30×30	42×12		30×30	42×14	
4	30×30	42×14	30×30 42×14	30×30	42×14	30×30 42×14	30×30	42×12	
3	40×30	42×30	40×30	40×30	62×14	40×30	62×14	40×30	42×12
2	50×30	62×14	50×30 62×14	50×30	62×14	50×30 62×14	30×30	42×14	
1	60×30	62×14		60×30	62×14	60×30 62×14	40×30	52×14	

File Edificio.xls - foglio Pilastri

Discordanze progetto-rilievo

Progetto simulato

Carico sulle travi

Valutato per area (larghezza) di influenza

		siom	5,6	5,7	3,5	7,0
		max	7,0	8,0	3,5	7,0
trave		sollaro	sollaro	sollaro	trave	trave
1-4	ultimo	siom	2,5	5,5	1,0	7,0
		max	2,5	7,0	1,0	7,0
	alta	siom	2,5	5,6	1,5	7,0
		max	2,5	7,0	1,0	7,0
9-12	ultimo	siom	5,6	6,6	0	5,2
		max	5,5	7,0	0	8,0
	alta	siom	5,6	6,6	0	5,2
		max	5,5	7,0	0	8,0
17-20	ultimo	siom	2,5	5,6	0	5,2
		max	2,5	7,0	0	8,0
	alta	siom	2,5	5,6	0	5,2
		max	2,5	7,0	0	8,0
1-9-17	ultimo	siom	0,5	5,6	0	5,2
		max	0,5	7,0	0	8,0
	alta	siom	0,5	5,6	0	5,2
		max	0,5	7,0	0	8,0

File Edificio.xls - foglio Carichi tra imp

Progetto simulato

Carico [kN/m]

piano	trave 1-2-3-4	trave 9-10-11-1212	trave 17-18-19-20	trave 1-9-17
6	33.0	42.0	21.0	7.0
1-5	40.0	42.0	28.0	14.0

Calcolo di M

Momenti calcolati come trave continua oppure stimati come $M = \frac{q l^2}{k}$

$$M = \frac{q l^2}{k}$$

$k = 1/24$ $k = 1/10$ $k = 1/12$ $k = 1/16$

File Edificio.xls - foglio Carichi tra imp

Progetto simulato

Travi: momenti flettenti e armature

[illegible]

File Edificio.xls - foglio Travi

Armatura calcolata con $A_s = \frac{M}{0.9 d \bar{\sigma}_s}$

Progetto simulato

Armatura

Trave	Piano	I (M)	(M')	II (M)	(M')	III (M)	(M')	IV (M)	
1-2-3-4	6	sup	-22.0	+37.7	-52.8	+33.0	-44.0	+33.0	-33.0
		med	20.14		40.14		40.14		30.14
		inf	20.14	30.14	20.14	30.14	20.14	30.14	20.14
	1-5	sup	-26.7	+45.7	-64.0	+40.0	-53.3	+40.0	-40.0
		med	20.14		50.14		40.14		30.14
		inf	20.14	40.14	20.14	30.14	20.14	30.14	20.14
9-10-11-12	6	sup	-28.0	+48.0	-67.2	+42.0	-56.0	+42.0	-42.0
		med	20.14		50.14		70.18		60.18
		inf	20.14	40.14	20.14	40.14	20.18	60.18	20.18
	1-5	sup	-28.0	+48.0	67.2	+42.0	56.0	+42.0	-42.0
		med	20.14		50.14		70.18		60.18
		inf	20.14	40.14	20.14	40.14	20.18	60.18	20.18

File Edificio.xls - foglio Travi

Rilievo

I valori forniti dal progetto simulato sono utili per:

- Effettuare un riscontro con le dimensioni geometriche fornite da un dettagliato rilievo geometrico
- Programmare il piano di prove necessari, sapendo cosa ci si deve aspettare e quali elementi possono essere considerati ripetitivi
- Decidere se le prove fatte sono sufficienti, sulla base del maggior o minor riscontro con quanto previsto dal progetto simulato

Materiali

Valori ottenuti mediante prove

Calcestruzzo:

- Si ottiene dalle prove $f_{cm} = 19 \text{ MPa}$
(molto minore di quanto corrisponde a $R_{ck} = 25 \text{ MPa}$)

Acciaio:

- Si trovano barre ad aderenza migliorata; si ottiene dalle prove $f_{ym} = 420 \text{ MPa}$
(corrisponde a FeB38k)

Nota: nell'esempio sviluppato in precedenza si era assunto $f_{cm} = 28 \text{ MPa}$. Il valore è stato ora modificato perché è più realistico trovare calcestruzzo di qualità peggiore rispetto alle previsioni