### UNIVERSITÀ DI PISA – Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI)



Dinamica delle Strutture (CdLM in Ingegneria Edile e delle Costruzioni Civili)

A.A. 2015/2016

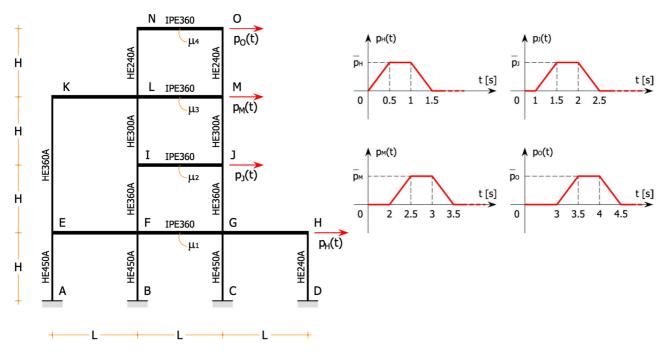
Docente: Prof. Ing. Paolo S. VALVO

Co-docenti: Prof. Ing. Walter SALVATORE, Dott. Ing. Francesco MORELLI

Web: www.ing.unipi.it/paolovalvo/dds.html

### Prova d'esame del 16 febbraio 2017

Il telaio piano mostrato in figura è realizzato in acciaio (modulo di Young  $E_s = 210$  GPa, densità  $\rho_s = 7850$  kg/m³). Masse distribuite per unità di lunghezza sono presenti sulle travi. Sui nodi indicati agiscono i carichi dinamici definiti dalle leggi temporali mostrate nei grafici sottostanti.



Si assuma valida l'ipotesi di Rayleigh, per cui  $[C] = \alpha[M] + \beta[K]$  con  $\alpha = 4$  e  $\beta = 0.0002$ , tenendo conto, però, che il rapporto di smorzamento non possa superare il valore  $\xi_{max} = 10\%$ .

- a) Assumendo opportune ipotesi semplificative, modellare la struttura come un sistema meccanico a 4 gradi di libertà. In questo caso,
  - determinare le frequenze naturali ed i corrispondenti modi di vibrare della struttura;
  - determinare la risposta dinamica della struttura per un tempo t compreso tra 0 e  $t_{max} = 10$  s;
  - tracciare i grafici in funzione del tempo degli spostamenti orizzontali dei punti H, J, M ed O.

[15 punti]

b) Rimosse le precedenti ipotesi semplificative, analizzare il problema con il metodo degli elementi finiti e determinare le stesse quantità di cui al punto a).

[15 punti]

Valori numerici da utilizzare nel calcolo:

 $L = (M/100) \text{ mm}, \qquad H = 4/5 \text{ L}, \qquad \mu_1 = (M/100) \text{ kg/m}, \qquad \mu_2 = (M/400) \text{ kg/m}, \qquad \mu_3 = (M/250) \text{ kg/m}, \\ \mu_4 = (M/500) \text{ kg/m}, \qquad \overline{p}_H = (M/2000) \text{ kN} \,, \quad \overline{p}_J = (M/2500) \text{ kN} \,, \quad \overline{p}_M = (M/4000) \text{ kN} \,, \quad \overline{p}_O = (M/5000) \text{ kN} \,, \quad \text{dove } M = \text{matricola}.$ 

# ANS TATION AND THE PROPERTY OF THE PARTY OF

#### **UNIVERSITÀ DI PISA – Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI)**

Dinamica delle Strutture (CdLM in Ingegneria Edile e delle Costruzioni Civili)

A.A. 2015/2016

Docente: Prof. Ing. Paolo S. VALVO

Co-docenti: Prof. Ing. Walter SALVATORE, Dott. Ing. Francesco MORELLI

Web: www.ing.unipi.it/paolovalvo/dds.html

## Prova d'esame del 16 febbraio 2017 - Risposte

Cognome	Nome	<b>Matricola</b> M	<b>Lunghezza</b> L [mm]
Massa distribuita μ <sub>1</sub> [kg/m]	<b>Massa distribuita</b> μ <sub>2</sub> [kg/m]	<b>Massa distribuita</b> μ₃ [kg/m]	<b>Massa distribuita</b> μ4 [kg/m]
Carico di riferimento $\overline{p}_H$ [kN]	Carico di riferimento $\bar{p}_{_{\mathrm{J}}}$ [kN]	Carico di riferimento $\bar{p}_{_{\!M}}$ [kN]	Carico di riferimento $\bar{p}_{o}$ [kN]

	Modello se	emplificato	Modello FEM	
Modo i	<b>Frequenza</b> f <sub>i</sub> [Hz]		Frequenza f <sub>i</sub> [Hz]	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
Quantità	Valore min	Valore max	Valore min	Valore max
Spost. orizz. u <sub>H</sub> [mm]				
Spost. orizz. u <sub>j</sub> [mm]				
Spost. orizz. u <sub>M</sub> [mm]				
Spost. orizz. u <sub>o</sub> [mm]				