

Corso di aggiornamento

Progettazione strutturale sulla base delle
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Verifica sismica di edifici esistenti in c.a.

3 - Esempio, progetto simulato e rilievo

Spoletto
25-27 febbraio 2010

Aurelio Ghersi

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_r [anni]	a_g / g	F_0	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 <i>estese</i> verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>estese</i> prove in-situ

Verifiche estese	Rilievo (dei dettagli costruttivi)	Prove (sui materiali)
	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	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:

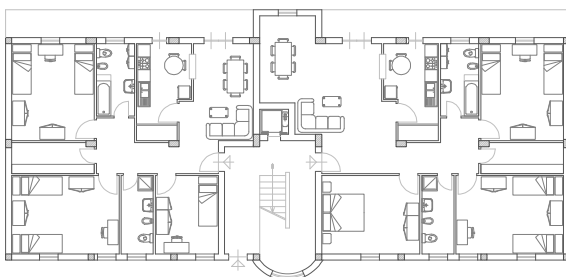
- Si fa un progetto simulato (per avere un'idea)
- Si fa un rilievo esteso

Materiali:

- Si fanno estese prove in situ

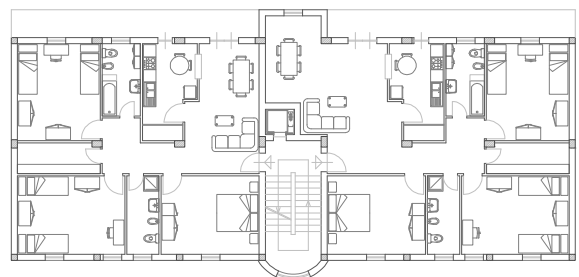
Grado di conoscenza: LC2

Rilievo dell'edificio



Piano terra

Rilievo dell'edificio



Piano tipo

Rilievo dell'edificio

The diagram shows a floor plan of a building. A large, empty rectangular room occupies the upper portion of the plan. In the center, there is a staircase with a central landing and two side landings. At the top of the staircase is a small room with a window. At the bottom of the staircase is another small room. The entire plan is enclosed within a double-line rectangular border.

Copertura

Rilievo dell'edificio

Carichi unitari e materiali

Carichi unitari:

Elemento	g_k	q_k	$g_k + q_k$
Solaio (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
Tamponature (kN/m)	7.00	-	7.00

Materiali:

- 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

		sism	5.6	5.2	3.5		7.0	0.06	%				
		max	7.0	8.0	3.5		7.0	6.75					
			solito	ibato	trave		tempagno	somma	TOT				
1	ultimo	sism	5	5.6	3	5.2	4.5	3.5	0.0	7.0	59.4	6.8	66.1
		max	5	7.0	3	8.0	4.5	3.5	0.0	7.0	74.8	6.8	81.5
	altri	sism	5	5.6	3	5.2	4.5	3.5	4.5	7.0	90.9	6.8	97.6
		max	5	7.0	3	8.0	4.5	3.5	4.5	7.0	106.3	6.8	113.0
9	ultimo	sism	11	5.6	0	5.2	7.5	3.5	0.0	7.0	87.9	6.8	94.6
		max	11	7.0	0	8.0	7.5	3.5	0.0	7.0	103.3	6.8	110.0
	altri	sism	11	5.6	0	5.2	7.5	3.5	5.5	7.0	126.4	7.6	133.9
		max	11	7.0	0	8.0	7.5	3.5	5.5	7.0	141.8	8.5	150.3
17	ultimo	sism	5	5.6	0	5.2	4.5	3.5	0.0	7.0	43.8	6.8	50.5
		max	5	7.0	0	8.0	4.5	3.5	0.0	7.0	50.8	6.8	57.5
	altri	sism	6	5.6	0	5.2	4.5	3.5	4.5	7.0	75.3	6.8	82.0
		max	6	7.0	0	8.0	4.5	3.5	4.5	7.0	82.3	6.8	89.0

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

Progetto simulato

Pilastri: sezione e armature

$$A_{c,rec} = \frac{N}{(1+n\rho)0.7\bar{\sigma}_c}$$

$n = 15$

$\rho = 0.006$

	1												
	N	N	$A_{c,rec}$	b	h	Ac	$A_{s,rec}$	n	6	As			
ultimo	815	815	126	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
5	1130	194.5	300	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
4	1130	307.5	474	30	30	900	2.8	4	12	4.5			
3	1130	420.5	648	30	30	900	3.9	4	12	4.5			
2	1130	533.5	823	30	30	900	4.9	4	14	6.2			
1	1130	646.5	997	30	40	1200	6.0	6	14	9.2			

$$A_s = 0.006 A_{c,rec}$$

$$A_s = 0.003 A_s$$

	9												
	N	N	$A_{c,rec}$	b	h	Ac	$A_{s,rec}$	n	6	As			
ultimo	110.0	110.0	170	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
	150.3	260.3	401	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
	150.3	410.6	633	30	30	900	3.8	4	12	4.5			
	150.3	550.9	866	30	30	900	5.2	4	14	6.2			
	150.3	711.2	1097	30	40	1200	6.6	6	14	9.2			
	150.3	861.5	1328	30	50	1500	8.0	6	14	9.2			

$$A_s = 0.003 A_s$$

	17												
	N	N	$A_{c,rec}$	b	h	Ac	$A_{s,rec}$	n	6	As			
ultimo	57.5	57.5	89	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
	89.0	146.5	226	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
	89.0	236.5	363	30	30	900	2.7	4	12	4.5			
	89.0	324.5	500	30	30	900	3.0	4	12	4.5			
	89.0	413.5	636	30	30	900	3.8	4	12	4.5			
	89.0	502.5	775	30	30	900	4.6	4	14	6.2			

File Edificio.xls – foglio Pilastri

Progetto simulato

Pilastri: sezione e armature

piano	pilastro 1				pilastro 9				pilastro 17			
	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo
6	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
5	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
4	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
3	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
2	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
1	30x40	6Ø14	30x40	6Ø14	30x50	6Ø14	30x50	6Ø14	30x30	4Ø12	40x30	6Ø14

piano	pilastri 2, 3, 4				pilastri 10, 11, 12				pilastri 18, 19, 20			
	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo	progetto	rilevo
6	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
5	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
4	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
3	40x30	6Ø14	40x30	6Ø14	40x30	6Ø14	40x30	6Ø14	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
2	50x30	6Ø14	50x30	6Ø14	50x30	6Ø14	50x30	6Ø14	30x30	4Ø12	30x30	4Ø12
1	60x30	6Ø14	60x30	6Ø14	60x30	6Ø14	60x30	6Ø14	40x30	6Ø14	40x30	6Ø14

File Edificio.xls - foglio Pilastri

Progetto simulato

Carico sulle travi

Valutato per area (larghezza) di influenza

Trave			sism	max	6.6	7.0	8.0	5.2	6.0	3.5	4.0	7.0	7.0	TOT
1...4	ultimo	sism	2.5	6.6	1.5	5.2	1.0	3.5	0.0	7.0	25.3	7.0	25.3	33.0
9...12	ultimo	sism	2.5	6.6	0	5.2	1.0	3.5	0.0	7.0	34.3	7.0	34.3	42.0
17...20	ultimo	sism	2.5	6.6	0	5.2	1.0	3.5	0.0	7.0	17.5	7.0	17.5	21.0

File Edificio.xls - foglio Carichi tra imp

Progetto simulato

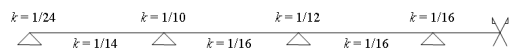
Travi

Carico [kN/m]

piano	trave 1-2-3-4	trave 9-10-11-12-12	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 $M = \frac{ql^2}{k}$



File Edificio.xls - foglio Carichi tra imp

Progetto simulato

Travi: momenti flettenti e armature

Trave			luce	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
1...4	ultimo	sism	25.3	18.9	28.9	40.8	25.3	33.7	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3
		As	33.0	22.0	37.7	52.8	33.0	44.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
		n,sup	2	0	4	0	4	0	4	0	3	3	3	3

Armatura calcolata con $A_s = \frac{M}{0.9 d \sigma_s}$

File Edificio.xls - foglio Travi

Progetto simulato

Travi

Armatura

Trave	Piano	I (M')	(M')	II (M')	(M')	III (M')	(M')	IV (M')	(M')
1-2-3-4	6	M	-22.0	+37.7	-52.8	+33.0	-44.0	+33.0	-33.0
		sup	2Ø14	3Ø14	4Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14
	1-5	M	-26.7	+45.7	-64.0	+40.0	-53.3	+40.0	-40.0
		sup	2Ø14	4Ø14	5Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14
9-10-11-12	6	M	-28.0	+48.0	-67.2	+42.0	-56.0	+42.0	-42.0
		sup	2Ø14	4Ø14	5Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14
	1-5	M	-28.0	+48.0	-67.2	+42.0	-56.0	+42.0	-42.0
		sup	2Ø14	4Ø14	5Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14

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