

CAPITOLO SESTO
**L'ANALISI DINAMICA DEI TELAI SPAZIALI SOTTOPOSTI
AD ECCITAZIONE SISMICA DEL SUOLO**

Pietro Lenza

Summary.

We present a numerical step by step procedure for the dynamic analysis of space frames when a seismic excitation of the soil occurs. In each step we activate an iterative balance process using the well known static analysis methods. The damping effects and the contribution of masonry panels are considered.

Sommario.

Si espone una procedura passo dopo passo per l'analisi dinamica di telai spaziali interessati da eccitazione sismica del suolo. In ciascun passo si attiva un processo iterativo di equilibramento utilizzando i noti metodi di analisi statica. Si tiene conto degli effetti viscosi smorzanti e del contributo dei pannelli in muratura.

6.1. Introduzione.

L'approccio ai problemi dinamici può risultare agevolato, anche sul piano operativo, quando si utilizzino, sia pur iterativamente, modelli di analisi elastica familiari agli operatori per essere comunemente impiegati per la risoluzione di strutture soggette a forze statiche. In tale spirito si è esaminato il problema dei modi di vibrare di telai piani [1] e spaziali, mentre in questo studio si esamina il problema del telaio spaziale soggetto ad una eccitazione del terreno di fondazione variabile nel tempo con legge qualsiasi. L'obiettivo è quello di determinare come varino nel tempo i parametri della deformazione della struttura e di conseguenza il suo stato di sollecitazione.

Applicheremo al telaio spaziale il metodo di Newmark che, come è noto, è un procedimento iterativo che risolve il problema dell'equilibrio dinamico step by step per piccoli incrementi di tempo formulando alcune ipotesi semplificative sulla legge di variazione delle accelerazioni all'interno di detti intervalli. Anche in questo caso come routine fondamentale (per il calcolo delle reazioni elastiche) si è adoperato il metodo delle rigidità globali che s'inquadra tra i modelli di rilassamento.

6.2. Il fabbricato multipiano schematizzato come telaio spaziale

Il fabbricato multipiano costituito da telai ortogonali può, nella generalità dei casi, essere correttamente interpretato come un telaio spaziale con aste deformabili solo flessionalmente ed impalcati infinitamente rigidi nel proprio piano (fig. 6.1.).

L'analisi elastica di tale modello, soggetto ad azioni statiche, può essere effettuata seguendo molteplici procedure [7] – [10] mediante le quali si esplicitano le incognite iperstatiche costituite dalle rotazioni dei nodi e degli spostamenti e rotazioni degli impalcati.

Il metodo di rilassamento delle rigidità globali, impiegato, in tale studio, perviene iterativamente alla configurazione finale equilibrata

attraverso successive configurazioni congruenti. Tali configurazioni sono determinate dalla esecuzione di tre «operazioni» di equilibramento:

- a) l'operazione di nodo che fa ruotare il singolo nodo equilibrandolo alla rotazione [3];
- b) l'operazione di piano che fa traslare ogni impalcato equilibrandolo alla traslazione nelle due direzioni principali [3];
- c) un'ulteriore operazione di piano che fa ruotare l'impalcato equilibrandolo alla rotazione [4].

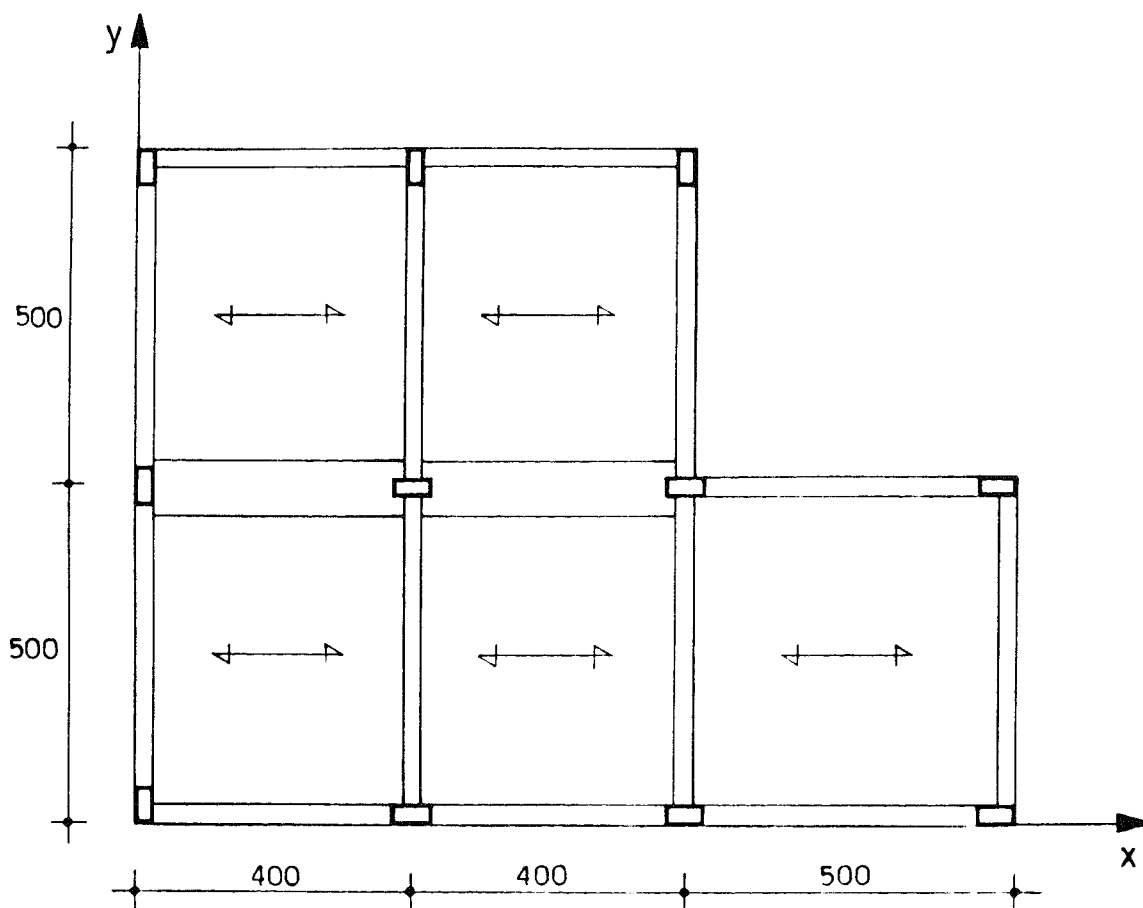


Figura 6.1. Un telaio spaziale costituito da un piccolo fabbricato in c.a. di tre piani (interpiani di 350 cm, travi emergenti sez 30×60 , travi a spessore sez 80×24 , pilastri sez 30×60 , $E = 200.000 \text{ kg cm}^{-2}$). Il peso dell'edificio è stato considerato uniformemente distribuito sugli impalcati (105 t sui primi due e 80 t sulla copertura) con baricentro nel centro di figura ($X_g = 554.76 \text{ cm}$, $Y_g = 440.47 \text{ cm}$).

6.3. Equilibrio dinamico del telaio spaziale

Secondo il principio di D'Alembert in ogni istante si realizza l'equilibrio tra le forze esterne e le cosiddette forze d'inerzia

$$F - ma = 0.$$

Nel caso del telaio spaziale, ipotizzando che tutte le masse siano uniformemente distribuite sugli impalcati, le forze d'inerzia possono con buona approssimazione considerarsi funzione solo degli spostamenti e rotazioni degli impalcati (e non anche delle rotazioni dei nodi dei telai).

Consideriamo l'equilibrio dinamico dei singoli impalcati del telaio quando la sua base fondale è interessata da un movimento sismico orizzontale del suolo. Il telaio subisce un moto rigido di trascinamento che obbliga tutto il fabbricato a seguire lo spostamento del terreno ed un moto di deformazione relativo, rispetto alla sua configurazione indeformata, dovuto all'elasticità del sistema.

Indicando con $A_x(t)$ e $A_y(t)$ le accelerazioni del suolo nelle due direzioni con $\xi_{ok}(t)$, $\eta_{ok}(t)$ e $\varphi_k(t)$ gli spostamenti dell'origine del riferimento e la rotazione dell'impalcato k (sul quale è uniformemente distribuita la massa G_k) rispetto alla base fondale, le forze d'inerzia relative a tale impalcato costituiscono un sistema piano di forze equivalente ad una risultante applicata nell'origine del riferimento $F_{k,in}$ ed ad una coppia $M_{ok,in}$:

$$\begin{aligned} F_{xk,in}(t) &= -G_k (A_x(t) + \ddot{\xi}_{ok}(t) + \ddot{\varphi}(t) \cdot y_{Gk}) \\ F_{yk,in}(t) &= -G_k (A_y(t) + \ddot{\eta}_{ok}(t) - \ddot{\varphi}(t) \cdot x_{Gk}) \\ M_{ok,in}(t) &= -G_k (A_x(t) \cdot y_{Gk} - A_y(t) \cdot x_{Gk} + \ddot{\xi}_{ok}(t) \cdot y_{Gk} + \\ &\quad - \ddot{\eta}_{ok}(t) \cdot x_{Gk} + \ddot{\varphi}_k(t) \cdot R_{ok}^2) \end{aligned} \quad (1)$$

essendo x_{Gk} e y_{Gk} le coordinate del baricentro della massa e R_{ok} il raggio d'inerzia rispetto all'origine.

Le forze esterne applicate agli impalcati sono costituite dai tagli trasmessi dai ritti superiori ed inferiori che insorgono per la deformazione flessionale corrispondente alle tre componenti del moto di ciascun impalcato ($\xi_{ox}(t)$, $\eta_{ok}(t)$, $\varphi_n(t)$); le rotazioni dei nodi, che costituiscono le ulteriori incognite iperstatiche del sistema, sono determinate imponendo l'equilibrio alla rotazione dei nodi.

6.4. Procedimento iterativo di calcolo

Sia assegnata l'accelerazione del suolo mediante le funzioni $A_x(t)$ e $A_y(t)$ che ne esprimono le componenti secondo gli assi di riferimento. Ci proponiamo di risolvere le equazioni di equilibrio dinamico del telaio agli estremi di intervalli di tempo di ampiezza Dt . Il valore Dt , come consigliato da numerosi autori, deve soddisfare per assicurare la convergenza del procedimento la:

$$Dt < \frac{1}{10} \frac{2\pi}{\bar{\omega}} \quad (2)$$

essendo $\bar{\omega}$, tra le pulsazioni principali del telaio spaziale, quella che presenta spostamenti maggiori della direzione di massima accelerazione del terreno.

Sono note, per essere condizioni iniziali assegnate ovvero condizioni finali determinate nel precedente intervallo, le accelerazioni ($\ddot{\xi}_{ok}(t)$, $\ddot{\eta}_{ok}(t)$, $\ddot{\varphi}_k(t)$), le velocità ($\dot{\xi}_{ok}(t)$, $\dot{\eta}_{ok}(t)$, $\dot{\varphi}_k(t)$), gli spostamenti ($\xi_{ok}(t)$, $\eta_{ok}(t)$, $\varphi_k(t)$) e le reazioni elastiche ($T_{ox,k}(t)$, $T_{oy,k}(t)$, $M_{ok}(t)$) di ogni generico impalcato k del telaio rispetto alla sua configurazione indeformata al generico istante t ; ci proponiamo di determinare i valori all'istante $t + Dt$. La procedura che si espone è di tipo iterativo ed è sintetizzata nello schematico diagramma di flusso di fig. 6.2. Il ciclo inizia con l'assumere valori provvisori delle accelerazioni al tempo $t + Dt$ rica-

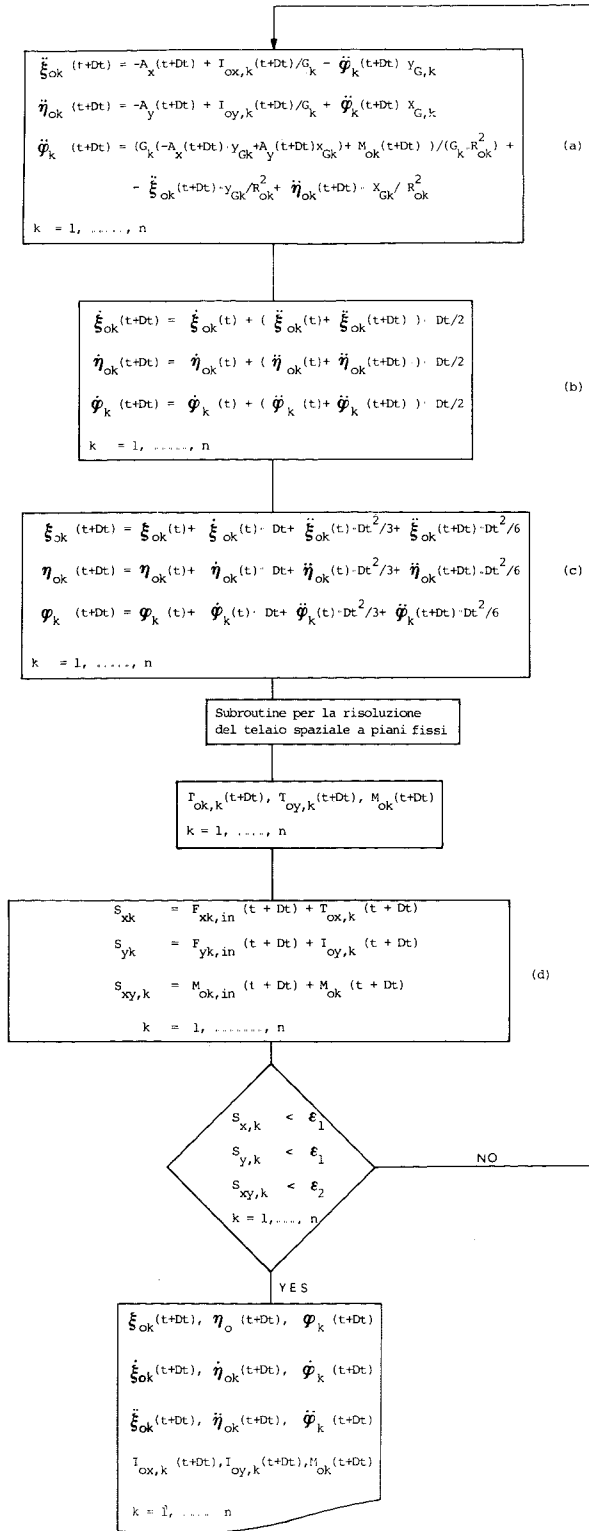


Figura 6.2. Schematico diagramma di flusso della procedura iterativa proposta nel par. 6.4.

vandoli dalle tre equazioni di equilibrio dell'impalcato. Nelle prime due delle (a) compaiono a secondo membro le accelerazioni del suolo ($A_x(t + Dt)$, $A_y(t + Dt)$) che sono assegnate, le reazioni elastiche ($T_{ox,k}(t + Dt)$, $T_{oy,k}(t + Dt)$) e l'accelerazione angolare $\ddot{\varphi}_k(t + Dt)$ per le quali si assumono i valori determinati nella iterazione precedente. Nella prima iterazione $\ddot{\varphi}_k(t + Dt)$ è pertanto assunta eguale a zero mentre per il valore della reazione elastica è risultato più utile, per la rapidità di convergenza del procedimento, assumere i valori determinati all'istante t .

La terza espressione, che fornisce l'accelerazione angolare $\ddot{\varphi}_k(t + Dt)$, utilizza il valore della reazione elastica $M_{ok}(t + Dt)$ dell'iterazione precedente ed i valori delle accelerazioni $\ddot{\xi}_{ok}(t + Dt)$ e $\ddot{\eta}_{ok}(t + Dt)$ aggiornati dalle due precedenti espressioni.

Le successive tre espressioni (b) esprimono le velocità in funzione delle accelerazioni all'estremità dell'intervallo di tempo nell'ipotesi che esse varino linearmente. Con la medesima ipotesi le (c) forniscono gli spostamenti e rotazioni degli impalcato.

Noti questi è necessario determinare le reazioni elastiche del telaio spaziale che si oppongono agli spostamenti e rotazioni degli impalcato. Tali reazioni sono facilmente ottenibili premoltiplicando la matrice di rigidezza del telaio spaziale (ottenuta assemblando le matrici di rigidezza laterali dei singoli telai) per il vettore degli spostamenti.

In questo studio si è preferito utilizzare in questa fase il metodo di rilassamento delle rigidità globali; esso può essere impiegato assai agevolmente considerando che essendo assegnati gli spostamenti e le rotazioni degli impalcato il telaio è divenuto a piani fissi e pertanto va risolto solo mediante equilibramento dei nodi. I tagli dei ritti che si innestano su ciascun impalcato forniscono le reazioni elastiche. Questa procedura, ancorché più onerosa, presenta dei vantaggi che chiariremo più innanzi.

Note le reazioni elastiche le espressioni (d) controllano l'effettivo equilibrio alla traslazione e rotazione degli impalcato con i valori delle accelerazioni e delle reazioni elastiche determinate. Se lo squilibrio non è inferiore ai valori di tolleranza assegnati si ripercorre il ciclo dal blocco d'istruzione (a); se invece lo è sono disponibili i valori delle accelerazioni, velocità, spostamenti e reazioni elastiche degli n impalcato all'istante $t + Dt$ che si assumeranno come condizioni iniziali nel successivo intervallo di tempo.

Avendo adoperato un metodo di rilassamento per la determinazione delle reazioni elastiche del telaio sono anche disponibili i valori di tutte le altre incognite iperstatiche del telaio (rotazioni dei nodi) e di conseguenza lo stato di sollecitazione completo di tutte le membrature in quel determinato istante; se si è operato con la matrice di rigidezza esso è ottenibile caricando il telaio spaziale con un sistema di azioni sollecitanti eguale e contrario alle reazioni elastiche determinate.

Nella fig. 6.3 è graficizzato il risultato di tale analisi dinamica applicata al piccolo fabbricato di fig. 6.1. L'esempio utilizza un possibile terre-

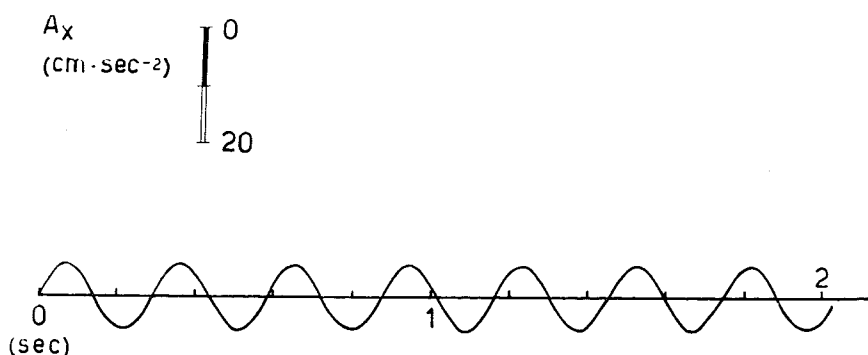


Figura 6.3 a) Accelerazione del terreno assunta nell'esempio numerico.

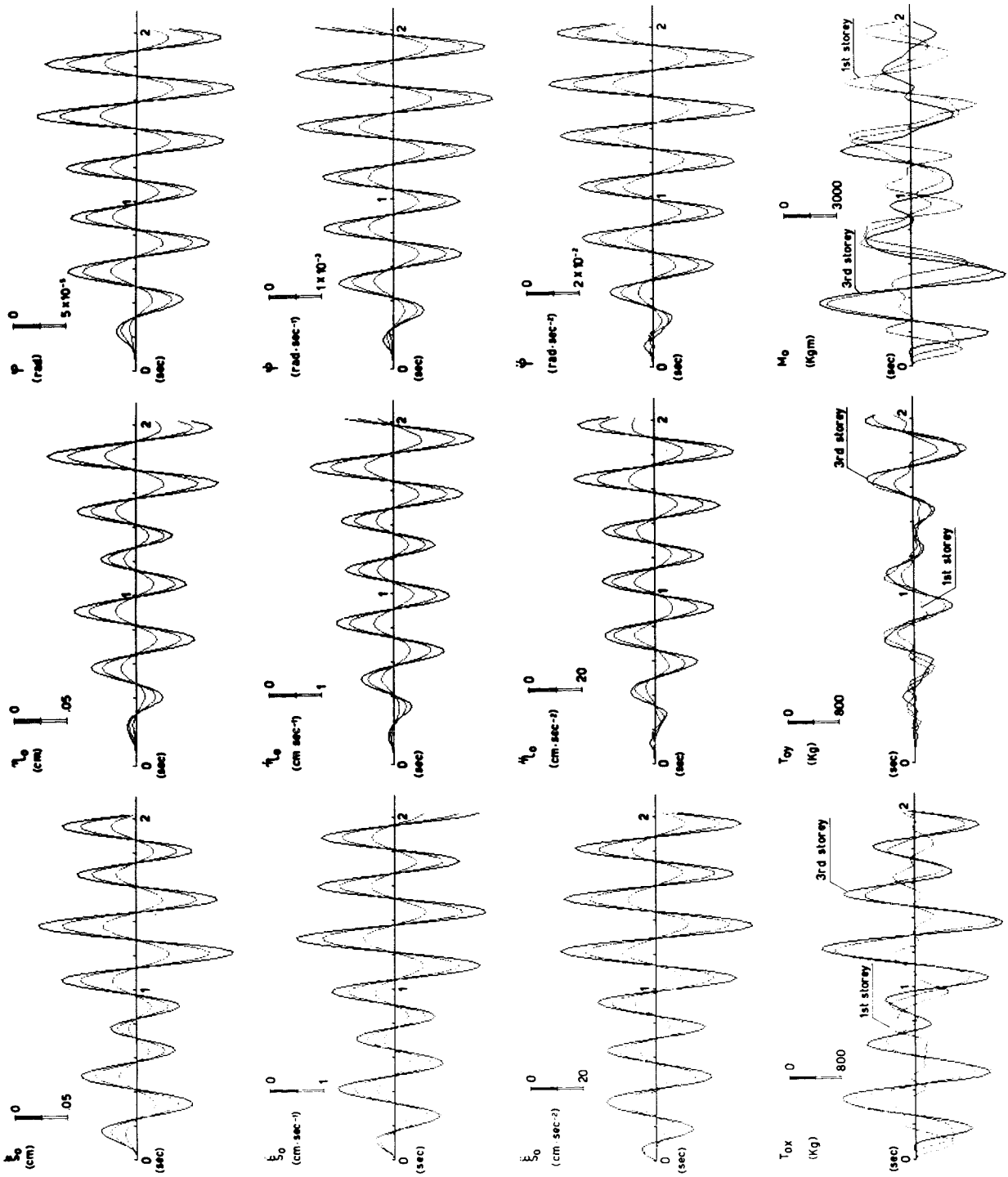


Figura 6.3.b) Risultati dell'analisi dinamica del fabbricato di cui alla fig. 6.1., sottoposto al fenomeno ondulatorio rappresentato nelle fig. 6.3. a) in assenza di smorzamenti viscosi.

moto di progetto determinato in [11] caratterizzato da un'accelerazione del suolo di tipo sinusoidale

$$a(t) = -a_{\max} \sin \psi t$$

ove $a_{\max} = 5.62 \text{ cm sec}^{-2}$ e $\psi = 21.66 \text{ rad sec}^{-1}$. Il fenomeno ondulatorio è stato considerato agire in direzione x , l'indagine è stata limitata ai primi due secondi, con incrementi di tempo pari a due centesimi di secondo.

6.5. L'influenza degli effetti viscosi.

Nei paragrafi precedenti non abbiamo considerato le forze di smorzamento che dipendono dall'attrito interno e dalla resistenza del fluido che circonda la struttura; la dissipazione di energia produce una generale attenuazione dei fenomeni nel tempo di entità quasi mai trascurabile.

La valutazione di tali azioni è certamente problematica; generalmente s'interpretano tali azioni come di tipo viscoso e quindi proporzionali alla velocità del sistema.

Nel nostro studio è risultato agevole accogliere la posizione certamente approssimata [9] che pone la matrice degli smorzamenti proporzionale a quella delle masse. Come fattore di proporzionalità si è assunto

$$\beta = 2 \nu \bar{\omega} \quad (3)$$

ove ν è il fattore di smorzamento caratteristico del tipo di struttura in esame (ad es. $\nu = .05$ per telai in c.a.) ed $\bar{\omega}$ la pulsazione più significativa in relazione all'accelerazione del terreno.

Con queste ipotesi semplificative le azioni smorzanti ad ogni impalcato formano anch'esse un sistema piano equivalente ad una risultante $F_{k,vis}$ applicata nella origine e ad una coppia $M_{ok,vis}$:

$$F_{xk,vis}(t) = -2 \nu \bar{\omega} G_k (\dot{\xi}_{ok}(t) + \dot{\phi}_k(t) \cdot Y_{Gk})$$

$$F_{yk,vis}(t) = -2 \nu \bar{\omega} G_k (\dot{\eta}_{ok}(t) - \dot{\phi}_k(t) \cdot X_{Gk}) \quad (4)$$

$$M_{ok,vis} = -2 \nu \bar{\omega} G_k (\dot{\xi}_{ok}(t) + Y_{Gk}(t) - \dot{\eta}_{ok}(t) X_{Gk} + \dot{\phi} R_{ok}^2)$$

Tali azioni si sommano alle reazioni elastiche ed alle forze d'inerzia nelle equazioni di equilibrio modificando il blocco di istruzioni (a) e (d) della procedura di calcolo illustrata (fig. 6.4.).

Nella fig. 6.5 son graficizzati i risultati ottenuti per il medesimo piccolo fabbricato adottando $\nu = 0,05$ ed $\bar{\omega} = 14.569 \text{ sec}^{-1}$ (pulsazione relativa alla minima oscillazione libera principale con spostamenti prevalenti nella direzione x).

6.6. Il contributo delle tompagnature.

Com'è noto il comportamento del fabbricato varia notevolmente ove si consideri la collaborazione dei pannelli in muratura che sono normalmente inseriti nei telai perimetrali (fig. 6.6). Tali pannelli conferiscono una elevata rigidità al fabbricato e si sono rivelati molto utili per assorbire quote notevoli dell'energia sismica fino a che il superamento della resistenza della muratura o fenomeni di instabilità non li hanno messi fuori servizio restituendo interamente al nudo telaio la funzione resistente.

Il metodo delle rigidità globali consente di valutare la collaborazione dei pannelli mediante l'aggiunta di telai ausiliari con traversi infinitamente rigidi e ritzi fittizi «equivalenti» ai pannelli [3]. L'inerzia dei ritzi fittizi è fornita dall'espressione

$$I^a = \frac{E_m}{E_c} \frac{s^3}{12} \frac{\sin^4 \alpha}{2}$$

essendo E_m il modulo di elasticità della muratura, s ed l lo spessore e la lunghezza del pannello ed α l'inclinazione sull'orizzontale della diagonale compressa.

Nella fig. 6.7 sono graficizzati i risultati dell'analisi dinamica del telaio spaziale irrigidito da pannelli in muratura lungo il perimetro ($s = 30$ cm; $E_m = 40.000$ kg/cm²). Avendo adoperato la medesima scala delle precedenti rappresentazioni per consentire un rapido confronto, sono riportati solo i diagrammi dei parametri numericamente significativi nella suddetta scala.

a)

$$\begin{aligned} \ddot{\xi}_{ok}(t+Dt) &= -A_x(t+Dt) + T_{ox,k}(t+Dt)/G_k - \ddot{\varphi} \cdot y_{Gk} \\ &\quad - 2\nu\bar{\omega} \cdot (\dot{\xi}_{ok}(t+Dt) + \dot{\varphi}_k \cdot y_{Gk}) \\ \ddot{\eta}_{ok}(t+Dt) &= -A_y(t+Dt) + T_{oy,k}(t+Dt)/G_k + \ddot{\varphi} \cdot y_{Gk} \\ &\quad - 2\nu\bar{\omega} \cdot (\dot{\eta}_{ok}(t+Dt) - \dot{\varphi}_k \cdot x_{Gk}) \\ \ddot{\varphi}_k(t+Dt) &= (G_k(-A_x(t+Dt)y_{Gk} + A_y(t+Dt)x_{Gk}) + M_{ok}(t+Dt))/(G_k \cdot R_{ok}^2) - \\ &\quad - 2\nu\bar{\omega}(\dot{\xi}_{ok}(t+Dt) \cdot y_{Gk} - \dot{\eta}_{ok} \cdot x_{Gk} + \dot{\varphi}_k \cdot R_{ok}^2)/R_{ok}^2 \end{aligned}$$

d)

$$\begin{aligned} S_{x,k} &= F_{xk,in}(t+Dt) + F_{xk,vis}(t+Dt) + T_{ox,k}(t+Dt) \\ S_{y,k} &= F_{yk,in}(t+Dt) + F_{yk,vis}(t+Dt) + T_{oy,k}(t+Dt) \\ S_{xy,k} &= M_{ok,in}(t+Dt) + M_{ok,vis}(t+Dt) + M_{ox}(t+Dt) \end{aligned}$$

Figura 6.4. I blocchi di istruzioni a) e d) inseriti nel diagramma di flusso rappresentato nella fig. 6.2 si modificano per tener conto degli effetti viscosi.

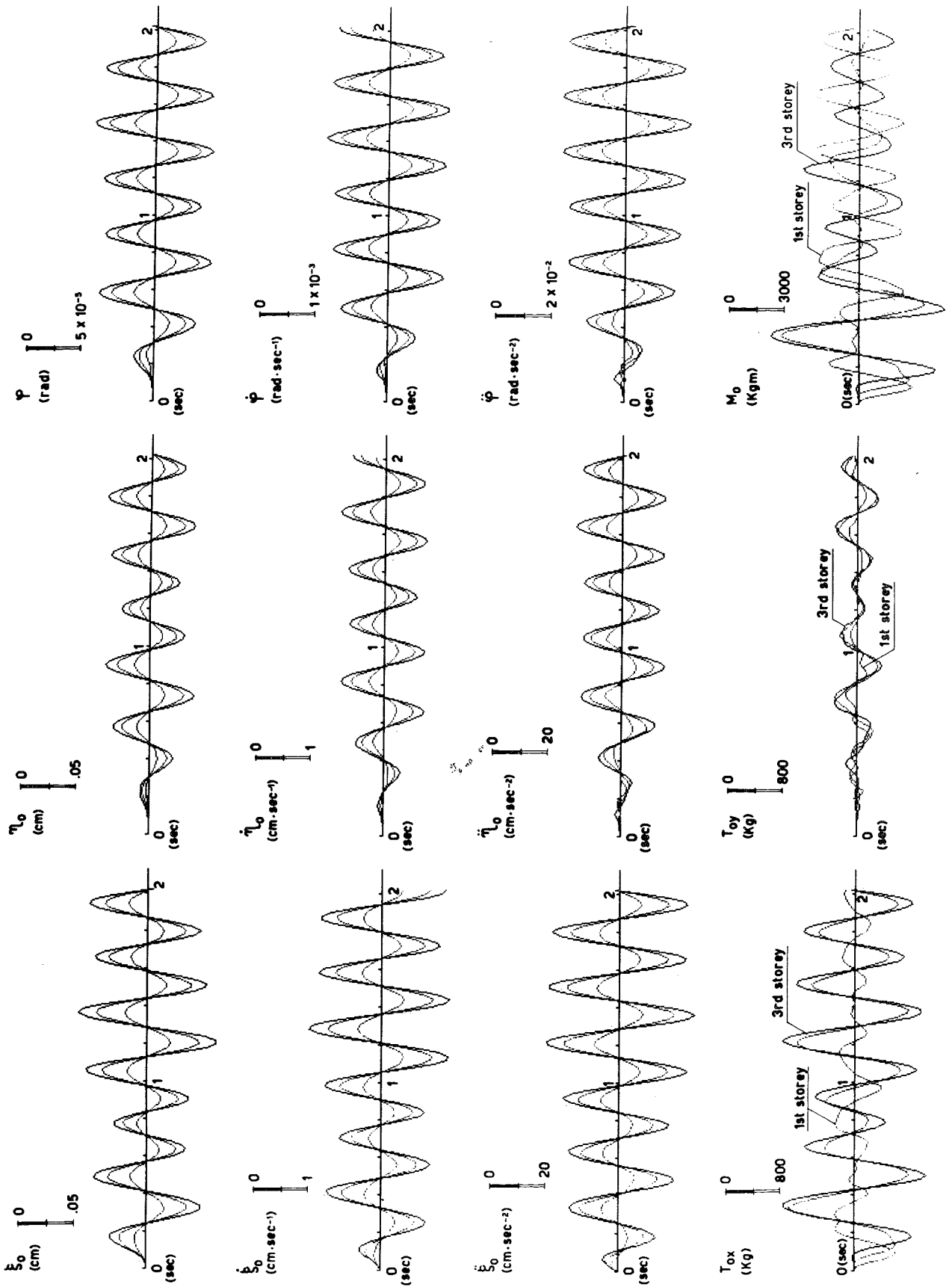


Figura 6.5. Risultati dell'analisi dinamica del fabbricato di fig. 6.1., sottoposto al fenomeno ondulatorio rappresentato in fig. 6.3 a), tenendo conto di effetti viscosi smorzanti.

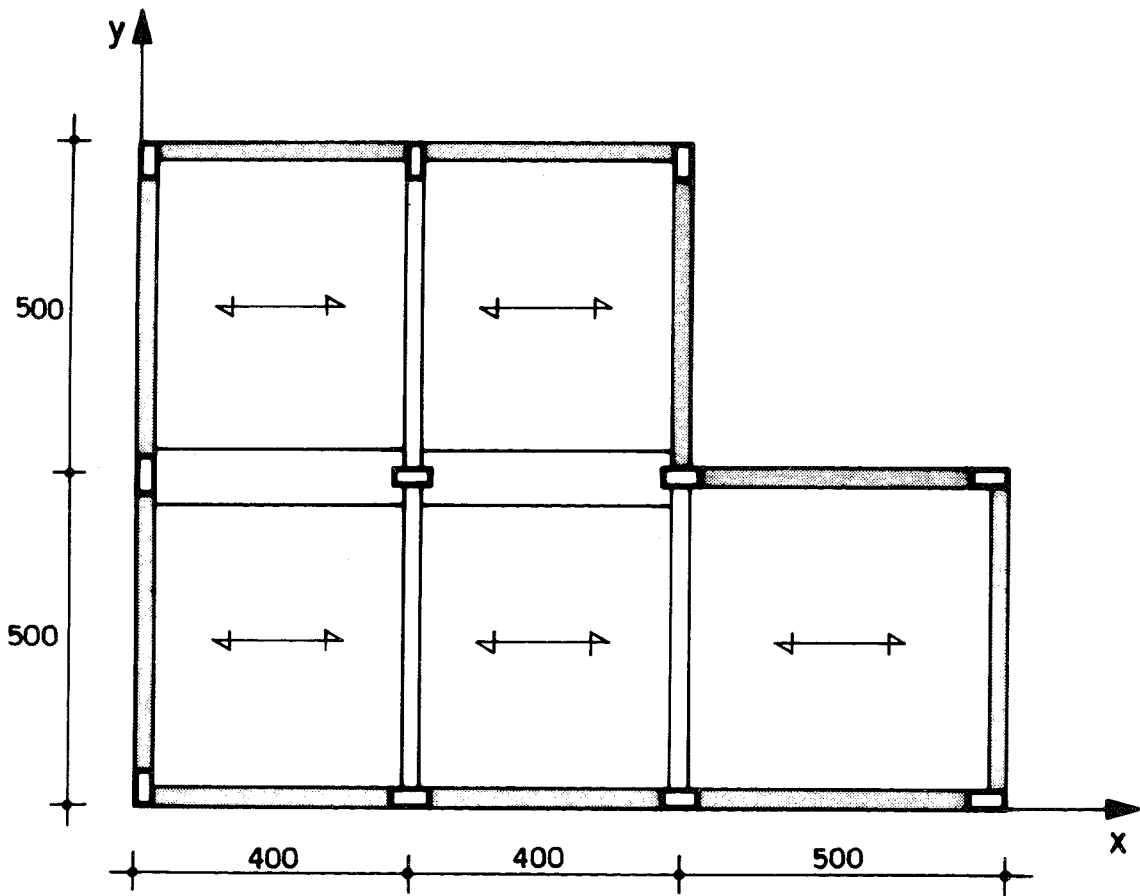


Figura 6.6. L'inserimento delle tompagnature perimetrali ($E_m = 40.000 \text{ km cm}^2$, $s = 30 \text{ cm}$) conferisce al telaio spaziale un'elevata rigidità.

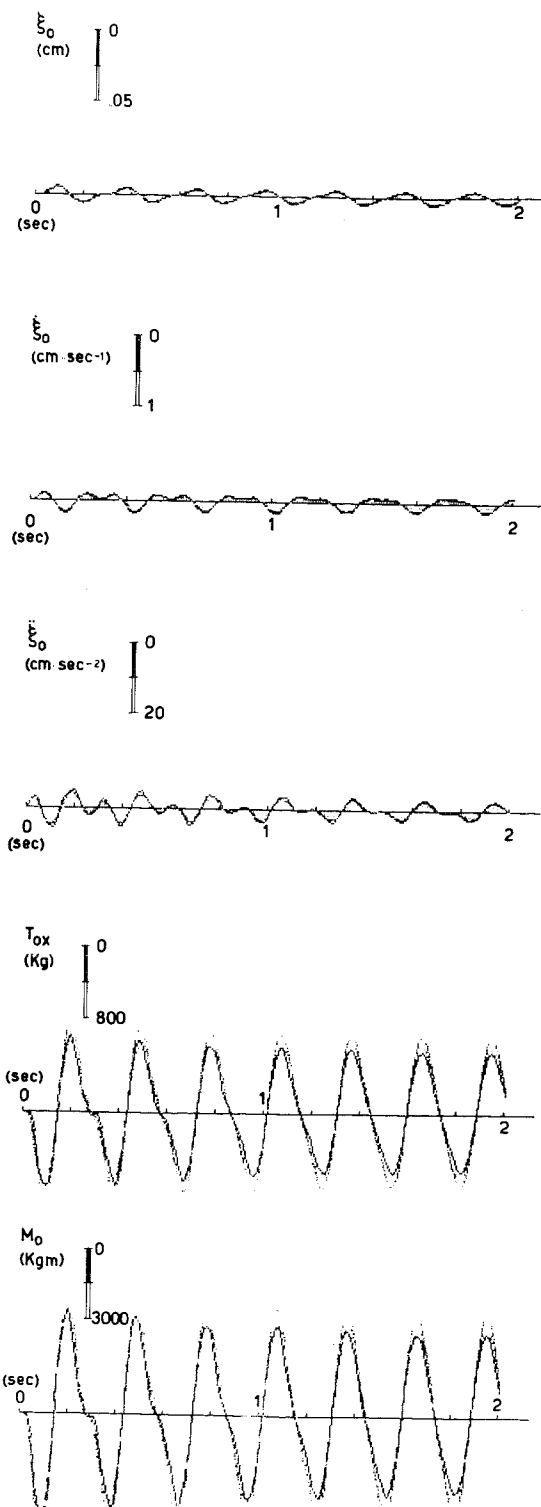


Figura 6.7. Risultati dell'analisi dinamica del fabbricato di cui alla fig 6.1., sottoposto al fenomeno ondulatorio rappresentato in fig. 6.3 a), tenendo conto della collaborazione delle tompagnature perimetrali

Bibliografia

1. P. Lenza: *Un metodo iterativo per l'analisi modale dei telai*, in *Ingegneria Sismica* n° 2/1985
2. M. Pagano: *Teoria degli Edifici. Telai per edifici a maglie rettangolari*, vol. 3 tomo 1, Liguori Editore, Napoli 1979.
3. M. Pagano: *Teoria degli Edifici. Telai per edifici. Schemi particolari*, Vol. 3 tomo 2, Liguori Editore, Napoli 1981.
4. A. Ghersi: « Strutture intelaiate spaziali per edifici », in *Giornale del Genio Civile*, Fascicolo 4-5-6 1977.
5. M. Capurso: *Introduzione al calcolo automatico delle strutture*, E.S.A.C. Roma 1977.
6. R. Ramasco: Appunti del Corso di *Dinamica delle Costruzioni ed Ingegneria Sismica*, Napoli, anno acc. 1985-86.
7. C. Gavarina, M. Mele, R. Ramasco: *Progettazione di strutture in c.a. in zona sismica*, CISM, Udine 1982.
8. AA.VV.: *Costruzioni in zona sismica*, Masson Italia Editori, Milano 1981.
9. J. S. Przenieniecki: *Theory of matrix structural analysis*, McGraw Hill Book Company.
10. M. Capurso: *Edifici soggetti a forze orizzontali. Calcolo automatico*, E.S.A.C. Roma 1984.
11. S. Santorelli: « La costruzione di terremoti artificiali: lo spettro di progetto » in *Giornale del Genio Civile*, Roma 1973.
12. S. Santorelli: « La costruzione di terremoti artificiali: il terremoto di progetto » in *Giornale del Genio Civile*, Roma 1976.
13. S. Santorelli: « Dai dati accelerometrici alla valutazione degli spostamenti del suolo » in *Red. dell'Acc. di Scienze Fis. e Matem. della Società Naz. di Scienze, Lettere ed Arti in Napoli*, Serie 4, vol. XL, 1973.
14. R. Ramasco, S. Santorelli: « L'influenza dello smorzamento e del comportamento elasto-plastico sulla risposta sismica di ossature intelaiate piane » in *Giornale del Genio Civile*, Fasc. 10-11-12, Roma 1974.

APPENDICE AL CAPITOLO SESTO.

PROGRAMMI DI CALCOLO PER L'ANALISI DINAMICA DEI TELAI SPAZIALI DI EDIFICI SOGGETTI AD OSCILLAZIONI FORZATE COL METODO ITERATIVO DI NEWMARK UTILIZZANDO IL METODO DI RILASSAMENTO DELLE RIGIDITÀ GLOBALI.

Pietro Lenza

a. Introduzione.

b. Schema della struttura

Rinviamo per quanto attiene alle considerazioni introduttive ed alla schematizzazione della struttura dell'edificio agli analoghi paragrafi dell'Appendice al Cap. 5.

c. Variabili d'ingresso

La lista dei DATA dei programmi presentati in questo capitolo coincide con quella del primo programma del capitolo precedente con l'unica aggiunta, in coda alla suddetta lista, del tempo di integrazione [DT] e, nel caso che si consideri anche l'effetto degli smorzamenti viscosi, del parametro BETA [SM]. Non sono previsti altri dati da fornire mediante l'istruzione INPUT. L'eccitazione sismica del suolo viene assegnata direttamente nel programma nelle linee 156-166 ove viene trasformata direttamente in forza d'inerzia di trascinamento e deve essere particolarizzata al fenomeno di esame. Nel caso che l'accelerazione del suolo non sia esprimibile con una funzione continua, come nell'esempio considerato nel testo, occorrerà modificare il suddetto segmento del programma leggendo, ad ogni istante T le accelerazione da considerare; queste saranno memorizzate in coda alle altre variabili d'ingresso come ulteriore lista di DATA.

d. Struttura dei programmi

I due programmi presentati differiscono tra loro per considerare il secondo anche gli effetti viscosi che producono lo smorzamento dei fenomeni. Vengono così a modificarsi solo il blocco di istruzione a) e d) così come illustrato nel testo.

In entrambi i programmi si utilizza come routine fondamentale per il calcolo delle reazioni elastiche il calcolo del telaio spaziale con il metodo delle rigidità globali. In questo caso tuttavia, essendo prefissata la traslazione e rotazione degli impalcati, il telaio da analizzare è ad impalcati fissi per cui è sufficiente utilizzare il blocco di istruzioni relativo all'operazione di rotazione dei nodi e quello di controllo dell'equilibrio dei nodi; ottenuta la convergenza dei valori si utilizzano le equazioni di equilibrio alla traslazione e rotazione dei piani per ottenere il sistema di reazioni elastiche del telaio.

Nel seguito si riporta il listato completo del primo programma con la lista dei DATA relativa all'esempio illustrato nel testo, la parte del secondo programma che differisce dal primo ed infine lo schema della struttura coi telai ausiliari che simulano la collaborazione dei pannelli murari (fig. 6.8) e la lista dei DATA relativi.

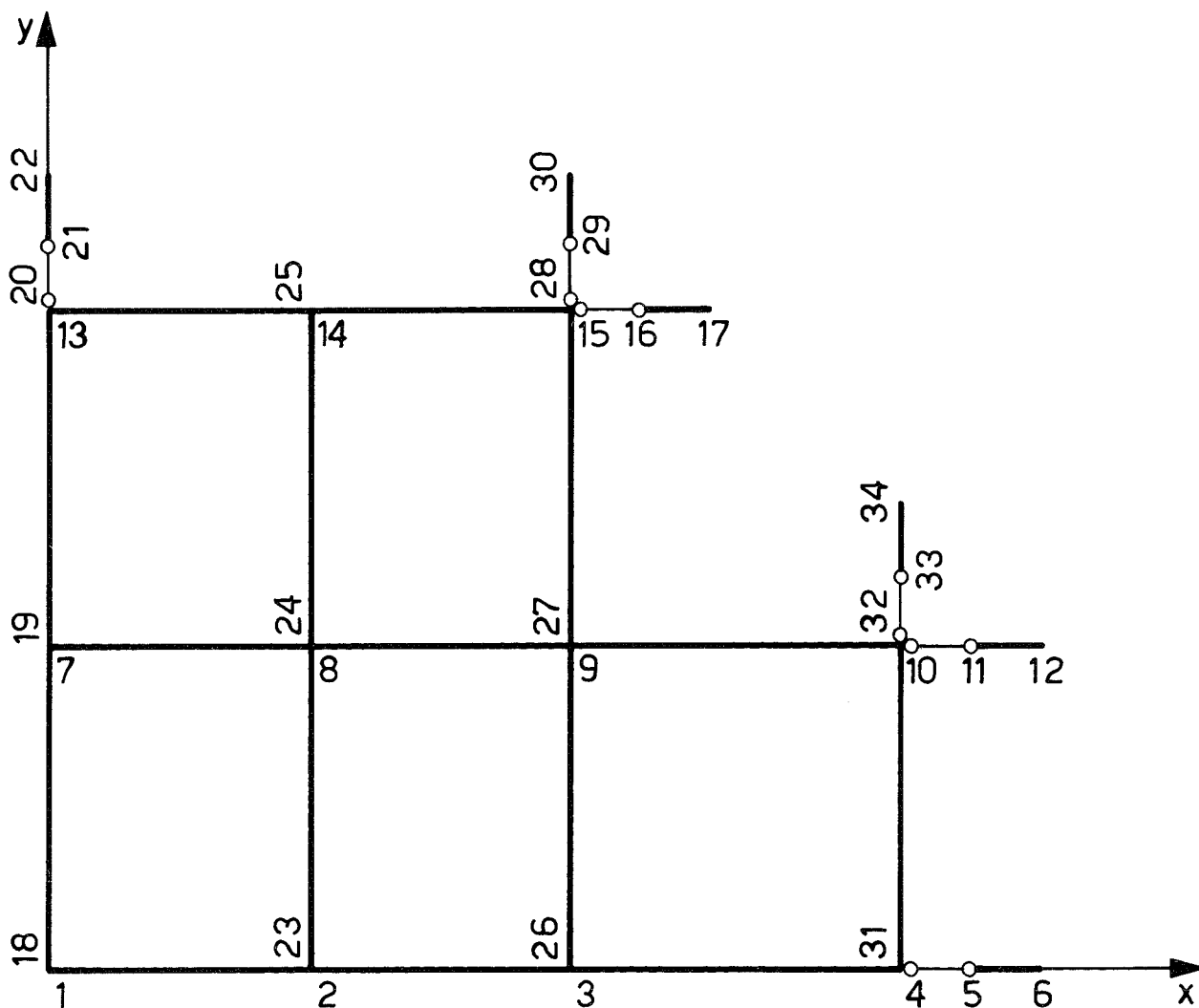


Figura 6.8. Schema strutturale del telaio spaziale modificato dai telai ausiliari « equivalenti » ai pannelli murari (cfr. fig. 5.9).

e. Elenco delle principali variabili di lavoro e di uscita dei programmi relativi al Cap. 6

Le principali variabili sono già elencate nel corrispondente paragrafo dell'appendice del Cap. 5 al quale si rinvia il lettore. Nel seguito si elencano alcune variabili specifiche dei programmi presentati in questa appendice.

TP	Variabile provvisoria che esprime, ad ogni passo del procedimento, il valore aggiornato del tempo [sec];
FOX (K), FOY (K), MO (K)	sistema di azioni inerziali di trascinamento del sistema per effetto del moto del suolo, riferito all'origine del riferimento ed al piano K [Kg], [Kg], [Kg cm];



- AX (K, 1), AY (K, 1) AF (K, 1) accelerazioni tangenziali ed angolari del piano k, per il moto relativo di deformazione del sistema rispetto alla base fondale, all'inizio dell'intervallo di tempo considerato [cm sec⁻², [cm sec⁻²], [rad sec⁻²];
- AX (K, 2), AY (K, 2), AF (K, 2) accelerazioni tangenziali ed angolari del piano k, per il moto relativo di deformazione del sistema rispetto alla sua base fondale, alla fine dell'intervallo di tempo considerato [cm sec⁻²], [cm sec⁻²], [rad sec⁻²];
- VX (K, 1), VY (K, 1), VF (K, 1) velocità tangenziali ed angolari del piano K, per il moto relativo di deformazione rispetto alla base fondale del sistema, all'inizio dell'intervallo di tempo considerato [cm sec⁻¹], [cm sec⁻¹], [rad sec⁻¹];
- VX (K, 2), VY (K, 2), VF (K, 2) velocità tangenziali ed angolari del piano K, per il moto relativo di deformazione rispetto alla base fondale del sistema, alla fine dell'intervallo di tempo considerato [cm sec⁻¹], [cm sec⁻¹], [rad sec⁻¹];
- DOX (K, 1), DOY (K, 1) F (K, 1) spostamenti e rotazione del piano k, per il moto relativo di deformazione rispetto alla base fondale del sistema, all'inizio dell'intervallo di tempo considerato [cm], [cm], [rad];
- DOX (K, 2), DOY (K, 2), F (K, 2) spostamenti e rotazione dl piano k, per il moto relativo di deformazione rispetto alla base fondale del sistema, alla fine dell'intervallo di tempo considerato [cm], [cm], [rad].

```

5   'Programma per l'analisi dinamica del telaio spaziale col
    metodo di Newmark
    Tutti i dati sono forniti in kg-cm-sec
10  KEY OFF:CLS
12  SCREEN 1
14  COLOR 1,1
16  CLS:OPTION BASE 1
18  PRINT"ANALISI DINAMICA TELAIO SPAZIALE          COL METODO DI NEWMARK"
20  READ E,KZ,JX,JY 'legge il modulo di elasticità, il numero dei
    piani, il numero dei telai // x e // y
22  JZ=JX+JY
24  DIM IR(20),Y(20),X(20)
26  FOR J=2 TO JZ+1
28  READ IR(J)' legge il numero dell'ultimo ritto del telaio j-1
30  NEXT J
32  DIM L(100),H(6),WR(100,6),WT(100,6),GMX(6),GMY(6),W(6)
34  DIM G(6),FI(100,6),FRX(6),FRY(6),DF(6)
    DIM
36  DIM AX(6,2),AY(6,2),AF(6,2),VX(6,2),VY(6,2),VF(6,2),DOX(6,2),
    DOY(6,2),F(6,2)
38  DIM FOX(6),FOY(6),MO(6),QX(6),QY(6),MR(6)
40  FOR J=1 TO JX
42  READ Y(J)'legge le ordinate dei telai // x
44  NEXT J
46  FOR J=JX+1 TO JZ
48  READ X(J)'legge le ascisse dei telai // y
50  NEXT J
52  FOR J=1 TO JZ
54  FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)-1
56  READ L(I)' legge le luci delle campate di tutti i telai
58  NEXT I:NEXT J
60  FOR K=1 TO KZ
62  READ H(K)' legge le altezze dei piani
64  NEXT K
66  READ NTST'legge il numero di tipi di sezione delle travi
68  DIM BT(20),HT(20)
70  FOR I=1 TO NTST
72  READ BT(I),HT(I)'legge le ntst coppie b-h delle sezioni delle travi
74  NEXT I
76  READ NTSR'legge il numero di tipi di sezione dei ritti
78  DIM BR(20),HR(20)
80  FOR I=1 TO NTSR
82  READ BR(I),HR(I)'legge le ntsr coppie b-h delle sezioni dei ritti
84  NEXT I
86  FOR K=1 TO KZ
88  FOR J=1 TO JZ
90  FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
92  IF I=IR(J+1) THEN 98
94  READ Z,X 'legge il numero della sezione del ritto e della
    trave procedendo dal primo all'ultimo piano e per ciascun
    piano dal primo all'ultimo telaio
96  GOTO 100
98  READ Z:GOTO 102
100 WT(I,K)=E*BT(X)*HT(X)^3/(12*L(I))
102 WR(I,K)=E*BR(Z)*HR(Z)^3/(12*H(K))
104 NEXT I:NEXT J:NEXT K
106 REM          BARICENTRO MASSE
108 FOR K=1 TO KZ
110 READ GMX(K),GMY(K)'legge le coordinate del baricentro delle masse
112 NEXT K
114 WIDTH "lpt1:",130:LPRINT CHR$(15)

```



```

116 LPRINT"Salerno, ";DATE$:LPRINT:LPRINT"Analisi dinamica telaio
    spaziale"
118 LPRINT"Metodo iterativo di Newmark"
120 LPRINT:LPRINT
122 LPRINT "BARICENTRO MASSE"
124 LPRINT"PIANO", "X", "Y"
126 LPRINT"N.", "(CM)", "(CM)"
128 FOR K=1 TO KZ
130 LPRINT K,GMX(K), GMY(K)
132 NEXT K:LPRINT:LPRINT
134 FOR K=1 TO KZ
136 READ W(K)'legge le masse ponderali in kg-peso
138 NEXT K
140 READ RO 'legge il raggio d'inerzia rispetto all'origine del
    piano tipo
142 FOR K=1 TO KZ
144 G(K)=W(K)/981'trasforma le masse in kg*sec^2/cm
146 NEXT K
148 OPEN "o",1,"B:tab1" 'apre un file ove memorizzare i risultati
    relativi all'istante tp
150 CLS
152 READ DT 'legge l'intervallo di tempo di integrazione
154 TP=TP+DT
156 'determina ai vari piani le forze d'inerzia di trascinamento
    provocate dal fenomeno ondulatorio assegnato
158 FOR K=1 TO KZ
160 FOX(K)=G(K)*5.62*SIN(21.66*TP)
162 FOY(K)=0
164 MO(K)=FOX(K)*GMY(K)-FOY(K)*GMX(K)
166 NEXT K
168 FOR K=1 TO KZ'blocco di istruzioni a)
170 AX(K,2)=FOX(K)/G(K)+(QX(K)-QX(K+1))/G(K)-AF(K,2)*GMY(K)
172 AY(K,2)=FOY(K)/G(K)+(QY(K)-QY(K+1))/G(K)+AF(K,2)*GMX(K)
174 AF(K,2)=(MO(K)+MR(K)-MR(K+1))/(G(K)*RO^2)+
    -AX(K,2)*GMY(K)/RO^2+GMX(K)*AY(K,2)/RO^2
176 PRINT AX(K,2);AY(K,2);AF(K,2)
178 NEXT K
180 FOR K=1 TO KZ'blocco di istruzioni b)
182 VX(K,2)=VX(K,1)+(AX(K,1)+AX(K,2))*DT/2
184 VY(K,2)=VY(K,1)+(AY(K,1)+AY(K,2))*DT/2
186 VF(K,2)=VF(K,1)+(AF(K,1)+AF(K,2))*DT/2
188 NEXT K
190 FOR K=1 TO KZ'blocco di istruzioni c)
192 DOX(K,2)=DOX(K,1)+VX(K,1)*DT+AX(K,1)*DT^2/3+AX(K,2)*DT^2/6
194 DOY(K,2)=DOY(K,1)+VY(K,1)*DT+AY(K,1)*DT^2/3+AY(K,2)*DT^2/6
196 F(K,2)=F(K,1)+VF(K,1)*DT+AF(K,1)*DT^2/3+AF(K,2)*DT^2/6
198 NEXT K
200 FRX(1)=DOX(1,2)/H(1):FRY(1)=DOY(1,2)/H(1):DF(1)=F(1,2)
202 FOR K=2 TO KZ
204 FRX(K)=(DOX(K,2)-DOX(K-1,2))/H(K)
206 FRY(K)=(DOY(K,2)-DOY(K-1,2))/H(K)
208 DF(K)=F(K,2)-F(K-1,2)
210 NEXT K
212 GOSUB 1000 'rinvia alla subroutine per la risoluzione del
    telaio spaziale a piani fissi
214 FOR K=1 TO KZ 'blocco di istruzioni d) e controllo della
    tollerabilità dello squilibrio
216 S=FOX(K)/G(K)+(QX(K)-QX(K+1))/G(K)-AF(K,2)*GMY(K)-AX(K,2)
218 PRINT S
220 IF ABS(S/AX(K,2))>.001 THEN 168
222 S=FOY(K)/G(K)+(QY(K)-QY(K+1))/G(K)+AF(K,2)*GMX(K)-AY(K,2)

```

```

224 PRINT S
226 IF ABS(S/AY(K,2))>.001 THEN 168
228 S=(MO(K)+MR(K)-MR(K+1))/(G(K)*RO^2)-AX(K,2)*GMY(K)/RO^2+
+GMX(K)*AY(K,2)/RO^2-AF(K,2)
230 IF ABS(S/AF(K,2))>.001 THEN 168
232 PRINT S
234 NEXT K
236 REM memorizza su file tab i risultati
238 PRINT#1,TP
240 FOR K=1 TO KZ
242 PRINT#1,DOX(K,2);DOY(K,2);F(K,2)
244 PRINT#1,VX(K,2);VY(K,2);VF(K,2)
246 PRINT#1,AX(K,2);AY(K,2);AF(K,2)
248 PRINT#1,QX(K)-QX(K+1);QY(K)-QY(K+1);MR(K)-MR(K+1)
250 NEXT K
252 'istruzioni per la stampa dei risultati
254 LPRINT"T= ";TP;"sec"
256 LPRINT "piano" TAB(10) "Ax" TAB(25) "Ay" TAB(40) "Af" TAB(55)
"Dox" TAB(70)"Doy" TAB(85) "R"
258 FOR K=1 TO KZ
260 LPRINT K TAB(10) AX(K,2) TAB(25) AY(K,2) TAB(40) AF(K,2)
TAB(55) DOX(K,2) TAB(70) DOY(K,2) TAB(85) F(K,2)
262 NEXT K
264 LPRINT "piano" TAB(10) "Fox" TAB(25) "Foy" TAB(40) "Mo"
TAB(55) "Rx" TAB(70)"Ry" TAB(85) "Mr"
266 FOR K=1 TO KZ
268 LPRINT K TAB(10) FOX(K) TAB(25) FOY(K) TAB(40) MO(K) TAB(55)
QX(K)- QX(K+1) TAB(70) QY(K)-QY(K+1) TAB(85) MR(K)-MR(K+1)
270 NEXT K
272 LPRINT "piano" TAB(10) "Vx" TAB(25) "Vy" TAB(40) "Vf"
274 FOR K=1 TO KZ
276 LPRINT K TAB(10) VX(K,2) TAB(25) VY(K,2) TAB(40) VF(K,2)
278 NEXT K
280 FOR K=1 TO KZ
282 AX(K,1)=AX(K,2):AY(K,1)=AY(K,2):AF(K,1)=AF(K,2)
284 VX(K,1)=VX(K,2):VY(K,1)=VY(K,2):VF(K,1)=VF(K,2)
286 DOX(K,1)=DOX(K,2):DOY(K,1)=DOY(K,2):F(K,1)=F(K,2)
288 NEXT K
290 IF TP>=2 THEN CLOSE#1
292 IF TP>=2 THEN STOP
294 GOTO 154
1000 'Subroutine per la risoluzione del telaio spaziale a piani
fissi mediante equilibramenti di nodo
1002 FOR J=1 TO JX
1004 FOR K=1 TO KZ
1006 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
1008 Q=0
1010 S=-6*WR(I,K)*(FRX(K)+DF(K)*(Y(J))/H(K))
1012 .Q=WR(I,K)
1014 IF K>1 THEN 1016 ELSE 1018
1016 S=S+2*WR(I,K)*FI(I,K-1)
1018 IF K<KZ THEN 1020 ELSE 1024
1020 S=S-6*WR(I,K+1)*(FRX(K+1)+DF(K+1)*(Y(J))/H(K+1))+
+2*WR(I,K+1)*FI(I,K+1)
1022 Q=Q+WR(I,K+1)
1024 IF I>IR(J)+1 THEN 1026 ELSE 1030
1026 S=S+2*WT(I-1,K)*FI(I-1,K)
1028 Q=Q+WT(I-1,K)
1030 IF I<IR(J+1) THEN 1032 ELSE 1036
1032 S=S+WT(I,K)*FI(I+1,k)*2
1034 Q=Q+WT(I,K)

```

```

1036 FI(I,K)=-S/(4*Q)
1038 NEXT I
1040 NEXT K
1042 NEXT J
1044 FOR J=JX+1 TO JZ
1046 FOR K=1 TO KZ
1048 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
1050 Q=0
1052 S=-6*WR(I,K)*(FRY(K)+DF(K)*(-X(J))/H(K))
1054 Q=WR(I,K)
1056 IF K>1 THEN 1058 ELSE 1060
1058 S=S+2*WR(I,K)*FI(I,K-1)
1060 IF K<KZ THEN 1062 ELSE 1066
1062 S=S-6*WR(I,K+1)*(FRY(K+1)+DF(K+1)*(-X(J))/H(K+1))+
  2*WR(I,K+1)*FI(I,K+1)
1064 Q=Q+WR(I,K+1)
1066 IF I>IR(J)+1 THEN 1068 ELSE 1072
1068 S=S+2*WT(I-1,K)*FI(I-1,K)
1070 Q=Q+WT(I-1,K)
1072 IF I<IR(J)+1 THEN 1074 ELSE 1078
1074 S=S+2*WT(I,K)*FI(I+1,K)
1076 Q=Q+WT(I,K)
1078 FI(I,K)=-S/(4*Q)
1080 NEXT I
1082 NEXT K
1084 NEXT J
1086 REM CONTROLLO EQUILIBRIO NODI
1088 FOR J=1 TO JX
1090 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
1092 FOR K=1 TO KZ
1094 S=4*WR(I,K)*FI(I,K)-6*WR(I,K)*(FRX(K)+DF(K)*(Y(J))/H(K))
1096 IF K<KZ THEN 1098 ELSE 1100
1098 S=S+4*WR(I,K+1)*FI(I,K)-6*WR(I,K+1)*(FRX(K+1)+
  DF(K+1)*(Y(J))/H(K+1))+2*WR(I,K+1)*FI(I,K+1)
1100 IF I>IR(J)+1 THEN 1102 ELSE 1104
1102 S=S+2*WT(I-1,K)*(FI(I-1,K)+2*FI(I,K))
1104 IF I<IR(J)+1 THEN 1106 ELSE 1108
1106 S=S+2*WT(I,K)*(2*FI(I,K)+FI(I+1,K))
1108 IF K>1 THEN 1110 ELSE 1112
1110 S=S+2*WR(I,K)*FI(I,K-1)
1112 IF ABS(S)>5 THEN 1002
1114 NEXT K
1116 NEXT I
1118 NEXT J
1120 FOR J=JX+1 TO JZ
1122 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
1124 FOR K=1 TO KZ
1126 S=4*WR(I,K)*FI(I,K)-6*WR(I,K)*(FRY(K)+DF(K)*(-X(J))/H(K))
1128 IF K<KZ THEN 1130 ELSE 1132
1130 S=S+4*WR(I,K+1)*FI(I,K)-6*WR(I,K+1)*(FRY(K+1)+
  DF(K+1)*(-X(J))/H(K+1))+2*WR(I,K+1)*FI(I,K+1)
1132 IF I>IR(J)+1 THEN 1134 ELSE 1136
1134 S=S+2*WT(I-1,K)*(FI(I-1,K)+2*FI(I,K))
1136 IF I<IR(J)+1 THEN 1138 ELSE 1140
1138 S=S+2*WT(I,K)*(2*FI(I,K)+FI(I+1,K))
1140 IF K>1 THEN 1142 ELSE 1144
1142 S=S+2*WR(I,K)*FI(I,K-1)
1144 IF ABS(S)>5 THEN 1002
1146 NEXT K
1148 NEXT I
1150 NEXT J

```

```

2000 'Determina le reazioni elastiche del telaio spaziale
2002 FOR K=1 TO KZ:S=0
2004 FOR J=1 TO JX
2006 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
2008 S=S+6*WR(I,K)*(FI(I,K)-2*FRX(K)-2*DF(K)*Y(J)/H(K))
2010 IF K>1 THEN 2012 ELSE 2014
2012 S=S+6*WR(I,K)*FI(I,K-1)
2014 NEXT I
2016 NEXT J
2018 QX(K)=S/H(K)
2020 NEXT K
2022 FOR K=1 TO KZ:S=0
2024 FOR J=JX+1 TO JZ
2026 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
2028 S=S+6*WR(I,K)*(FI(I,K)-2*FRY(K)+2*DF(K)*X(J)/H(K))
2030 IF K>1 THEN 2032 ELSE 2034
2032 S=S+6*WR(I,K)*FI(I,K-1)
2034 NEXT I
2036 NEXT J
2038 QY(K)=S/H(K)
2040 NEXT K
2042 REM REAZ. ELAST. MR(K)
2044 FOR K=1 TO KZ:S=0
2046 FOR J=1 TO JX
2048 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
2050 S=S+6*WR(I,K)*(FI(I,K)-2*FRX(K)-2*DF(K)*Y(J)/H(K))*Y(J)
2052 IF K>1 THEN 2054 ELSE 2056
2054 S=S+6*WR(I,K)*FI(I,K-1)*Y(J)
2056 NEXT I
2058 NEXT J
2060 FOR J=JX+1 TO JZ
2062 FOR I=IR(J)+1 TO IR(J+1)
2064 S=S+6*WR(I,K)*(FI(I,K)-2*FRY(K)+2*DF(K)*X(J)/H(K))*(-X(J))
2066 IF K>1 THEN 2068 ELSE 2070
2068 S=S+6*WR(I,K)*FI(I,K-1)*(-X(J))
2070 NEXT I
2072 NEXT J
2074 MR(K)=S/H(K)
2076 NEXT K
2078 RETURN
10000 DATA 2e5,3,3,4
10002 DATA 4,8,11,14,17,20,22
10004 DATA 0,500,1000
10006 DATA 0,400,800,1300
10008 DATA 400,400,500,400,400,500,400,400,500,500,500,500,500,500,500
10010 DATA 350,350,350
10012 DATA 2,30,60,80,24
10014 DATA 2,30,60,60,30
10016 DATA 2,1,1,1,1,1,1,2,2,1,2,1,1,1,2,1,2,1,1,1,1,1,1,2,1,2,
1,1,2,1,2,1,1,2,1,2
10018 DATA 2,1,1,1,1,1,1,2,2,1,2,1,1,1,2,1,2,1,2,1,1,1,1,1,2,1,2,
1,1,2,1,2,1,1,2,1,2
10020 DATA 2,1,1,1,1,1,1,2,2,1,2,1,1,1,2,1,2,1,2,1,1,1,1,1,2,1,2,
1,1,2,1,2,1,1,2,1,2
10022 DATA 554.762,440.476,554.762,440.476,554.762,440.476
10024 DATA 105000,105000,80000
10026 DATA 838.933
10028 DATA .02

```

```

152 READ DT,SM 'legge l'intervallo di tempo d'integrazione ed il
    fattore di proporzionalità  $\beta$  della matrice degli smorzamenti
    con quella delle masse
154 TP=TP+DT
156 ' determina ai vari piani le forze d'inerzia di trascinamento
    provocate dal fenomeno ondulatorio assegnato
158 FOR K=1 TO kz
160 FOX(K)=G(K)*5.62*SIN(21.66*TP)
162 FOY(K)=0
164 MO(K)=FOX(K)*GMY(K)-FOY(K)*GMX(K)
166 NEXT K
168 FOR K=1 TO kz 'blocco di istruzioni a')
170 AX(K,2)=FOX(K)/G(K)+(QX(K)-QX(K+1))/G(K)-AF(K,2)*GMY(K)-
    SM*(VX(K,2)+GMY(K)*VF(K,2))
172 AY(K,2)=FOY(K)/G(K)+(QY(K)-QY(K+1))/G(K)+AF(K,2)*GMX(K)-
    SM*(VY(K,2)-GMX(K)*VF(K,2))
174 AF(K,2)=(MO(K)+MR(K)-MR(K+1))/(G(K)*RO^2)-AX(K,2)*GMY(K)/RO^2+
    GMX(K)*AY(K,2)/RO^2-SM*(VX(K,2)*GMY(K)-VY(K,2)*GMX(K)+
    VF(K,2)*RO^2)/RO^2
176 PRINT AX(K,2);AY(K,2);AF(K,2)
178 NEXT K
180 FOR K=1 TO kz 'blocco di istruzioni b)
182 VX(K,2)=VX(K,1)+(AX(K,1)+AX(K,2))*DT/2
184 VY(K,2)=VY(K,1)+(AY(K,1)+AY(K,2))*DT/2
186 VF(K,2)=VF(K,1)+(AF(K,1)+AF(K,2))*DT/2
188 NEXT K
190 FOR K=1 TO kz 'blocco di istruzioni c)
192 DOX(K,2)=DOX(K,1)+VX(K,1)*DT+AX(K,1)*DT^2/3+AX(K,2)*DT^2/6
194 DOY(K,2)=DOY(K,1)+VY(K,1)*DT+AY(K,1)*DT^2/3+AY(K,2)*DT^2/6
196 F(K,2)=F(K,1)+VF(K,1)*DT+AF(K,1)*DT^2/3+AF(K,2)*DT^2/6
198 NEXT K
200 FRX(1)=DOX(1,2)/H(1);FRY(1)=DOY(1,2)/H(1);DF(1)=F(1,2)
202 FOR K=2 TO kz
204 FRX(K)=(DOX(K,2)-DOX(K-1,2))/H(K)
206 FRY(K)=(DOY(K,2)-DOY(K-1,2))/H(K)
208 DF(K)=F(K,2)-F(K-1,2)
210 NEXT K
212 GOSUB 1000 'rinvia alla subroutine per la risoluzione del
    telaio spaziale a piani fissi
214 FOR K=1 TO kz 'blocco di istruzioni d) e controllo della
    tollerabilità dello squilibrio
216 S=FOX(K)/G(K)+(QX(K)-QX(K+1))/G(K)-AF(K,2)*GMY(K)-SM*(VX(K,2)+
    GMY(K)*VF(K,2))-AX(K,2)
218 PRINT S:IF ABS(AX(K,2))<1E-15 THEN 222
220 IF ABS(S/AX(K,2))>.001 THEN 168
222 S=FOY(K)/G(K)+(QY(K)-QY(K+1))/G(K)+AF(K,2)*GMX(K)-SM*(VY(K,2)-
    GMX(K)*VF(K,2))-AY(K,2)
224 PRINT S:IF ABS(AY(K,2))<1E-15 THEN 228
226 IF ABS(S/AY(K,2))>.001 THEN 168
228 S=(MO(K)+MR(K)-MR(K+1))/(G(K)*RO^2)-AX(K,2)*GMY(K)/RO^2+
    GMX(K)*AY(K,2)/RO^2-SM*(VX(K,2)*GMY(K)-VY(K,2)*GMX(K)+
    VF(K,2)*RO^2)/RO^2-AF(K,2)
230 IF ABS(AF(K,2))<1E-15 THEN 168
232 IF ABS(S/AF(K,2))>.001 THEN 168
234 PRINT S
236 NEXT K
10028 DATA .02,1.4569

```

```

10000 DATA 2E5,3,3,4
10002 DATA 6,12,17,22,25,30,34
10004 DATA 0,500,1000
10006 DATA 0,400,800,1300
10008 DATA 400,400,500,100,100,400,400,500,100,100,400,400,100,100,500,500,
100,100,500,500,500,500,100,100,500,100,100
10010 DATA 350,350,350
10012 DATA 4,30,60,80,24,1E-3,1E-3,1E3,1E3
10014 DATA 7,30,60,60,30,30,141,30,100,30,122,30,127,1E-3,1E-3
10016 DATA 2,1,1,1,1,1,1,3,3,4,7,2,2,1,2,1,1,1,3,4,4,7,2,1,2,1,2,3,5,4,7,1,
1,1,1,1,3,6,4,7,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,3,4,4,7,2,1,2,3,4,4,7
10018 DATA 2,1,1,1,1,1,1,3,3,4,7,2,2,1,2,1,1,1,3,4,4,7,2,1,2,1,2,3,5,4,7,1,
1,1,1,1,3,6,4,7,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,3,4,4,7,2,1,2,3,4,4,7
10020 DATA 2,1,1,1,1,1,1,3,3,4,7,2,2,1,2,1,1,1,3,4,4,7,2,1,2,1,2,3,5,4,7,1,
1,1,1,1,3,6,4,7,2,1,2,1,1,2,1,2,1,1,3,4,4,7,2,1,2,3,4,4,7
10022 DATA 554.762,440.476,554.762,440.476,554.762,440.476
10024 DATA 105000,105000,80000
10026 DATA 838.933
10028 DATA .01,1.4569

```

N.B. Essendo il telaio divenuto più rigido per la collaborazione dei pannelli è risultato necessario, per assicurare la convergenza, ridurre l'intervallo DT ad un centesimo di secondo.