

## **PARTE TERZA**

## **APPLICAZIONI**



# EDIFICIO PER 54 APPARTAMENTI NEL COMUNE DI GIUGLIANO

## IL PROGETTO

*Fabio Gherzi*

### 1. Criteri generali di progettazione

L'impostazione generale del progetto è stata determinata tanto dai vincoli imposti dalla committenza – contenimento dei costi, massimo sfruttamento delle potenzialità edificatorie del terreno – quanto dalle caratteristiche dell'area assegnata. Essa è infatti localizzata nel comune di Giugliano, immediatamente a nord di Napoli, in una zona che, inghiottita dall'espansione metropolitana, rivela tutte le caratteristiche comuni alle nostre periferie: frammentazione, degrado, assenza di qualità urbane ed edilizie. È certo vero che il *progetto* non può risolvere questi problemi; esso tuttavia non può nemmeno ignorarli. Al contrario – ed è questo lo spirito che ha guidato le scelte di fondo – esso può *rappresentarli*, nella ricerca di una strada capace di indicare nella qualità del progetto l'obiettivo da perseguire.

La forma irregolare del terreno – una L con il braccio maggiore disposto ortogonalmente alla strada di accesso – ha suggerito l'adozione di una tipologia in linea articolata in due blocchi disposti rispettivamente in ognuno dei due “bracci” dell'area.

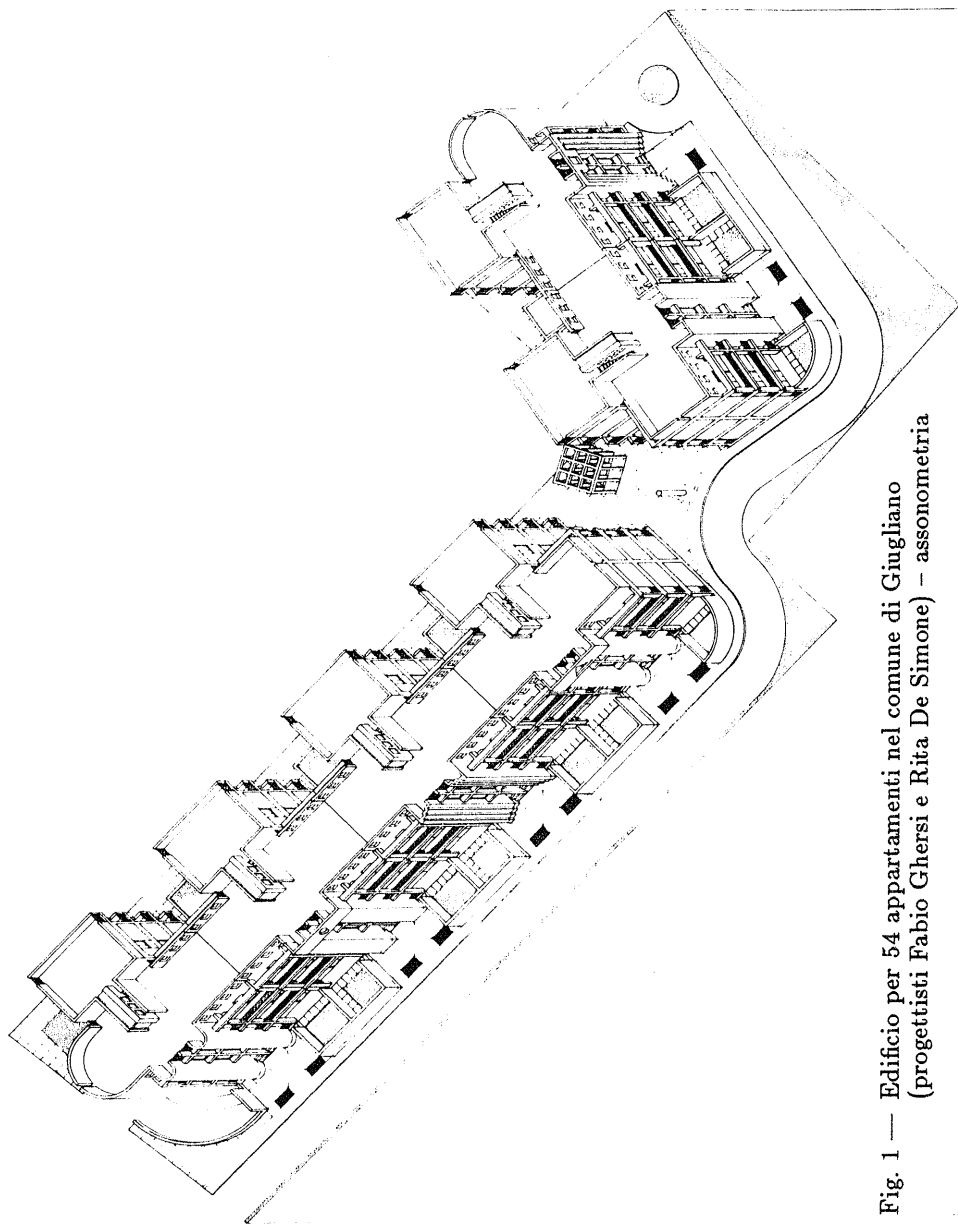


Fig. 1 — Edificio per 54 appartamenti nel comune di Giugliano  
(progettisti Fabio Ghersi e Rita De Simone) — assonometria

I due blocchi sono stati disegnati come parti di un unico oggetto spezzato e disposti secondo un angolo che contraddice l'esatta ortogonalità dei comparti dell'area. Questa scelta ha permesso di distribuire tutti gli ingressi mediante una strada a cul-de-sac che costeggia su di un lato entrambi i blocchi; ha inoltre permesso la creazione di una piccola piazza "urbana" tra le testate degli edifici stessi. Sul fondale di questo spazio, nel centro virtuale di rotazione dei blocchi, un "colonnato" a pianta quadrata marca il sistema di scale che portano al sottostante piano dei garage.

Tra la strada di distribuzione e il fronte degli edifici, gli slarghi antistanti gli ingressi di ciascun blocco scala si alternano ai giardini privati annessi agli appartamenti a piano terra, rialzati dal terreno e isolati da muri alti 2.10 m. Sul fronte opposto degli edifici una sistemazione continua a verde con percorsi e slarghi pavimentati costituisce un giardino sicuro e completamente isolato dalla viabilità veicolare.

## 2. Gli edifici

Ciascun edificio è generato dalla ripetizione di un modulo tipologico a T costituito da una scala centrale che distribuisce tre appartamenti per ogni livello. L'edificio maggiore è costituito da quattro di questi moduli, il minore da due. In ciascun edificio uno dei moduli di testata si conclude in forma cilindrica, mentre l'altro resta "sezionato" a manifestare la continuità tra i due blocchi.

Ognuno dei sei moduli tipologici è risolto sul fronte di ingresso nella forma di un grande portale alto come tutto l'edificio. Questi portali, tutti "uguali ma diversi", sono costruiti a partire dalle figure elementari – cerchio, quadrato e triangolo – nelle sei combinazioni di ciascuna forma con le altre due. Memori della "colonna" Loosiana del Chicago Tribune, caricaturali nel porsi "fuori scala", essi costruiscono nel loro susseguirsi il fronte principale degli edifici.

Ad affermare un'immagine analoga di frammento-memoria di una classicità che non può essere proclamata, ma nemmeno taciuta, il fronte opposto è stato risolto nella facciata "intermittente" delle cortine di mattoni che chiudono le logge degli appartamenti di interpiano.

I due edifici sono collegati a livello dei garage, a quota -3.30 m sotto il livello del terreno: una circolazione anulare connessa alla quota di ingresso mediante due rampe che circondano la testata cilindrica dell'edificio maggiore distribuisce i box, uno per appartamento, tutti i vani scala ed i locali tecnici necessari. L'aereazione e l'illuminazione del piano dei garage sono

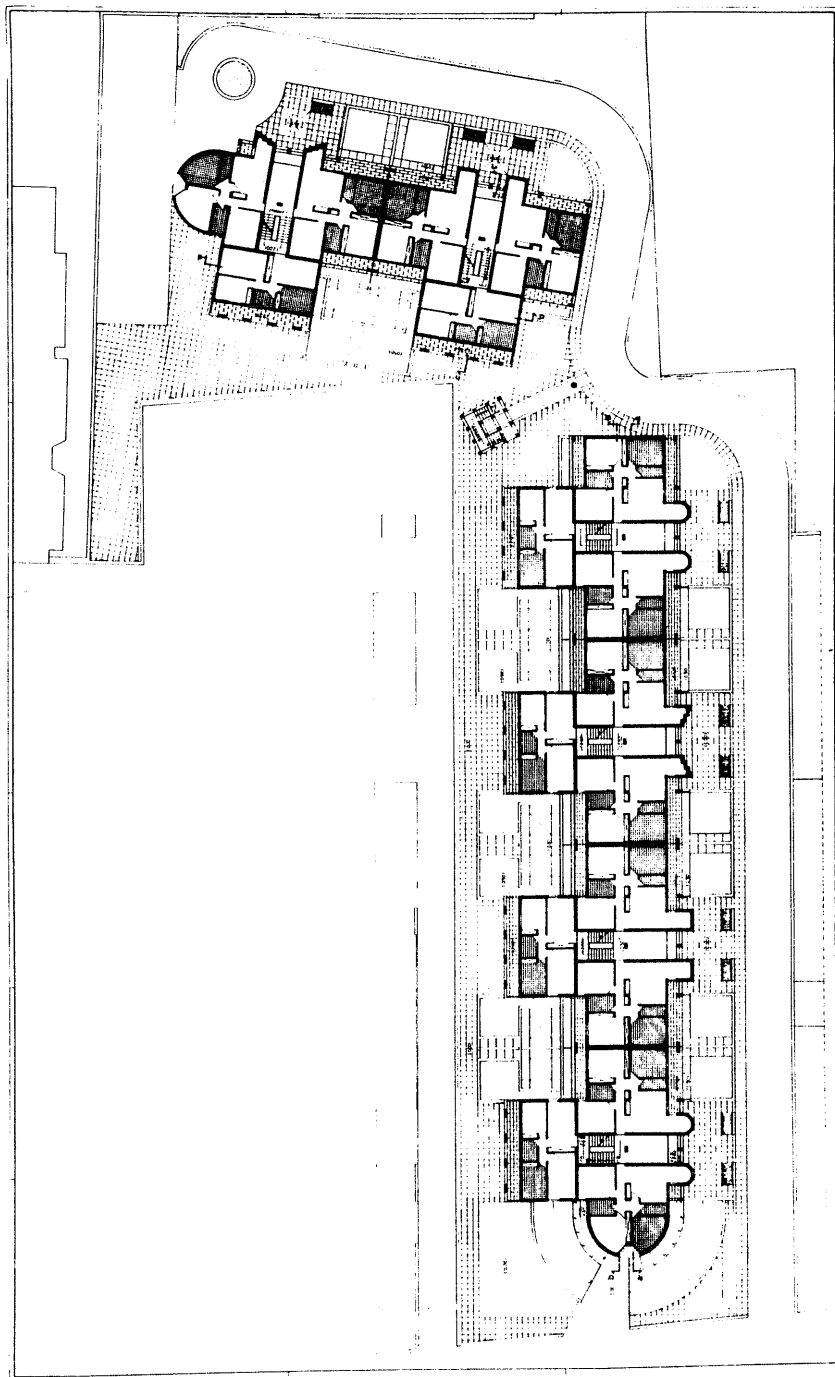


Fig. 2 — Planimetria generale

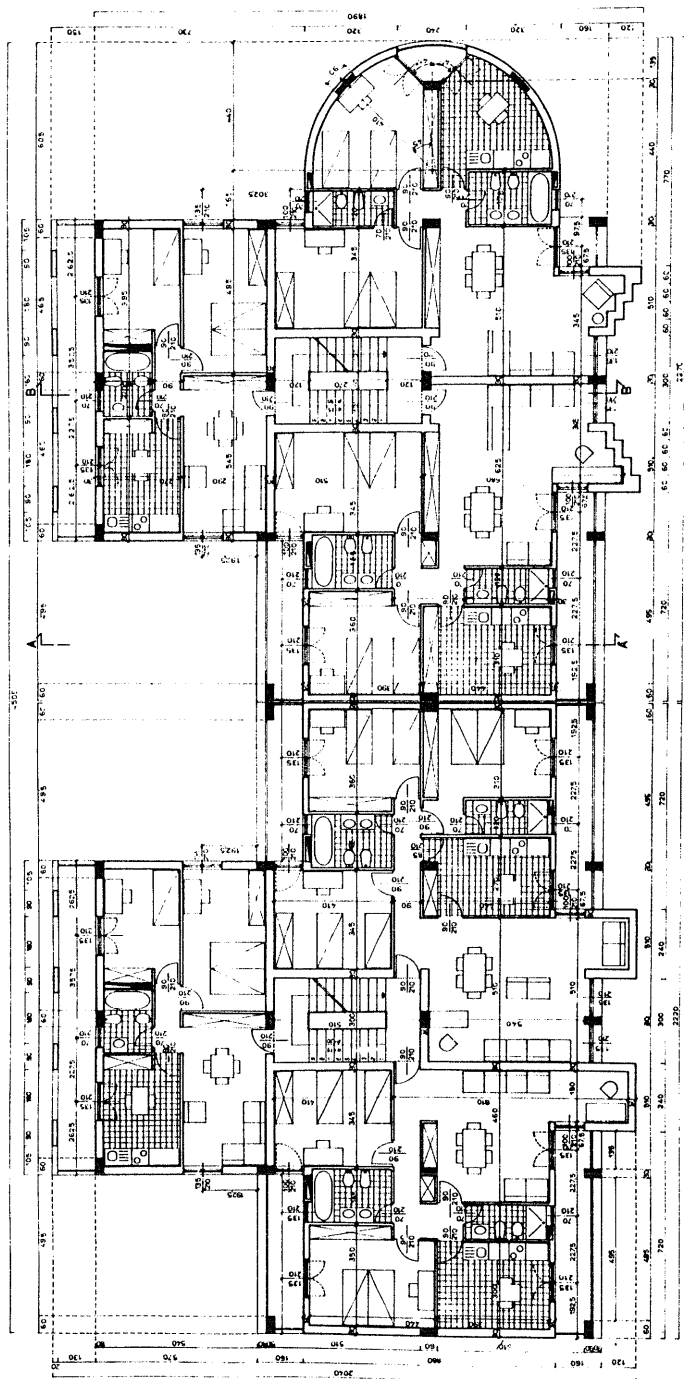


Fig. 3 — Pianta





assicurate da fori protetti da grate sul fronte degli ingressi e dalle aperture continue derivanti dallo sfalsamento dei solai sul fronte opposto.

### 3. Il modulo tipologico

Ogni modulo tipologico è costituito da un blocco scala che, per ogni livello, distribuisce due appartamenti sul piano principale – a destra e a sinistra della scala stessa – ed un appartamento sull'interpiano. I solai che formano l'asta centrale della T sul lato opposto al fronte di ingresso sono pertanto sfalsati di mezzo piano.

Gli appartamenti posti sui piani principali, affacciati su entrambi i fronti loggiati dell'edificio, sono stati differenziati in quattro tipi, da 80 a circa 100 m<sup>2</sup>; le variazioni di superficie sono state determinate, oltre che dalle soluzioni di testata, dalla posizione del muro divisorio tra gli appartamenti. Le diverse forme planimetriche dei "portali" – quadrata, circolare, scalettata – generano inoltre, negli spazi di soggiorno di questi appartamenti, ulteriori differenziazioni qualitative. Gli appartamenti posti sull'interpiano, affacciati su tre lati, costituiscono invece il tipo più piccolo, con superficie di circa 60 m<sup>2</sup>.

L'incidenza degli spazi di distribuzione nella divisione interna degli alloggi è compresa, secondo i tipi, tra il 3.4 e il 5.1% della superficie netta. Tutti gli appartamenti sono provvisti di logge da 20 m<sup>2</sup> per il primo tipo e da 15 m<sup>2</sup> per il secondo, con la sola eccezione degli alloggi posti sulle testate cilindriche (4 m<sup>2</sup>). Gli appartamenti a piano terra usufruiscono in aggiunta di un giardino privato.

Ogni modulo tipologico si sviluppa su tre livelli e contiene pertanto sei appartamenti del primo tipo (80/100 m<sup>2</sup>) e tre del secondo (60 m<sup>2</sup>).

Da un punto di vista strutturale, ciascun modulo tipologico costituisce un telaio indipendente. Esso è formato da 18 pilastri di sezione 30x60 cm, orientati alternativamente in direzioni ortogonali, per conferire alla struttura un diffuso irrigidimento nei confronti delle azioni sismiche. Sulle travi poggiano solai in cemento armato e laterizi gettati in opera, sfalsati di 1.50 m. La scala che collega gli impalcati sfalsati è costituita da una soletta rampante. Date le buone caratteristiche meccaniche del terreno, costituito da sabbie mediamente addensate, si sono previste fondazioni dirette realizzate con un reticolo di travi rovesce con piano di posa posto ad una profondità di -4.90 m dal livello del terreno.

I 18 pilastri della struttura intelaiata sono ripartiti in quattro campate sul fronte per tre campate in profondità. Questa ripartizione ha svincolato

il sistema strutturale dalla logica distributiva dell'edificio, peraltro marcata dal disegno dei "portali". Infatti da un punto di vista architettonico-distributivo il fronte dell'edificio è diviso nel sistema appartamento/ingresso-scala/appartamento, cioè in un numero di campate dispari (con la classica campata centrale coincidente al varco di ingresso). Esso dunque si sovrappone al sistema pari – di quattro campate – della ripartizione strutturale così che la scala, ad esempio, viene a trovarsi a cavallo della fila centrale di pilastri.

Questa scelta di apparente contraddizione dei sistemi ha consentito la creazione di una ossatura strutturale estremamente semplificata con un basso numero di pilastri e delle dimensioni di campata molto regolari, a tutto vantaggio dell'economia generale dell'opera, dell'efficienza distributiva, della semplicità e della chiarezza spaziale.

In modo del tutto analogo – è in definitiva l'idea Corbusieriana del plan livre – la cortina di mattoni che forma il fronte dell'edificio si tiene sempre staccata dal filo della struttura (in cemento armato a vista); essa avanza o arretra creando le logge e disegnando i portali.

# **EDIFICIO PER 54 APPARTAMENTI NEL COMUNE DI GIUGLIANO**

## **RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO**

### **1. Normativa di riferimento**

La progettazione degli edifici è stata eseguita in conformità alle norme tecniche vigenti relative alle opere in conglomerato cementizio armato:

- legge 5/11/1971 n.1086, Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- legge 2/2/1974 n.64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 12/2/1982, Aggiornamento delle norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- D.M. 27/7/1985, Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- CNR 10012/85, Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni;
- D.M. 24/1/1986, Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche;
- CNR 10024/86, Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- D.M. 11/3/1988, Nuove norme tecniche per terreni, opere di sostegno e fondazioni.



la rigidezza torsionale delle travi e non si è quindi imposta la congruenza rotazionale tra travi ortogonali. I carichi applicati al reticolo sono costituiti dalle azioni trasmesse dalla struttura in elevazione ai vincoli di incastro.

La struttura in elevazione è costituita da pilastri mutuamente collegati ad ogni impalcato mediante travi nelle due direzioni. Sulle travi poggiano solai in cemento armato e laterizi gettati in opera. Gli impalcati sono sfalsati di 1.50 m l'uno dall'altro e sono collegati, oltre che dai pilastri, anche dalla soletta rampante delle scale. Si è ipotizzato che ciascun impalcato sia indeformabile nel suo piano, mentre si è ritenuto trascurabile il collegamento costituito dalla soletta rampante, che ha dimensioni planimetriche modeste rispetto a quelle degli impalcati.

Sulla base di quanto esposto, si può adottare per l'ossatura in cemento armato il modello geometrico di struttura intelaiata spaziale con impalcati infinitamente rigidi nel loro piano. La regolarità dell'orditura consente di semplificare ulteriormente lo schema, individuando due famiglie di telai piani, ortogonali tra loro. Si è ipotizzata trascurabile la deformabilità estensionale dei pilastri, ottenendo così automaticamente la congruenza verticale dei nodi comuni a telai distinti. Si è inoltre ritenuto di poter trascurare la rigidezza torsionale delle travi e quindi anche l'accoppiamento flessotorsionale tra travi incidenti in uno stesso nodo. In definitiva, la struttura è stata schematizzata come insieme spaziale di telai piani, mutuamente vincolati da impalcati indeformabili. La particolarità dell'edificio, costituita dallo sfalsamento dei piani, non inficia tale schema, ma semplicemente comporta che ciascun telaio è collegato solo ad alcuni degli impalcati.

Si è contemporaneamente supposto che, nei confronti dei carichi verticali, i solai siano notevolmente più deformabili rispetto alle travi su cui poggiano; per racchiudere il loro comportamento in una fascia adeguata li si è schematizzati come travi continue vincolate con appoggi fissi o con incastri parziali.

Gli elementi non propriamente strutturali, tramezzi e tompagni, sono disposti nella maggior parte dei casi lungo allineamenti distinti da quelli delle travi, ed i pochi inseriti in maglie della struttura presentano aperture di dimensioni rilevanti. Si è quindi ritenuto pienamente accettabile trascurare dal punto di vista numerico il loro contributo alla statica dell'edificio, pur riconoscendo che essi possono svolgere un ruolo positivo nella dissipazione di energia durante una scossa sismica.

Per tutti i modelli geometrici si è ipotizzato un comportamento linearmente elastico, scartando quindi la possibilità di non linearità geometriche (effetto  $P - \delta$  o effetto instabilizzante dei carichi verticali) o del materiale (plasticizzazione delle sezioni).

### 3. Tipo di analisi

L'attuale normativa relativa alle costruzioni sismiche impone l'analisi modale solo per strutture molto deformabili, con periodo proprio di oscillazione superiore a 1.4 secondi. È comunque opportuno ricorrere ad essa nel caso di strutture che presentino un comportamento spiccatamente tridimensionale, con forti rotazioni degli impalcati, in modo da superare i limiti dell'analisi statica che è stata sviluppata con riferimento a schemi piani. Più in generale, l'analisi modale può risultare utile per una migliore comprensione del comportamento di tutti gli schemi irregolari, anche a comportamento piano. Si deve però ricordare che le irregolarità mandano in crisi una struttura non tanto per il contributo dei modi di oscillazione superiori al primo, quanto piuttosto per gli incrementi locali di tensione e deformazione e la conseguente riduzione della duttilità globale, problemi che andrebbero piuttosto affrontati con la ben più complessa analisi dinamica non lineare al passo.

L'edificio in oggetto potrebbe definirsi "moderatamente irregolare". I pilastri sono disposti secondo un reticolo estremamente semplice ed orientati in modo da conferire alla struttura un irrigidimento diffuso. L'unica vera irregolarità è costituita dallo sfalsamento degli impalcati e dalla conseguente differenza di altezza dei ritii. Poiché il grado di sismicità della zona in cui il fabbricato è ubicato è basso ( $S = 6$ ) e l'effetto del sisma risulta non particolarmente gravoso si è ritenuto inutile affrontare il maggior onere computazionale connesso all'analisi modale e si è quindi fatto ricorso a quella statica.

### 4. Schematizzazione delle azioni

Le azioni considerate sulla costruzione comprendono carichi verticali fissi ed accidentali e forze sismiche orizzontali. I carichi unitari sono stati determinati in base ai pesi dei materiali utilizzati ed ai sovraccarichi imposti dalla normativa per locali di abitazione.

Nell'effettuare l'analisi dei carichi verticali sulle travi, il carico dovuto a solai e sbalzi orditi perpendicolarmente alla trave è stato valutato incrementando il valore corrispondente alla singola campata di solaio isolata ( $ql/2$ ) mediante un coefficiente che tiene conto della continuità strutturale del solaio; il coefficiente di continuità è stato assunto pari a 1.2 per l'appoggio centrale dei solai a due campate, ad 1 per gli appoggi di estremità. Nel caso di solai orditi parallelamente alla trave, si è considerato gravante su di essa

una fascia di 50 cm di solaio, per tener conto del collegamento costituito da armature e travetti di ripartizione.

Le azioni orizzontali sono state valutate in funzione delle masse, supposte concentrate negli impalcati, e delle quote di questi rispetto allo spicco di fondazione. Nel calcolare l'entità delle masse, si sono utilizzati i seguenti coefficienti di riduzione dei sovraccarichi:  $s = 0.33$  per i solai e gli sbalzi,  $s = 1.00$  per le scale. Le masse presenti in maniera diffusa in un interpiano (tramezzi, tompagni, pilastri, scale) sono state ripartite tra gli impalcati adiacenti. Si è per semplicità ipotizzato che il punto di applicazione delle forze (baricentro delle masse) coincida a ogni livello col baricentro geometrico dell'impalcato.

Per ciascuno modello geometrico sono state esaminate più condizioni di carico, in modo da massimizzare le sollecitazioni in ciascuna sezione. Per i solai, schematizzati come travi continue, si sono considerate tre condizioni, che prevedono rispettivamente la presenza dei sovraccarichi accidentali in tutte le campate, in quelle dispari ed in quelle pari. Si sono inoltre utilizzati i modelli limite di singola campata incastrata o semplicemente appoggiata, con minori coefficienti di sicurezza.

Per la struttura intelaiata si sono risolte le tre condizioni base, forze in direzione  $x$ , forze in direzione  $y$  e carichi verticali totali. Queste sono poi state combinate nella maniera più gravosa per determinare le massime caratteristiche di sollecitazione. Alla stessa maniera si è proceduto per il reticolo di travi di fondazione, considerando per esso come carichi le azioni  $M$  ed  $N$  determinate al piede dei pilastri del telaio spaziale.

## 5. Schematizzazione dei materiali

Sia per il calcestruzzo che per l'acciaio si è ipotizzato un comportamento elastico lineare, con moduli di Young pari rispettivamente a  $28500 \text{ N mm}^{-2}$  e  $206000 \text{ N mm}^{-2}$ . Si è previsto un calcestruzzo con resistenza caratteristica a 28 giorni  $R_{ck} = 25 \text{ N mm}^{-2}$ , cui corrispondono le tensioni ammissibili  $\bar{\sigma}_c = 8.5 \text{ N mm}^{-2}$  e  $\bar{\tau}_{c1} = 1.69 \text{ N mm}^{-2}$ . L'acciaio è del tipo  $Fe B 38k$  controllato in stabilimento, con tensione ammissibile  $\bar{\sigma}_s = 215 \text{ N mm}^{-2}$ .

## 6. Criteri di verifica

La verifica delle sezioni è stata effettuata mediante il metodo delle tensioni ammissibili. Per i pilastri, dato il netto prevalere del momento flettente nel piano di azione del sisma rispetto a quello nel piano ortogonale si

sono effettuate verifiche a pressoflessione retta (e non deviata). Lo sforzo normale dovuto ai carichi verticali è stato determinato in maniera indipendente dal calcolo dello schema spaziale, mediante il criterio di aree di influenza; ad esso si è aggiunto algebricamente lo sforzo prodotto dalle azioni orizzontali.

Si sono verificate le ipotesi poste alla base della modellazione geometrica del telaio spaziale. In particolare, si è valutata la deformazione degli impalcati conseguente alle azioni sismiche distribuite ed alle reazioni concentrate dei pilastri, controllando che essa è effettivamente molto piccola rispetto agli spostamenti relativi degli impalcati. Si sono inoltre valutate in maniera approssimata le azioni e le tensioni che insorgono nella soletta rampante in conseguenza del moto relativo degli impalcati cui essa è collegata.

Si sono controllati gli spostamenti degli impalcati del telaio spaziale conseguenti alle azioni orizzontali. La modesta entità della rotazione conferma l'inutilità dell'effettuazione dell'analisi modale, per lo meno al fine della corretta valutazione del comportamento torsionale dell'edificio.

Si è infine verificata la correttezza della separazione tra reticolo di fondazione e trave in elevazione. Per far ciò si sono presi in esame i cedimenti differenziali dei punti di attacco telaio-trave ottenuti dalla risoluzione del reticolo, constatando la loro modesta entità, sia in assoluto che in termini di variazione presumibile dello stato di sollecitazione nella struttura in elevazione ad essi conseguente.



# EDIFICIO PER 54 APPARTAMENTI NEL COMUNE DI GIUGLIANO

## ELABORATI NUMERICI

Riportare in dettaglio tutti gli elaborati di calcolo esula dagli obiettivi che ci si è prefissi con questo libro. Il lettore interessato può trovare una diffusa trattazione, teorica e numerica, della progettazione di fabbricati in zona sismica nel volume "Edifici antisismici con struttura intelaiata in cemento armato", appartenente alla stessa collana del presente testo. Si riporta qui solo una sintetica tabella dei carichi unitari, delle masse e delle azioni orizzontali, mentre i valori dei carichi verticali sulle travi possono essere letti direttamente nei tabulati relativi alla risoluzione dello schema spaziale. Ci si sofferma invece sulla preparazione dei dati per l'insieme spaziale di telai e sulla interpretazione dei risultati conseguiti.

### 1. Carichi unitari

	per carichi verticali g + p	ai fini sismici g + s p
A) SOLAIO		
A1) solaio del piano tipo	7.50 kN m <sup>-2</sup>	6.16 kN m <sup>-2</sup>
A2) solaio di copertura	6.70 kN m <sup>-2</sup>	5.36 kN m <sup>-2</sup>
A3) solaio del torrino scale	4.70 kN m <sup>-2</sup>	4.03 kN m <sup>-2</sup>
B) SBALZI		
B1) sbalzo del piano tipo	8.50 kN m <sup>-2</sup>	5.82 kN m <sup>-2</sup>

B2) sbalzo di copertura	8.70 kN m <sup>-2</sup>	6.02 kN m <sup>-2</sup>
C) SCALA	9.50 kN m <sup>-2</sup>	9.50 kN m <sup>-2</sup>
D) TRAVI (maggior peso rispetto al solaio)		
D1) travi a spessore 50x24	1.35 kN m <sup>-1</sup>	1.35 kN m <sup>-1</sup>
D2) travi a spessore 80x24	2.16 kN m <sup>-1</sup>	2.16 kN m <sup>-1</sup>
D3) travi a spessore 90x24	2.43 kN m <sup>-1</sup>	2.43 kN m <sup>-1</sup>
D4) travi emergenti 30x60	1.20 kN m <sup>-1</sup>	1.20 kN m <sup>-1</sup>
E) TOMPAGNO h = 2.75 m	6.00 kN m <sup>-1</sup>	6.00 kN m <sup>-1</sup>
F) PILASTRI h = 2.75 m	12.40 kN	12.40 kN

## 2. Azioni sismiche orizzontali

Gli impalcati sono stati numerati progressivamente dal basso verso l'alto. A causa dello sfalsamento, vengono a trovarsi uno sull'altro gli impalcati con numero dispari e quelli con numero pari. Si è considerato come nono impalcato la copertura del torrino scale. L'edificio è stato riferito in pianta ad un sistema di assi cartesiani  $xy$ , con l'origine coincidente con lo spigolo inferiore sinistro del fabbricato, l'asse  $x$  orizzontale ed orientato verso destra, l'asse  $y$  verticale ed orientato verso l'alto.

Nel determinare l'entità delle azione orizzontali, si sono assunti i seguenti valori per i coefficienti previsti dalla normativa:

$$C = (S - 2)/100 = 0.04$$

$$R = 1$$

$$\varepsilon = 1$$

$$\beta = 1$$

$$I = 1$$

Si sono ricavati i valori riassunti nella seguente tabella:

Impalcato	Area	$W_i$	$h_i$	$\gamma_i$	$F_i$	$x_i$	$y_i$
IX	20.5 m <sup>2</sup>	148.2 kN	15.95 m	1.784	10.58 kN	11.10 m	8.85 m
VIII	94.3 m <sup>2</sup>	717.5 kN	14.75 m	1.650	47.35 kN	11.10 m	15.30 m
VII	265.5 m <sup>2</sup>	1944.1 kN	13.25 m	1.482	115.24 kN	11.10 m	5.86 m
VI	101.9 m <sup>2</sup>	934.3 kN	11.75 m	1.325	49.11 kN	11.10 m	15.30 m
V	265.5 m <sup>2</sup>	2367.8 kN	10.25 m	1.146	108.58 kN	11.10 m	5.86 m
IV	101.9 m <sup>2</sup>	934.3 kN	8.75 m	0.979	36.57 kN	11.10 m	15.30 m
III	265.5 m <sup>2</sup>	2367.8 kN	7.25 m	0.811	76.80 kN	11.10 m	5.86 m
II	101.9 m <sup>2</sup>	1049.9 kN	5.75 m	0.643	27.01 kN	11.10 m	15.30 m
I	265.5 m <sup>2</sup>	2510.1 kN	4.25 m	0.475	47.73 kN	11.10 m	5.86 m

### 3. Preparazione dei dati per lo schema di insieme spaziale di aste

Per l'analisi dell'ossatura spaziale si è utilizzato il programma TELSPA, descritto nella seconda parte del testo. Il sistema di riferimento globale ha il piano  $xy$  coincidente col piano di estradosso della fondazione; la posizione e l'origine degli assi è stata già definita nel paragrafo precedente.

La struttura è costituita da nove telai, quattro paralleli all'asse  $x$  e cinque all'asse  $y$ , mostrati schematicamente nella figura 6. Il sistema di riferimento locale di ciascuno di essi ha l'asse  $y'$  coincidente con l'asse del suo primo pilastro. Nonostante lo sfalsamento degli impalcati tutti i telai possono essere ricondotti a schemi a maglie rettangolari, anche se con numerose aste mancanti (indicate in figura 7 con linea tratteggiata). Il numero di traversi inestensibili varia da telaio a telaio, da un minimo di 4 a un massimo di 9.

La definizione degli schemi non presenta in generale problemi. Nel caso in esame è però interessante evidenziare una difficoltà in cui ci si è imbattuti, dovuta alla conformazione molto particolare del nono impalcato (torrino scale), costituito esclusivamente da un doppio sbalzo che grava sulla trave 6-11. I pilastri 6 e 11 formano due singole mensole all'ultimo piano dei telai 2 e 3. Nell'impostazione data al telaio a maglie rettangolari si è individuato come traverso inestensibile un insieme di nodi contigui di un traverso geometrico collegati da aste; un nodo su quale non converge alcuna trave è stato invece considerato come nodo isolato, non appartenente ad un traverso inestensibile. Per forzare il programma a riconoscere i nodi in testa ai pilastri 6 e 11 come appartenenti ad un traverso (e quindi al nono impalcato) è stato necessario aggiungere travi fittizie di sezione  $0 \times 0$ , irrilevanti dal punto di vista statico ma non per la definizione dei traversi.

I dati che descrivono la geometria dello schema e le tre condizioni di carico esaminate (forze in direzione  $x$ , forze in direzione  $y$  e carichi verticali totali) sono memorizzati nel file EDIFICIO e qui di seguito riportati. Si noti che i carichi verticali sono indicati col segno meno perché diretti verso il basso e quindi in senso opposto rispetto a quello definito positivo per l'asse locale  $y'$ .

EDIFICIO PER 54 APPARTAMENTI NEL COMUNE DI GIUGLIANO

9,9,6

R, 0.30, 0.45,X

R, 0.15, 6.15,X

R, 0.30,11.55,X

R, 5.85,17.55,X

R, 0.15, 0.45,Y

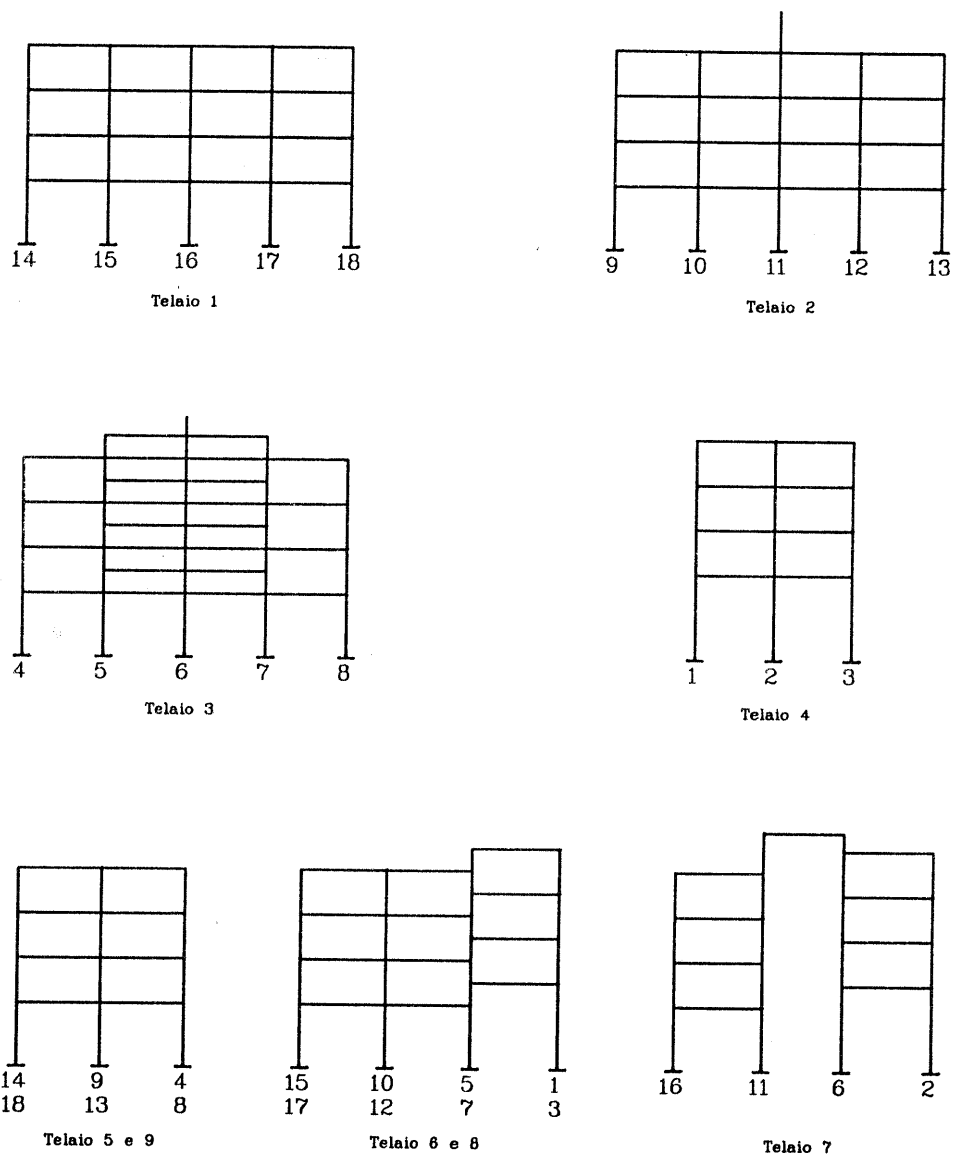


Fig. 6 — Schemi dei telai

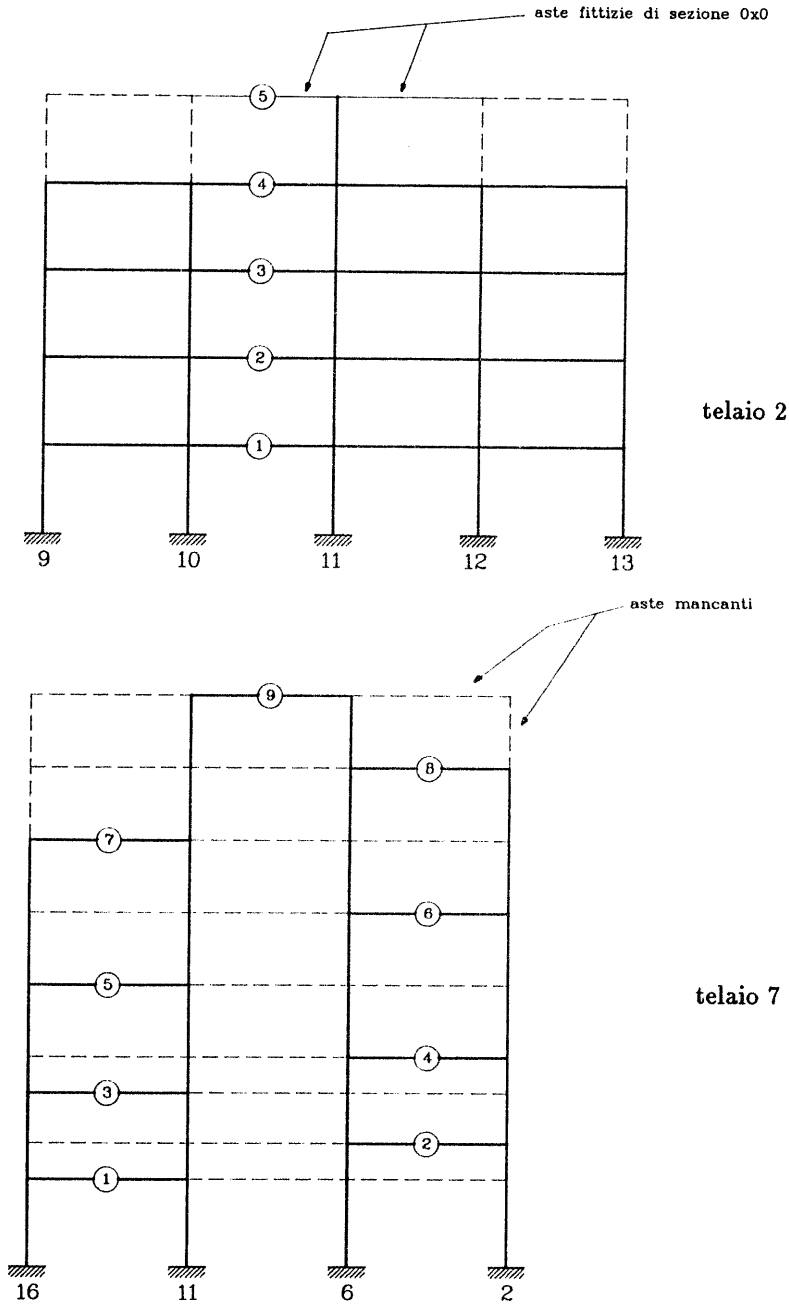


Fig. 7 — Modellazione dei telai come schemi a maglie rettangolari

R, 5.70, 0.30,Y  
 R,11.10, 0.30,Y  
 R,16.50, 0.30,Y  
 R,22.05, 0.45,Y  
 28500  
 R,0.30,0.60  
 R,0.60,0.30  
 R,0.50,0.24  
 R,0.80,0.24  
 R,0.90,0.24  
 R,0.00,0.00  
 5,4,0  
 14,15,16,17,18  
 3.00,3.00,3.00,4.25  
 5.40,5.40,5.40,5.40  
 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1  
 1,2,2,2,1,1,2,2,2,1,1,2,2,2,1,1,2,2,2,1  
 1,3,5,7  
 5,5,0  
 9,10,11,12,13  
 2.70,3.00,3.00,3.00,4.25  
 5.55,5.40,5.40,5.55  
 0,6,6,0, 4,1,1,4, 4,1,1,4, 4,1,1,4  
 0,0,1,0,0,2,2,1,2,2,2,2,1,2,2,2,2,1,2,2,1,2,2  
 1,3,5,7,9  
 5,9,0  
 4,5,6,7,8  
 1.20,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,4.25  
 5.40,5.40,5.40,5.40  
 0,6,6,0, 0,1,1,0, 1,1,1,1, 0,1,1,0  
 1,1,1,1, 0,1,1,0, 1,1,1,1, 0,1,1,0, 1,1,1,1  
 0,0,1,0,0,0,2,1,2,0,1,2,1,2,1,1,2,1,2,1  
 1,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,2,1,2,1  
 1,2,3,4,5,6,7,8,9  
 3,4,0  
 1,2,3  
 3.00,3.00,3.00,5.75  
 5.25,5.25  
 1,1, 1,1, 1,1, 1,1  
 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1  
 2,4,6,8  
 3,4,0  
 14,9,4  
 3.00,3.00,3.00,4.25  
 5.55,5.55  
 1,1, 1,1, 1,1, 1,1  
 2,1,2,2,1,2,2,1,2,2,1,2  
 1,3,5,7  
 4,8,0  
 15,10,5,1  
 1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,4.25  
 5.70,5.70,5.85  
 0,0,1, 1,1,0, 0,0,1, 1,1,0, 0,0,1, 1,1,0  
 0,0,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2  
 1,2,3,4,5,6,7,8  
 4,9,0  
 16,11,6,2  
 1.20,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,4.25  
 5.85,5.40,6.00

0,5,0, 0,0,3, 1,0,0, 0,0,3, 1,0,0, 0,0,3, 1,0,0, 0,0,3, 1,0,0  
 0,2,2,0,0,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,1,2,2,2,2  
 1,2,3,4,5,6,7,8,9  
 4,8,0  
 17,12,7,3  
 1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,1.50,4.25  
 5.70,5.70,5.85  
 0,0,1, 1,1,0, 0,0,1, 1,1,0, 0,0,1, 1,1,0, 0,0,1, 1,1,0  
 0,0,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2  
 1,2,3,4,5,6,7,8  
 3,4,0  
 18,13,8  
 3.00,3.00,3.00,4.25  
 5.55,5.55  
 1,1, 1,1, 1,1, 1,1  
 2,1,2,2,1,2,2,1,2,2,1,2  
 1,3,5,7  
 1,0  
 11.10, 8.85, 10.58,0,0  
 11.10,15.30, 47.35,0,0  
 11.10, 5.86,115.24,0,0  
 11.10,15.30, 49.11,0,0  
 11.10, 5.86,108.58,0,0  
 11.10,15.30, 36.57,0,0  
 11.10, 5.86, 76.80,0,0  
 11.10,15.30, 27.01,0,0  
 11.10, 5.86, 47.73,0,0  
 1,0  
 11.10, 8.85,0, 10.58,0  
 11.10,15.30,0, 47.35,0  
 11.10, 5.86,0,115.24,0  
 11.10,15.30,0, 49.11,0  
 11.10, 5.86,0,108.58,0  
 11.10,15.30,0, 36.57,0  
 11.10, 5.86,0, 76.80,0  
 11.10,15.30,0, 27.01,0  
 11.10, 5.86,0, 47.73,0  
 0,1  
 1,0,0,0  
 -10.8,-23.3,-23.3,-10.8  
 -10.6,-32.0,-32.0,-10.6  
 -10.6,-32.0,-32.0,-10.6  
 -10.6,-32.0,-32.0,-10.6  
 1,0,0,0  
 -14.3,-45.6,-45.6,-14.3  
 -15.7,-50.0,-50.0,-15.7  
 -15.7,-50.0,-50.0,-15.7  
 -15.7,-50.0,-50.0,-15.7  
 1,0,0,0  
 -27.7,-27.7, -10.8,-23.7,-23.7,-10.8  
 -33.1,-33.1, -10.6,-25.2,-25.2,-10.6  
 -33.1,-33.1, -10.6,-25.2,-25.2,-10.6  
 -33.1,-33.1, -10.6,-25.2,-25.2,-10.6  
 1,0,0,0  
 -39.1,-39.1  
 -47.4,-47.4  
 -47.4,-47.4  
 -47.4,-47.4  
 1,0,0,0

-19.3, -19.3  
 -27.5, -27.5  
 -27.5, -27.5  
 -27.5, -27.5  
 1,0,0,0  
 -6.6, -24.7, -24.7  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 1,0,0,0  
 -19.4  
 -12.6, -9.9  
 -12.6, -11.0  
 -12.6, -11.0  
 -12.6, -11.0  
 1,0,0,0  
 -6.6, -24.7, -24.7  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 -7.8, -27.5, -27.5  
 1,0,0,0  
 -19.3, -19.3  
 -27.5, -27.5  
 -27.5, -27.5  
 -27.5, -27.5

#### 4. Risultati ottenuti

Si mostra nelle pagine seguenti una sintesi del tabulato fornito dall'esecuzione del programma, indicando con una serie di puntini le parti non riportate.

File dati: EDIFICIO

data: 05/03/1990

ora: 00:09:09

EDIFICIO PER 54 APPARTAMENTI NEL COMUNE DI GIUGLIANO

#### DATI GEOMETRICI DELL'INSIEME SPAZIALE

telaio	tipo	x (m)	y (m)	angolo (gradi)
1	R	0.30	0.45	0.00
2	R	0.15	6.15	0.00
3	R	0.30	11.55	0.00
4	R	5.85	17.55	0.00
5	R	0.15	0.45	90.00
6	R	5.70	0.30	90.00
7	R	11.10	0.30	90.00
8	R	16.50	0.30	90.00
9	R	22.05	0.45	90.00



TABELLA DEI TIPI DI SEZIONE

		b	h	area	inerzia
sezione	forma	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>4</sup>
1	R	0.30	0.60	0.1800	0.005400
2	R	0.60	0.30	0.1800	0.001350
3	R	0.50	0.24	0.1200	0.000576
4	R	0.80	0.24	0.1920	0.000922
5	R	0.90	0.24	0.2160	0.001037
6	R	0.00	0.00	0.0000	0.000000

Modulo di elasticita' normale = 28500 N/mm<sup>2</sup>

TELAIO N. 1

ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
4	3.00
3	3.00
2	3.00
1	4.25

LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce m	piano sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
14 - 15	5.40	4 1	0.30	0.60	0.005400	3 1	0.30	0.60	0.005400
		2 1	0.30	0.60	0.005400	1 1	0.30	0.60	0.005400
15 - 16	5.40	4 1	0.30	0.60	0.005400	3 1	0.30	0.60	0.005400
		2 1	0.30	0.60	0.005400	1 1	0.30	0.60	0.005400
16 - 17	5.40	4 1	0.30	0.60	0.005400	3 1	0.30	0.60	0.005400
		2 1	0.30	0.60	0.005400	1 1	0.30	0.60	0.005400
17 - 18	5.40	4 1	0.30	0.60	0.005400	3 1	0.30	0.60	0.005400
		2 1	0.30	0.60	0.005400	1 1	0.30	0.60	0.005400

SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
14	4 1	0.30	0.60	0.005400	3 1	0.30	0.60	0.005400
	2 1	0.30	0.60	0.005400	1 1	0.30	0.60	0.005400
15	4 2	0.60	0.30	0.001350	3 2	0.60	0.30	0.001350

	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350
16	4	2	0.60	0.30	0.001350	3	2	0.60	0.30	0.001350
	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350
17	4	2	0.60	0.30	0.001350	3	2	0.60	0.30	0.001350
	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350
18	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
4	7
3	5
2	3
1	1

## TELAIO N. 2

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
5	2.70
4	3.00
3	3.00
2	3.00
1	4.25

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce m	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
9 - 10	5.55	5	0	----	----	-----	4	4	0.80	0.24	0.000922
		3	4	0.80	0.24	0.000922	2	4	0.80	0.24	0.000922
		1	4	0.80	0.24	0.000922					
10 - 11	5.40	5	6	0.00	0.00	0.000000	4	1	0.30	0.60	0.005400
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
		1	1	0.30	0.60	0.005400					
11 - 12	5.40	5	6	0.00	0.00	0.000000	4	1	0.30	0.60	0.005400
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
		1	1	0.30	0.60	0.005400					
12 - 13	5.55	5	0	----	----	-----	4	4	0.80	0.24	0.000922
		3	4	0.80	0.24	0.000922	2	4	0.80	0.24	0.000922
		1	4	0.80	0.24	0.000922					

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
9	5	0	----	----	-----	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
10	5	0	----	----	-----	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
11	5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
	3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
	1	1	0.30	0.60	0.005400					
12	5	0	----	----	-----	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
13	5	0	----	----	-----	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
5	9
4	7
3	5
2	3
1	1

## TELAIO N. 3

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
9	1.20
8	1.50
7	1.50
6	1.50
5	1.50
4	1.50
3	1.50
2	1.50
1	4.25

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce m	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
4 - 5	5.40	9	0	----	----	-----	8	0	----	----	-----
		7	1	0.30	0.60	0.005400	6	0	----	----	-----
		5	1	0.30	0.60	0.005400	4	0	----	----	-----
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	0	----	----	-----
		1	1	0.30	0.60	0.005400					
5 - 6	5.40	9	6	0.00	0.00	0.000000	8	1	0.30	0.60	0.005400
		7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
		5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
		1	1	0.30	0.60	0.005400					
6 - 7	5.40	9	6	0.00	0.00	0.000000	8	1	0.30	0.60	0.005400
		7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
		5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
		1	1	0.30	0.60	0.005400					
7 - 8	5.40	9	0	----	----	-----	8	0	----	----	-----
		7	1	0.30	0.60	0.005400	6	0	----	----	-----
		5	1	0.30	0.60	0.005400	4	0	----	----	-----
		3	1	0.30	0.60	0.005400	2	0	----	----	-----
		1	1	0.30	0.60	0.005400					

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
4	9	0	----	----	-----	8	0	----	----	-----
	7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
	5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
	3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
	1	1	0.30	0.60	0.005400					
5	9	0	----	----	-----	8	2	0.60	0.30	0.001350
	7	2	0.60	0.30	0.001350	6	2	0.60	0.30	0.001350
	5	2	0.60	0.30	0.001350	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
6	9	1	0.30	0.60	0.005400	8	1	0.30	0.60	0.005400
	7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
	5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
	3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
	1	1	0.30	0.60	0.005400					
7	9	0	----	----	-----	8	2	0.60	0.30	0.001350
	7	2	0.60	0.30	0.001350	6	2	0.60	0.30	0.001350
	5	2	0.60	0.30	0.001350	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					

8	9	0	----	----	-----	8	0	----	----	-----
	7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
	5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
	3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
	1	1	0.30	0.60	0.005400					

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
9	9
8	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1

## TELAIO N. 4

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
4	3.00
3	3.00
2	3.00
1	5.75

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce	piano	sez.	b	h	inerzia	piano	sez.	b	h	inerzia
	m			m	m	m <sup>4</sup>			m	m	m <sup>4</sup>
1 - 2	5.25	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
2 - 3	5.25	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano	sez.	b	h	inerzia	piano	sez.	b	h	inerzia
			m	m	m <sup>4</sup>			m	m	m <sup>4</sup>
1	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400

2	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
3	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
4	8
3	6
2	4
1	2

## TELAIO N. 5

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
4	3.00
3	3.00
2	3.00
1	4.25

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce m	piano	sez.	b m	h m	inerzia m4	piano	sez.	b m	h m	inerzia m4
14 - 9	5.55	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
9 - 4	5.55	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano sez.					piano sez.				
	b	m	h	m	inerzia	b	m	h	m	inerzia
					m4					m4
14	4	2	0.60	0.30	0.001350	3	2	0.60	0.30	0.001350
	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350
9	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
4	4	2	0.60	0.30	0.001350	3	2	0.60	0.30	0.001350
	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
4	7
3	5
2	3
1	1

## TELAIO N. 6

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
8	1.50
7	1.50
6	1.50
5	1.50
4	1.50
3	1.50
2	1.50
1	4.25

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce m	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
15 - 10	5.70	8	0	----	----	-----	7	1	0.30	0.60	0.005400
		6	0	----	----	-----	5	1	0.30	0.60	0.005400
		4	0	----	----	-----	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	0	----	----	-----	1	1	0.30	0.60	0.005400
10 - 5	5.70	8	0	----	----	-----	7	1	0.30	0.60	0.005400
		6	0	----	----	-----	5	1	0.30	0.60	0.005400
		4	0	----	----	-----	3	1	0.30	0.60	0.005400
		2	0	----	----	-----	1	1	0.30	0.60	0.005400
5 - 1	5.85	8	1	0.30	0.60	0.005400	7	0	----	----	-----
		6	1	0.30	0.60	0.005400	5	0	----	----	-----
		4	1	0.30	0.60	0.005400	3	0	----	----	-----
		2	1	0.30	0.60	0.005400	1	0	----	----	-----

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>	piano	sez.	b m	h m	inerzia m <sup>4</sup>
15	8	0	----	----	-----	7	1	0.30	0.60	0.005400
	6	1	0.30	0.60	0.005400	5	1	0.30	0.60	0.005400

	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
10	8	0	----	----	-----	7	1	0.30	0.60	0.005400
	6	1	0.30	0.60	0.005400	5	1	0.30	0.60	0.005400
	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
5	8	1	0.30	0.60	0.005400	7	1	0.30	0.60	0.005400
	6	1	0.30	0.60	0.005400	5	1	0.30	0.60	0.005400
	4	1	0.30	0.60	0.005400	3	1	0.30	0.60	0.005400
	2	1	0.30	0.60	0.005400	1	1	0.30	0.60	0.005400
1	8	2	0.60	0.30	0.001350	7	2	0.60	0.30	0.001350
	6	2	0.60	0.30	0.001350	5	2	0.60	0.30	0.001350
	4	2	0.60	0.30	0.001350	3	2	0.60	0.30	0.001350
	2	2	0.60	0.30	0.001350	1	2	0.60	0.30	0.001350

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
8	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1

## TELAIO N. 7

## ALTEZZA DEI PIANI

piano	altezza (m)
9	1.20
8	1.50
7	1.50
6	1.50
5	1.50
4	1.50
3	1.50
2	1.50
1	4.25

## LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

campata	luce	piano	sez.	b	h	inerzia	piano	sez.	b	h	inerzia
	m			m	m	m <sup>4</sup>			m	m	m <sup>4</sup>
16 - 11	5.85	9	0	----	----	-----	8	0	----	----	-----



			7	1	0.30	0.60	0.005400	6	0	----	----	-----
			5	1	0.30	0.60	0.005400	4	0	----	----	-----
			3	1	0.30	0.60	0.005400	2	0	----	----	-----
			1	1	0.30	0.60	0.005400					
11 - 6	5.40		9	5	0.90	0.24	0.001037	8	0	----	----	-----
			7	0	----	----	-----	6	0	----	----	-----
			5	0	----	----	-----	4	0	----	----	-----
			3	0	----	----	-----	2	0	----	----	-----
			1	0	----	----	-----					
6 - 2	6.00		9	0	----	----	-----	8	3	0.50	0.24	0.000576
			7	0	----	----	-----	6	3	0.50	0.24	0.000576
			5	0	----	----	-----	4	3	0.50	0.24	0.000576
			3	0	----	----	-----	2	3	0.50	0.24	0.000576
			1	0	----	----	-----					

## SEZIONI DEI PILASTRI

pilastro	piano sez.					piano sez.				
		b	h	inerzia		b	h	inerzia		
		m	m	m4		m	m	m4		
16	9	0	----	-----	8	0	----	-----		
	7	1	0.30	0.60	0.005400	6	1	0.30	0.60	0.005400
	5	1	0.30	0.60	0.005400	4	1	0.30	0.60	0.005400
	3	1	0.30	0.60	0.005400	2	1	0.30	0.60	0.005400
	1	1	0.30	0.60	0.005400					
11	9	2	0.60	0.30	0.001350	8	2	0.60	0.30	0.001350
	7	2	0.60	0.30	0.001350	6	2	0.60	0.30	0.001350
	5	2	0.60	0.30	0.001350	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
6	9	2	0.60	0.30	0.001350	8	2	0.60	0.30	0.001350
	7	2	0.60	0.30	0.001350	6	2	0.60	0.30	0.001350
	5	2	0.60	0.30	0.001350	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					
2	9	0	----	-----	8	2	0.60	0.30	0.001350	
	7	2	0.60	0.30	0.001350	6	2	0.60	0.30	0.001350
	5	2	0.60	0.30	0.001350	4	2	0.60	0.30	0.001350
	3	2	0.60	0.30	0.001350	2	2	0.60	0.30	0.001350
	1	2	0.60	0.30	0.001350					

## CORRISPONDENZA TRA TRAVERSI ED IMPALCATI

traverso	impalcato
9	9
8	8
7	7
6	6
5	5

4	4
3	3
2	2
1	1

.....

## SCHEMA DI CARICO N. 1

## CARICHI AGENTI SULL'INSIEME SPAZIALE

Impalcato	Xm (m)	Ym (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kNm)
9	11.10	8.86	10.580	0.000	0.000
8	11.10	15.30	47.350	0.000	0.000
7	11.10	5.86	115.240	0.000	0.000
6	11.10	15.30	49.110	0.000	0.000
5	11.10	5.86	108.580	0.000	0.000
4	11.10	15.30	36.570	0.000	0.000
3	11.10	5.86	76.800	0.000	0.000
2	11.10	15.30	27.010	0.000	0.000
1	11.10	5.86	47.730	0.000	0.000

## RISULTATI

## COMPONENTI DI MOVIMENTO DEGLI IMPALCATI

impalcato	Vx (mm)	Vy (mm)	rotaz.x1000
9	7.726	-0.736	0.066
8	6.811	0.055	-0.005
7	6.720	0.001	-0.000
6	6.437	0.007	-0.001
5	6.037	0.022	-0.002
4	5.494	0.059	-0.005
3	4.857	0.081	-0.007
2	4.039	0.122	-0.011
1	3.145	0.170	-0.015

.....

## TELAIO N. 3

## SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
9	6.959
8	6.868

7	6.721
6	6.444
5	6.059
4	5.555
3	4.942
2	4.165
1	3.322

## SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
4	9	0.000	0.000	8	0.000	0.000
	7	0.000	-0.126	6	0.000	-0.238
	5	0.000	-0.245	4	0.000	-0.411
	3	0.000	-0.347	2	0.000	-0.565
	1	0.000	-0.633			
5	9	0.000	0.000	8	0.000	-0.044
	7	0.000	-0.044	6	0.000	-0.160
	5	0.000	-0.095	4	0.000	-0.269
	3	0.000	-0.152	2	0.000	-0.405
	1	0.000	-0.113			
6	9	0.000	-0.084	8	0.000	-0.059
	7	0.000	-0.116	6	0.000	-0.170
	5	0.000	-0.249	4	0.000	-0.283
	3	0.000	-0.392	2	0.000	-0.408
	1	0.000	-0.535			
7	9	0.000	0.000	8	0.000	-0.044
	7	0.000	-0.044	6	0.000	-0.160
	5	0.000	-0.095	4	0.000	-0.269
	3	0.000	-0.152	2	0.000	-0.405
	1	0.000	-0.113			
8	9	0.000	0.000	8	0.000	0.000
	7	0.000	-0.126	6	0.000	-0.238
	5	0.000	-0.245	4	0.000	-0.411
	3	0.000	-0.347	2	0.000	-0.565
	1	0.000	-0.633			

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
4 - 5	9	-----	-----	-----	-----
4 - 5	8	-----	-----	-----	-----
4 - 5	7	16.89	-12.25	-5.40	-5.40
4 - 5	6	-----	-----	-----	-----
4 - 5	5	33.37	-24.77	-10.77	-10.77
4 - 5	4	-----	-----	-----	-----
4 - 5	3	48.24	-37.12	-15.81	-15.81

4 - 5	2	-----	-----	-----	-----
4 - 5	1	78.67	-49.03	-23.65	-23.65
5 - 6	9	-----	-----	-----	-----
5 - 6	8	8.34	-9.25	-3.26	-3.26
5 - 6	7	11.70	-15.79	-5.09	-5.09
5 - 6	6	27.94	-28.52	-10.45	-10.45
5 - 6	5	24.97	-33.76	-10.88	-10.88
5 - 6	4	46.80	-47.57	-17.48	-17.48
5 - 6	3	39.70	-53.38	-17.24	-17.24
5 - 6	2	69.43	-69.62	-25.75	-25.75
5 - 6	1	43.44	-67.48	-20.54	-20.54
6 - 7	9	-----	-----	-----	-----
6 - 7	8	9.25	-8.34	-3.26	-3.26
6 - 7	7	15.79	-11.70	-5.09	-5.09
6 - 7	6	28.52	-27.94	-10.45	-10.45
6 - 7	5	33.76	-24.97	-10.88	-10.88
6 - 7	4	47.57	-46.80	-17.48	-17.48
6 - 7	3	53.38	-39.70	-17.24	-17.24
6 - 7	2	69.62	-69.43	-25.75	-25.75
6 - 7	1	67.48	-43.44	-20.54	-20.54
7 - 8	9	-----	-----	-----	-----
7 - 8	8	-----	-----	-----	-----
7 - 8	7	12.25	-16.89	-5.40	-5.40
7 - 8	6	-----	-----	-----	-----
7 - 8	5	24.77	-33.37	-10.77	-10.77
7 - 8	4	-----	-----	-----	-----
7 - 8	3	37.12	-48.24	-15.81	-15.81
7 - 8	2	-----	-----	-----	-----
7 - 8	1	49.03	-78.67	-23.65	-23.65

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro piano		momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
4	9	-----	-----	-----	-----
4	8	-----	-----	-----	-----
4	7	16.89	6.13	7.18	5.40
4	6	6.13	-4.63	7.18	5.40
4	5	28.73	5.22	15.68	16.16
4	4	5.22	-18.30	15.68	16.16
4	3	29.94	14.69	10.17	31.97
4	2	14.69	-0.57	10.17	31.97
4	1	78.10	-123.97	47.54	55.62
5	9	-----	-----	-----	-----
5	8	8.34	-8.29	11.09	3.26
5	7	15.65	-9.73	16.92	2.95
5	6	18.21	-21.56	26.51	13.40
5	5	28.19	-19.23	31.61	13.52
5	4	27.57	-33.57	40.76	30.99
5	3	43.25	-30.28	49.01	32.42
5	2	39.16	-54.11	62.18	58.17
5	1	38.35	-40.41	18.53	55.06

6	9	0.00	-6.35	5.29	0.00
6	8	12.15	-0.48	8.42	0.00
6	7	31.09	-20.02	34.08	-0.00
6	6	37.01	-20.86	38.58	-0.00
6	5	46.66	-39.71	57.58	-0.00
6	4	55.44	-32.98	58.94	-0.00
6	3	73.78	-70.50	96.19	-0.00
6	2	68.73	-42.65	74.25	-0.00
6	1	92.31	-131.07	52.56	-0.00
7	9	-----	-----	-----	-----
7	8	8.34	-8.29	11.09	-3.26
7	7	15.65	-9.73	16.92	-2.95
7	6	18.21	-21.56	26.51	-13.40
7	5	28.19	-19.23	31.61	-13.52
7	4	27.57	-33.57	40.76	-30.99
7	3	43.25	-30.28	49.01	-32.42
7	2	39.16	-54.11	62.18	-58.17
7	1	38.35	-40.41	18.53	-55.06
8	9	-----	-----	-----	-----
8	8	-----	-----	-----	-----
8	7	16.89	6.13	7.17	-5.40
8	6	6.13	-4.63	7.17	-5.40
8	5	28.73	5.22	15.68	-16.16
8	4	5.22	-18.30	15.68	-16.16
8	3	29.94	14.69	10.17	-31.97
8	2	14.69	-0.57	10.17	-31.97
8	1	78.10	-123.97	47.54	-55.62

## TELAIO N. 4

## SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
4	6.898
3	6.448
2	5.587
1	4.231

## SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
1	4	0.000	-0.079	3	0.000	-0.171
	2	0.000	-0.277	1	0.000	-0.489
2	4	0.000	-0.053	3	0.000	-0.132
	2	0.000	-0.230	1	0.000	-0.323
3	4	0.000	-0.079	3	0.000	-0.171
	2	0.000	-0.277	1	0.000	-0.489

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
1 - 2	4	12.40	-10.86	-4.43	-4.43
1 - 2	3	27.80	-25.55	-10.16	-10.16
1 - 2	2	45.97	-43.20	-16.99	-16.99
1 - 2	1	76.23	-66.48	-27.18	-27.18
2 - 3	4	10.86	-12.40	-4.43	-4.43
2 - 3	3	25.55	-27.80	-10.16	-10.16
2 - 3	2	43.20	-45.97	-16.99	-16.99
2 - 3	1	66.48	-76.23	-27.18	-27.18

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro	piano	momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
1	4	12.40	-3.01	5.14	4.43
1	3	24.79	-13.88	12.89	14.59
1	2	32.09	-10.38	14.16	31.58
1	1	65.85	-92.01	27.45	58.76
2	4	21.73	-13.58	11.77	0.00
2	3	37.53	-27.54	21.69	-0.00
2	2	58.86	-49.34	36.06	-0.00
2	1	83.63	-100.90	32.09	0.00
3	4	12.40	-3.01	5.14	-4.43
3	3	24.79	-13.88	12.89	-14.59
3	2	32.09	-10.38	14.16	-31.58
3	1	65.85	-92.01	27.45	-58.76

. . . . .

## TELAIO N. 6

## SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
8	0.027
7	0.001
6	0.003
5	0.011
4	0.029
3	0.040
2	0.059
1	0.083

## SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
15	8	0.000	0.000	7	0.000	0.001
	6	0.000	0.003	5	0.000	0.005
	4	0.000	0.010	3	0.000	0.013
	2	0.000	0.019	1	0.000	-0.002
10	8	0.000	0.000	7	0.000	0.002
	6	0.000	0.004	5	0.000	0.003
	4	0.000	0.011	3	0.000	0.010
	2	0.000	0.019	1	0.000	-0.001
5	8	0.000	-0.018	7	0.000	-0.008
	6	0.000	0.004	5	0.000	0.008
	4	0.000	0.009	3	0.000	0.007
	2	0.000	0.017	1	0.000	0.003
1	8	0.000	0.002	7	0.000	-0.012
	6	0.000	-0.002	5	0.000	0.012
	4	0.000	0.005	3	0.000	0.015
	2	0.000	-0.004	1	0.000	-0.012

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
15 - 10	8	-----	-----	-----	-----
15 - 10	7	-0.28	0.33	0.11	0.11
15 - 10	6	-----	-----	-----	-----
15 - 10	5	-0.67	0.60	0.22	0.22
15 - 10	4	-----	-----	-----	-----
15 - 10	3	-1.91	1.75	0.64	0.64
15 - 10	2	-----	-----	-----	-----
15 - 10	1	0.32	-0.28	-0.11	-0.11
10 - 5	8	-----	-----	-----	-----
10 - 5	7	0.15	-0.68	-0.15	-0.15
10 - 5	6	-----	-----	-----	-----
10 - 5	5	-0.79	1.04	0.32	0.32
10 - 5	4	-----	-----	-----	-----
10 - 5	3	-1.45	1.31	0.48	0.48
10 - 5	2	-----	-----	-----	-----
10 - 5	1	0.00	0.24	0.04	0.04
5 - 1	8	1.76	-0.68	-0.42	-0.42
5 - 1	7	-----	-----	-----	-----
5 - 1	6	-0.37	0.04	0.07	0.07
5 - 1	5	-----	-----	-----	-----
5 - 1	4	-1.24	1.04	0.39	0.39
5 - 1	3	-----	-----	-----	-----
5 - 1	2	-1.61	0.52	0.36	0.36
5 - 1	1	-----	-----	-----	-----

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro piano		momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
15	8	-----	-----	-----	-----
15	7	-0.28	-0.16	-0.07	-0.11
15	6	-0.16	-0.06	-0.07	-0.11
15	5	-0.72	-0.42	-0.20	-0.33
15	4	-0.42	-0.12	-0.20	-0.33
15	3	-2.03	0.77	-1.87	-0.97
15	2	0.77	3.57	-1.87	-0.97
15	1	3.90	-4.06	1.87	-0.86
10	8	-----	-----	-----	-----
10	7	-0.19	-0.04	-0.10	0.25
10	6	-0.04	0.10	-0.10	0.25
10	5	-1.29	-0.33	-0.64	0.15
10	4	-0.33	0.62	-0.64	0.15
10	3	-2.57	0.58	-2.10	0.31
10	2	0.58	3.72	-2.10	0.31
10	1	4.01	-4.12	1.91	0.16
5	8	1.76	-3.90	3.78	0.42
5	7	-3.22	0.77	-2.66	0.27
5	6	0.40	-1.14	1.03	0.20
5	5	-2.19	1.95	-2.76	0.52
5	4	0.71	-0.31	0.68	0.14
5	3	-1.62	-0.40	-0.81	0.62
5	2	-2.01	4.90	-4.60	0.26
5	1	4.66	-4.44	2.14	0.30
1	8	0.68	0.06	0.42	-0.42
1	7	0.06	-0.57	0.42	-0.42
1	6	-0.61	-0.09	-0.35	-0.35
1	5	-0.09	0.43	-0.35	-0.35
1	4	-0.61	0.11	-0.48	0.04
1	3	0.11	0.84	-0.48	0.04
1	2	0.32	0.14	0.12	0.40
1	1	0.14	-0.37	0.12	0.40

## SCHEMA DI CARICO N. 2

## CARICHI AGENTI SULL'INSIEME SPAZIALE

Impalcato	Xm (m)	Ym (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kNm)
9	11.10	8.85	0.000	10.580	0.000
8	11.10	15.30	0.000	47.350	0.000
7	11.10	5.86	0.000	115.240	0.000
6	11.10	15.30	0.000	49.110	0.000
5	11.10	5.86	0.000	108.580	0.000
4	11.10	15.30	0.000	36.570	0.000
3	11.10	5.86	0.000	76.800	0.000
2	11.10	15.30	0.000	27.010	0.000
1	11.10	5.86	0.000	47.730	0.000



## RISULTATI

## COMPONENTI DI MOVIMENTO DEGLI IMPALCATI

impalcato	Vx (mm)	Vy (mm)	rotaz.x1000
9	0.000	7.587	0.000
8	0.000	7.362	0.000
7	0.000	7.075	0.000
6	0.000	6.752	0.000
5	0.000	6.295	0.000
4	0.000	5.699	0.000
3	0.000	4.971	0.000
2	0.000	4.132	0.000
1	0.000	3.108	0.000

. . . . .

## TELAIO N. 5

## SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
4	7.075
3	6.295
2	4.971
1	3.108

## SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
14	4	0.000	-0.060	3	0.000	-0.155
	2	0.000	-0.239	1	0.000	-0.272
9	4	0.000	-0.115	3	0.000	-0.238
	2	0.000	-0.356	1	0.000	-0.495
4	4	0.000	-0.060	3	0.000	-0.155
	2	0.000	-0.239	1	0.000	-0.272

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
14 - 9	4	12.98	-16.05	-5.23	-5.23
14 - 9	3	30.40	-34.98	-11.78	-11.78
14 - 9	2	46.27	-52.77	-17.84	-17.84
14 - 9	1	57.61	-70.02	-23.00	-23.00
9 - 4	4	16.05	-12.98	-5.23	-5.23
9 - 4	3	34.98	-30.40	-11.78	-11.78
9 - 4	2	52.77	-46.27	-17.84	-17.84
9 - 4	1	70.02	-57.61	-23.00	-23.00

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro	piano	momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
14	4	12.98	-10.53	7.84	5.23
14	3	19.87	-17.72	12.53	17.01
14	2	28.55	-27.72	18.76	34.86
14	1	29.89	-34.81	15.22	57.85
9	4	32.10	-19.48	17.19	0.00
9	3	50.48	-38.33	29.61	-0.00
9	2	67.20	-52.91	40.04	-0.00
9	1	87.13	-123.01	49.44	-0.00
4	4	12.98	-10.53	7.84	-5.23
4	3	19.87	-17.72	12.53	-17.01
4	2	28.55	-27.72	18.76	-34.86
4	1	29.89	-34.81	15.22	-57.85

## TELAIO N. 3 SCHEMA DI CARICO N. 3

## CARICHI VERTICALI

campata	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m
4 - 5	9	----	8	----	7	-10.8	6	----
	5	-10.6	4	----	3	-10.6	2	----
	1	-10.6						
5 - 6	9	----	8	-27.7	7	-23.7	6	-33.1
	5	-25.2	4	-33.1	3	-25.2	2	-33.1
	1	-25.2						

6 - 7	9	----	8	-27.7	7	-23.7	6	-33.1
	5	-25.2	4	-33.1	3	-25.2	2	-33.1
	1	-25.2						
7 - 8	9	----	8	----	7	-10.8	6	----
	5	-10.6	4	----	3	-10.6	2	----
	1	-10.6						

## TELAIO N. 4 SCHEMA DI CARICO N. 3

## CARICHI VERTICALI

campata	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m
1 - 2	4	-39.1	3	-47.4	2	-47.4	1	-47.4
2 - 3	4	-39.1	3	-47.4	2	-47.4	1	-47.4

. . . . .

## TELAIO N. 6 SCHEMA DI CARICO N. 3

## CARICHI VERTICALI

campata	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m	piano	carico kN/m
15 - 10	8	----	7	-24.7	6	----	5	-27.5
	4	----	3	-27.5	2	----	1	-27.5
10 - 5	8	----	7	-24.7	6	----	5	-27.5
	4	----	3	-27.5	2	----	1	-27.5
5 - 1	8	-6.6	7	----	6	-7.8	5	----
	4	-7.8	3	----	2	-7.8	1	----

. . . . .

## RISULTATI

## COMPONENTI DI MOVIMENTO DEGLI IMPALCATI

impalcato	Vx (mm)	Vy (mm)	rotaz.x1000
9	0.000	-0.074	0.000
8	0.000	0.097	0.000
7	0.000	0.132	0.000

6	0.000	0.116	0.000
5	0.000	0.080	0.000
4	0.000	0.062	0.000
3	0.000	0.052	0.000
2	0.000	0.027	0.000
1	0.000	0.012	0.000

. . . . .

TELAIO N. 3

# SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
9	0.000
8	0.000
7	0.000
6	0.000
5	0.000
4	0.000
3	0.000
2	0.000
1	0.000

# SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
4	9	0.000	0.000	8	0.000	0.000
	7	0.000	-0.075	6	0.000	0.025
	5	0.000	-0.026	4	0.000	0.015
	3	0.000	-0.034	2	0.000	0.019
	1	0.000	-0.041			
5	9	0.000	0.000	8	0.000	-0.312
	7	0.000	0.004	6	0.000	-0.249
	5	0.000	-0.020	4	0.000	-0.246
	3	0.000	-0.020	2	0.000	-0.240
	1	0.000	-0.057			
6	9	0.000	0.000	8	0.000	-0.000
	7	0.000	-0.000	6	0.000	-0.000
	5	0.000	-0.000	4	0.000	-0.000
	3	0.000	-0.000	2	0.000	-0.000
	1	0.000	-0.000			
7	9	0.000	0.000	8	0.000	0.312
	7	0.000	-0.004	6	0.000	0.249
	5	0.000	0.020	4	0.000	0.246
	3	0.000	0.020	2	0.000	0.240
	1	0.000	0.057			

8	9	0.000	0.000	8	0.000	0.000
	7	0.000	0.076	6	0.000	-0.025
	5	0.000	0.026	4	0.000	-0.015
	3	0.000	0.034	2	0.000	-0.019
	1	0.000	0.041			

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
4 - 5	9	-----	-----	-----	-----
4 - 5	8	-----	-----	-----	-----
4 - 5	7	-17.96	-30.05	26.92	-31.40
4 - 5	6	-----	-----	-----	-----
4 - 5	5	-21.69	-29.49	27.18	-30.06
4 - 5	4	-----	-----	-----	-----
4 - 5	3	-20.76	-29.97	26.91	-30.33
4 - 5	2	-----	-----	-----	-----
4 - 5	1	-17.84	-34.58	25.52	-31.72
5 - 6	9	-----	-----	-----	-----
5 - 6	8	-31.78	-85.08	64.92	-84.66
5 - 6	7	-58.04	-57.37	64.11	-63.87
5 - 6	6	-52.00	-94.65	81.47	-97.27
5 - 6	5	-58.97	-62.37	67.41	-68.67
5 - 6	4	-52.44	-94.43	81.59	-97.15
5 - 6	3	-58.96	-62.37	67.41	-68.67
5 - 6	2	-53.11	-94.09	81.78	-96.96
5 - 6	1	-54.76	-64.48	66.24	-69.84
6 - 7	9	-----	-----	-----	-----
6 - 7	8	-85.08	-31.78	84.66	-64.92
6 - 7	7	-57.37	-58.04	63.87	-64.11
6 - 7	6	-94.65	-52.00	97.27	-81.47
6 - 7	5	-62.37	-58.97	68.67	-67.41
6 - 7	4	-94.43	-52.44	97.15	-81.59
6 - 7	3	-62.37	-58.96	68.67	-67.41
6 - 7	2	-94.09	-53.11	96.96	-81.78
6 - 7	1	-64.48	-54.76	69.84	-66.24
7 - 8	9	-----	-----	-----	-----
7 - 8	8	-----	-----	-----	-----
7 - 8	7	-30.05	-17.96	31.40	-26.92
7 - 8	6	-----	-----	-----	-----
7 - 8	5	-29.49	-21.69	30.06	-27.18
7 - 8	4	-----	-----	-----	-----
7 - 8	3	-29.97	-20.76	30.33	-26.91
7 - 8	2	-----	-----	-----	-----
7 - 8	1	-34.58	-17.84	31.72	-25.52

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro piano		momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
4	9	-----	-----	-----	-----
4	8	-----	-----	-----	-----
4	7	-17.96	-2.51	-10.30	-26.92
4	6	-2.51	12.94	-10.30	-26.92
4	5	-8.75	0.42	-6.12	-54.10
4	4	0.42	9.59	-6.12	-54.10
4	3	-11.16	0.37	-7.69	-81.01
4	2	0.37	11.90	-7.69	-81.01
4	1	-5.94	2.97	-2.10	-106.53
5	9	-----	-----	-----	-----
5	8	-31.78	15.59	-31.58	-64.92
5	7	-12.39	25.39	-25.19	-160.43
5	6	-26.61	14.84	-27.63	-241.91
5	5	-14.64	26.22	-27.24	-339.38
5	4	-26.22	14.65	-27.25	-420.97
5	3	-14.34	25.61	-26.64	-518.71
5	2	-27.50	18.12	-30.42	-600.49
5	1	-2.06	1.03	-0.73	-698.45
6	9	0.00	0.00	-0.00	0.00
6	8	-0.00	0.00	-0.00	-169.32
6	7	-0.00	0.00	-0.00	-297.05
6	6	0.00	-0.00	0.00	-491.59
6	5	-0.00	0.00	-0.00	-628.93
6	4	-0.00	0.00	-0.00	-823.22
6	3	0.00	-0.00	0.00	-960.57
6	2	-0.00	-0.00	-0.00	-1154.48
6	1	0.00	-0.00	0.00	-1294.16
7	9	-----	-----	-----	-----
7	8	31.78	-15.59	31.58	-64.92
7	7	12.39	-25.39	25.19	-160.43
7	6	26.61	-14.84	27.63	-241.91
7	5	14.64	-26.22	27.24	-339.38
7	4	26.22	-14.65	27.25	-420.97
7	3	14.34	-25.61	26.64	-518.71
7	2	27.50	-18.12	30.42	-600.49
7	1	2.06	-1.03	0.73	-698.45
8	9	-----	-----	-----	-----
8	8	-----	-----	-----	-----
8	7	17.96	2.51	10.30	-26.92
8	6	2.51	-12.94	10.30	-26.92
8	5	8.75	-0.42	6.12	-54.10
8	4	-0.42	-9.59	6.12	-54.10
8	3	11.16	-0.37	7.69	-81.01
8	2	-0.37	-11.90	7.69	-81.01
8	1	5.94	-2.97	2.10	-106.53

## TELAIO N. 4

## SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
4	-0.000
3	-0.000
2	-0.000
1	-0.000

## SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz. x1000	piano	vy (mm)	rotaz. x1000
1	4	0.000	-0.236	3	0.000	-0.134
	2	0.000	-0.137	1	0.000	-0.221
2	4	0.000	0.000	3	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	1	0.000	0.000
3	4	0.000	0.236	3	0.000	0.134
	2	0.000	0.137	1	0.000	0.221

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
1 - 2	4	-62.14	-103.64	94.73	-110.54
1 - 2	3	-93.19	-116.71	119.94	-128.91
1 - 2	2	-92.76	-116.93	119.82	-129.03
1 - 2	1	-83.00	-121.81	117.03	-131.82
2 - 3	4	-103.64	-62.14	110.54	-94.73
2 - 3	3	-116.71	-93.19	128.91	-119.94
2 - 3	2	-116.93	-92.76	129.03	-119.82
2 - 3	1	-121.81	-83.00	131.82	-117.03

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro	piano	momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
1	4	-62.14	51.65	-37.93	-94.73
1	3	-41.54	41.92	-27.82	-214.68
1	2	-50.84	59.38	-36.74	-334.50
1	1	-23.62	11.81	-6.16	-451.53

2	4	0.00	-0.00	0.00	-221.09
2	3	-0.00	0.00	-0.00	-478.90
2	2	-0.00	0.00	-0.00	-736.96
2	1	-0.00	0.00	-0.00	-1000.59
3	4	62.14	-51.65	37.93	-94.73
3	3	41.54	-41.92	27.82	-214.68
3	2	50.84	-59.38	36.74	-334.50
3	1	23.62	-11.81	6.16	-451.53

.....

TELAIO N. 6

#### SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DEI TRAVERSI

traverso	spostamento (mm)
8	0.097
7	0.132
6	0.116
5	0.080
4	0.062
3	0.052
2	0.027
1	0.012

#### SPOSTAMENTO VERTICALE E ROTAZIONE DEI NODI

pilastro	piano	vy (mm)	rotaz.x1000	piano	vy (mm)	rotaz.x1000
15	8	0.000	0.000	7	0.000	-0.199
	6	0.000	0.048	5	0.000	-0.098
	4	0.000	0.037	3	0.000	-0.108
	2	0.000	0.044	1	0.000	-0.148
10	8	0.000	0.000	7	0.000	0.001
	6	0.000	-0.023	5	0.000	-0.012
	4	0.000	-0.009	3	0.000	-0.008
	2	0.000	-0.016	1	0.000	-0.006
5	8	0.000	-0.069	7	0.000	0.118
	6	0.000	-0.101	5	0.000	0.099
	4	0.000	-0.087	3	0.000	0.107
	2	0.000	-0.103	1	0.000	0.135
1	8	0.000	0.130	7	0.000	-0.048
	6	0.000	0.101	5	0.000	-0.074
	4	0.000	0.089	3	0.000	-0.073
	2	0.000	0.132	1	0.000	0.016



## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

campata	piano	momento a sinistra (kNm)	momento a destra (kNm)	taglio a sinistra (kN)	taglio a destra (kN)
15 - 10	8	-----	-----	-----	-----
15 - 10	7	-45.47	-77.52	64.77	-76.02
15 - 10	6	-----	-----	-----	-----
15 - 10	5	-63.28	-81.01	75.26	-81.49
15 - 10	4	-----	-----	-----	-----
15 - 10	3	-62.39	-81.16	75.08	-81.67
15 - 10	2	-----	-----	-----	-----
15 - 10	1	-58.16	-83.05	74.01	-82.74
10 - 5	8	-----	-----	-----	-----
10 - 5	7	-73.31	-54.12	73.76	-67.03
10 - 5	6	-----	-----	-----	-----
10 - 5	5	-78.50	-64.44	80.84	-75.91
10 - 5	4	-----	-----	-----	-----
10 - 5	3	-79.34	-63.35	81.18	-75.57
10 - 5	2	-----	-----	-----	-----
10 - 5	1	-81.12	-60.23	82.04	-74.71
5 - 1	8	-18.41	-8.78	20.95	-17.66
5 - 1	7	-----	-----	-----	-----
5 - 1	6	-16.99	-16.89	22.83	-22.80
5 - 1	5	-----	-----	-----	-----
5 - 1	4	-17.77	-17.43	22.87	-22.76
5 - 1	3	-----	-----	-----	-----
5 - 1	2	-18.40	-13.72	23.61	-22.02
5 - 1	1	-----	-----	-----	-----

## CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

pilastro	piano	momento sup. (kNm)	momento inf. (kNm)	taglio (kN)	sforzo normale (kN)
15	8	-----	-----	-----	-----
15	7	-45.47	-5.18	-26.86	-64.77
15	6	-5.18	35.11	-26.86	-64.77
15	5	-28.17	0.52	-19.12	-140.04
15	4	0.52	29.20	-19.12	-140.04
15	3	-33.19	2.08	-23.51	-215.12
15	2	2.08	37.34	-23.51	-215.12
15	1	-20.82	10.10	-7.28	-289.13
10	8	-----	-----	-----	-----
10	7	4.21	0.65	2.37	-149.78
10	6	0.65	-2.91	2.37	-149.78
10	5	-0.40	-0.19	-0.14	-312.11
10	4	-0.19	0.02	-0.14	-312.11
10	3	1.83	-0.14	1.31	-474.95
10	2	-0.14	-2.11	1.31	-474.95
10	1	-0.18	-0.22	0.01	-639.74

5	8	-18.41	-19.87	0.97	-20.95
5	7	34.26	10.52	15.82	-87.98
5	6	-6.47	-34.41	18.63	-110.81
5	5	30.03	8.11	14.61	-186.72
5	4	-9.67	-30.16	13.66	-209.60
5	3	33.20	9.83	15.58	-285.16
5	2	-8.57	-40.11	21.03	-308.78
5	1	20.11	-10.37	7.17	-383.49
1	8	8.78	0.37	5.60	-17.66
1	7	0.37	-8.04	5.60	-17.66
1	6	8.85	0.15	5.80	-40.46
1	5	0.15	-8.55	5.80	-40.46
1	4	8.88	-0.55	6.29	-63.21
1	3	-0.55	-9.99	6.29	-63.21
1	2	3.73	2.25	0.99	-85.23
1	1	2.25	-1.96	0.99	-85.23

Il calcolo e' stato eseguito :

- trascurando l'interazione tra aste di telai distinti che incidono in uno stesso punto nodale
- trascurando la deformazione estensionale dei pilastri di telai a maglie rettangolari o trapezie
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Attenzione:

- l'effettivo sforzo normale in ciascun pilastro dello schema spaziale deve essere valutato come somma degli sforzi normali dei telai cui esso appartiene

I risultati ottenuti per le singole condizioni di carico sono stati combinati nel modo più gravoso per verificare la correttezza del dimensionamento strutturale. Ad esempio, per il primo estremo della trave 4-5 del telaio 3 al primo impalcato si ha un momento di 78.67 kNm per forze in direzione  $x$  e -17.84 kNm per carichi verticali. Il valori limite per il momento flettente in tale sezione sono quindi -96.51 kNm e +60.83 kNm.

Nel verificare i pilastri si è ovviamente tenuto conto del fatto che ciascuno di essi appartiene contemporaneamente a due telai. Ad esempio, il pilastro 1 appartiene al telaio 4 (parallelo all'asse  $x$ ) e al telaio 6 (parallelo ad  $y$ ). Utilizzando i pedici  $x$  ed  $y$  per indicare le aliquote determinate rispettivamente per il primo ed il secondo telaio, per la sezione al piede del primo ordine si ha:

- per forze in direzione  $x$ :

$$M_x = -92.01 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.37 \text{ kNm}$$

$$N = N_x + N_y = 58.76 + 0.40 = 59.16 \text{ kN}$$

– per forze in direzione  $y$ :

$$M_x = 0 \qquad M_y = -26.33 \text{ kNm}$$

$$N = N_x + N_y = 0 - 50.64 = -50.64 \text{ kN}$$

– per carichi verticali:

$$M_x = 11.81 \text{ kNm} \qquad M_y = -1.96 \text{ kNm}$$

$$N = N_x + N_y + \text{peso proprio pilastro} = -451.53 - 85.23 - 66.38 = -603.14 \text{ kN}$$

L'effetto combinato di carichi verticali e sisma in direzione  $x$  porta ai valori limite:

$$M_x = -80.20 \text{ kNm} \qquad M_y = -2.33 \text{ kNm} \qquad N = -543.98 \text{ kN}$$

$$M_x = 103.82 \text{ kNm} \qquad M_y = -0.59 \text{ kNm} \qquad N = -662.30 \text{ kN}$$

La netta differenza tra  $M_x$  ed  $M_y$  consente di verificare a pressoflessione retta la sezione, che ha base 30 cm e altezza 60 cm e richiede quindi una armatura sul lato corto pari ad almeno 5 cm<sup>2</sup>.

In maniera analoga si è proceduto per l'altra direzione e per tutte le sezioni degli elementi strutturali. Si sono riscontrate sollecitazioni elevate in alcuni pilastri del primo ordine, dovute principalmente all'elevato sforzo normale; si è ritenuto opportuno incrementare per essi il lato minore della sezione, ripetendo quindi la risoluzione dello schema spaziale.

pag.	riga	ERRATA	CORRIGE
11	28	Rita De Simone	Rita Simone
36	eq.(2.9)	$\frac{dy}{dx}$	$\frac{du}{dx}$
69	eq.(2.62)	invertire $F_x$ con $F_y$	
72	eq.(2.66) in basso	$-\frac{EI\alpha}{H}$	$\frac{EI\alpha}{H}$
221	31	$S1(6,1)=S1(3,1)$	$S1(6,1)=-S1(3,1)$
222	da 7 a 12	invertire $F_x$ con $F_y$	
333	23	PRINT " ";	PRINT#2, " ";
254	1 e 12	inserire DefTag come parametro di scambio nelle procedure CarSoll e MatAstaGlobale	
258	13	inserire DefTag come parametro di scambio nella procedura MatAstaGlobale	
259	34	inserire DefTag come parametro di scambio nella procedura CarSoll	
262	9	inserire DefTag come parametro di scambio nella procedura CarSoll	
268	42	inserire DefTag come parametro di scambio nella procedura MatAstaGlobale	

Ai programmi sono state apportate ulteriori modifiche, qui non indicate. In particolare, a partire dalla versione 1.1 è possibile utilizzare come unità di misura il sistema tecnico. A partire dalla versione 2.0 è inoltre possibile effettuare un'analisi modale dello schema. Maggiori informazioni sulle modifiche apportate e su come sfruttare queste nuove potenzialità dei programmi sono riportate nel dischetto.

## BIBLIOGRAFIA

1. A. S. Hall, R. W. Woodhead, *Frame analysis*, John Wiley & sons, New York, 1961.
2. V. Franciosi, *Scienza delle costruzioni*, Liguori, Napoli, 1965.
3. M. Cugiani, *Metodi dell'analisi numerica*, UTET, Torino, 1967.
4. J. S. Przemieniecki, *Theory of matrix structural analysis*, McGraw-Hill, New York, 1968.
5. J. L. Meek, *Matrix structural analysis*, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Tokio, 1971.
6. K. J. Bathe, E. L. Wilson, *Numerical methods in finite element analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1976.
7. G. Strang, *Linear algebra and its applications*, second edition, Academic Press, Orlando, 1976.
8. M. Capurso, *Introduzione al calcolo automatico delle strutture*, Cremonese, Roma, 1977.
9. D. Clarke, *Computer aided structural design*, John Wiley & sons, New York, 1978.
10. M. Como, G. Lanni, *Elementi di costruzioni antisismiche*, Cremonese, Roma, 1979.
11. M. Pagano, *Teoria degli edifici*, 8° vol. 1° tomo. *Telai per edifici a maglie rettangolari*, Liguori, Napoli, 1979.
12. B. P. Demidovic, I. A. Maron, *Fondamenti di calcolo numerico*, Mir, Mosca, 1981.
13. G. Toniolo, *Analisi strutturale con l'elaboratore elettronico*, Masson, Milano, 1982.
14. V. Franciosi, *Il calcolo automatico degli insiemi piani di travi*, Liguori, Napoli, 1983.
15. M. Capurso, *Edifici soggetti a forze orizzontali: calcolo automatico*, Cremonese, Roma, 1984.

16. A. Gherzi, *Il personal computer nel calcolo di edifici. Introduzione alla programmazione*, 2<sup>a</sup> ediz., CUEN, Napoli, 1987.
17. *Learning and using Microsoft Quick Basic*, Microsoft, 1987.
18. *Microsoft Quick Basic: basic language reference*, Microsoft, 1987.
19. A. Gherzi, *Edifici antisismici con struttura intelaiata in cemento armato*, 4<sup>a</sup> ediz., CUEN, Napoli, 1988.
20. A. Gherzi, P. Lenza, *Teoria degli edifici*, 3<sup>o</sup> vol. 3<sup>o</sup> tomo. *Telai spaziali per edifici regolari a piani rigidi*, Liguori, Napoli, 1988.
21. G. Ghinassi, *Analisi matriciale e calcolo automatico delle strutture*, 2<sup>a</sup> ediz., Esa, Milano, 1988.
22. R. Coraggio, A. Gherzi, *Teoria degli edifici, appendice al vol. 3<sup>o</sup>, tomo 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup>. Telai per edifici: calcolo automatico*, Liguori, Napoli, 1989.

*Nella stessa collana:*

- A. GHERSI, *Introduzione alla programmazione. Il personal computer nel calcolo di edifici*, pp. 248, lire 30.000
- A. GHERSI, *Edifici antisismici con struttura intelaiata in cemento armato*, pp. 444, lire 48.000
- M. COMO, P. MALANGONE, *Elementi di calcolo matriciale e automatico delle strutture*, pp. 250, lire 19.000
- M. DE MATTEO, *Sul calcolo delle strutture piane a maglia di forma qualsiasi*, pp. 168, lire 12.500
- M. DE MATTEO - A. MODUGNO, *Sul calcolo delle strutture spaziali a maglie di forma qualsiasi*, pp. 240, lire 35.000
- A. GILIBERTI, *Una più razionale struttura della scala per edifici in zona sismica*, pp. 64, lire 10.000
- L. NUNZIANTE - R. OCONE, *The limit design of frames subjected to seismic loads*, pp. 352, lire 27.000

*In preparazione:*

- A. GHERSI, *Verifica e progetto di sezioni in c.a. Il personal computer nel calcolo di edifici*
- A. GHERSI, *Telai piani e spaziali a maglie regolari. Il personal computer nel calcolo di edifici*

finito di stampare nel mese di aprile 1995  
da La Buona Stampa (Ercolano) per conto della CUEN s.r.l.