

# Tecnica delle Costruzioni Meccaniche

## *Esercizi e soluzioni*

Stefano Miccoli

Anno Accademico 2004/2005  
(versione del 15 dicembre 2004)

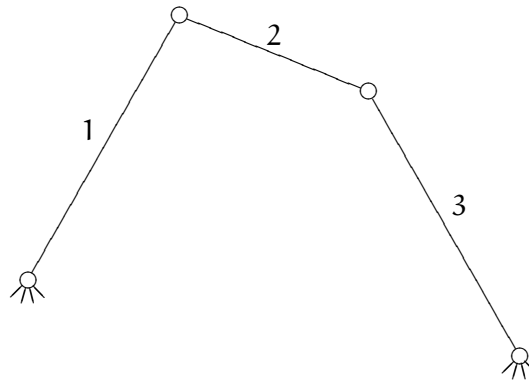
Copyright © 2000, 2003 by Stefano Miccoli. This material may be distributed only subject to the terms and conditions set forth in the Open Publication License, v1.0 or later (the latest version is presently available at <http://www.opencontent.org/openpub/>).

Distribution of substantively modified versions of this document is prohibited without the explicit permission of the copyright holder.

Distribution of the work or derivative of the work in any standard (paper) book form is prohibited unless prior permission is obtained from the copyright holder.

## 2 Analisi cinematica

### Esercizio 2.1.

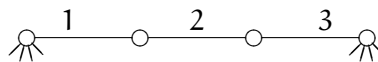


Determinare la cinematica del quadrilatero articolato in figura.

#### TRACCIA

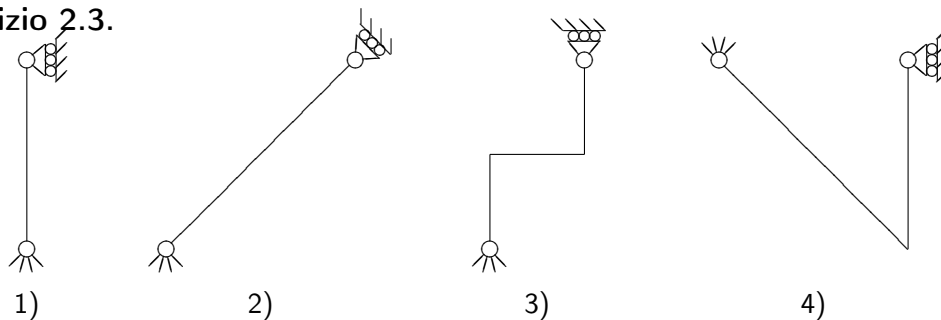
- *Determinare il CIR delle tre aste ( $CIR_i$ ,  $i = 1 \dots 3$ ).*
- *Osservare quanti gradi di libertà possiede la struttura.*
- *Fissata la rotazione della prima asta,  $\theta_1$ , (positiva se anti-oraria), determinare le conseguenti rotazioni  $\theta_i$ ,  $i = 2, 3$ , delle altre due aste.*

### Esercizio 2.2.



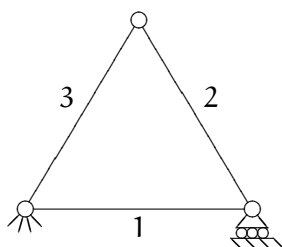
1. Fissate *arbitrariamente* le rotazioni  $\theta_1$  e  $\theta_3$  determinare  $CIR_2$  e  $\theta_2$ .
2. Spiegare perché in questo caso, contrariamente all'esercizio 2.1, è possibile fissare *due* GDL indipendenti.

**Esercizio 2.3.**



Individuare le aste labili.

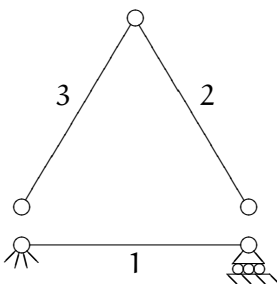
**Esercizio 2.4.**



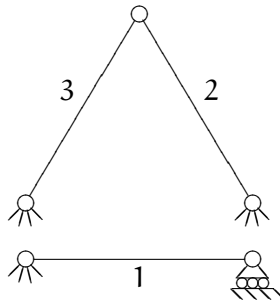
Eseguire l'analisi cinematica.

**TRACCIA**

- È sempre utile cercare di scomporre una struttura "complessa" in più strutture semplici. In questo caso è facile riconoscere un arco a tre cerniere impostato su un'asta cerniera e carrello:

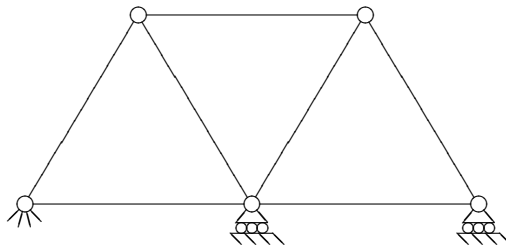


Se la struttura 1 è isostatica, allora tutti i suoi punti sono fissi. Dunque è come se l'arco a tre cerniere fosse impostato a terra; è sufficiente a questo punto eseguire l'analisi cinematica del solo arco a tre cerniere.



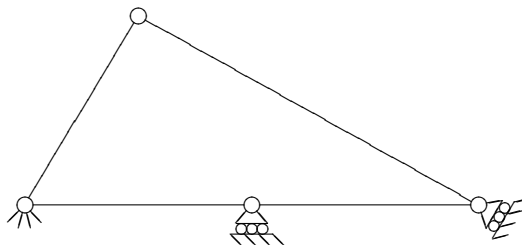
- *In altre parole, per verificare se una struttura è isostatica è possibile cercare di decomporla in una sequenza di strutture isostatiche.*

**Esercizio 2.5.**



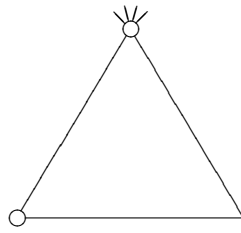
Eeguire l'analisi cinematica.

**Esercizio 2.6.**



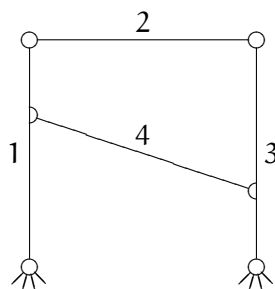
Eeguire l'analisi cinematica.

### Esercizio 2.7.



Eseguire l'analisi cinematica.

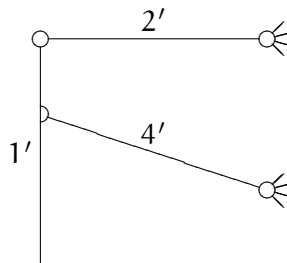
### Esercizio 2.8.



Eseguire l'analisi cinematica del portale in figura.

TRACCIA

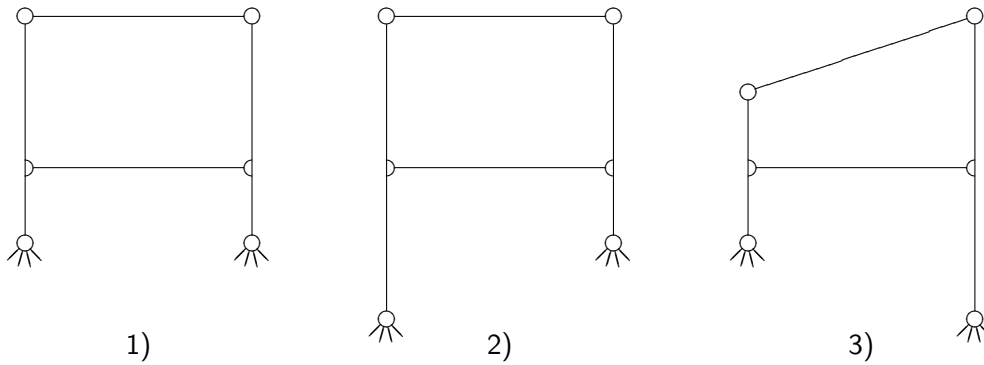
- Individuare il  $CIR_{13}$ .  
Si può supporre l'asta 3 fissa, e svincolare l'asta 1 da terra.



Il  $CIR_{1'}$  per questa struttura modificata coincide evidentemente con il  $CIR_{13}$  della struttura originaria.

- A questo punti l'analisi del portale è ricondotta all'analisi di una arco a tre cerniere.

### Esercizio 2.9.



1. Individuare i portali labili.
2. Per i portali labili determinare l'atto di moto.

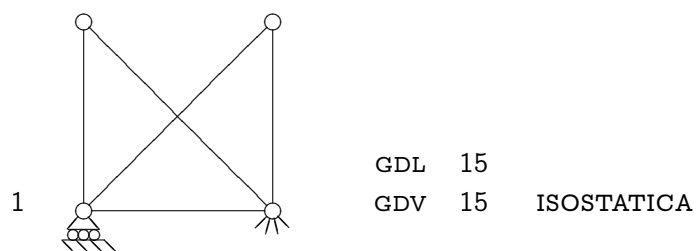
TRACCIA

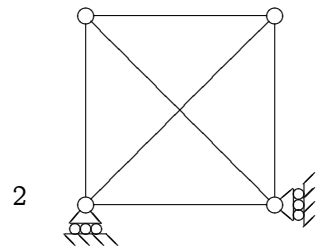
*Un portale labile si comporta come un quadrilatero articolato.*

### Esercizio 2.10.

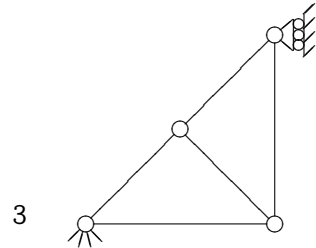
Eeguire l'analisi cinematica delle seguenti strutture.

### Soluzione 2.10.

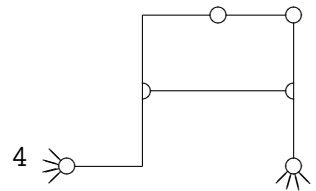




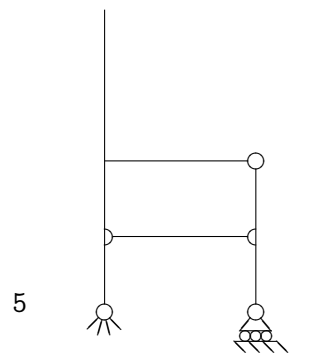
GDL 18  
GDV 18    LABILE



GDL 15  
GDV 15    ISOSTATICA



GDL 12  
GDV 12    LABILE

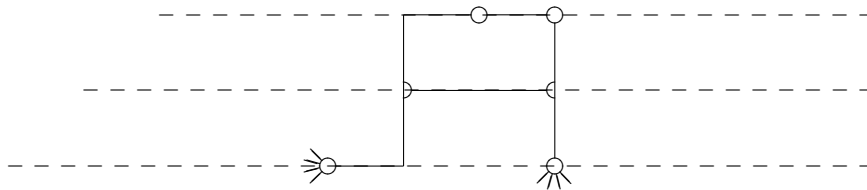


GDL 9  
GDV 9    ISOSTATICA

Seguono sintetiche motivazioni.

1. Si tratta di un'asta cerniera carrello su cui sono impostati due archi a tre cerniere isostatici (cerniere non allineate.)
2. Si tratta di una struttura internamente iperstatica vincolata a terra in modo insufficiente.
3. La struttura è formata da due anelli chiusi isostatici vincolati a terra in modo isostatico (cerniera e carrello, con asse che non passa per la cerniera.)

4. Si tratta di un portale labile (le cerniere sono disposte su un sistema di rette parallele e dunque convergente all'infinito.)



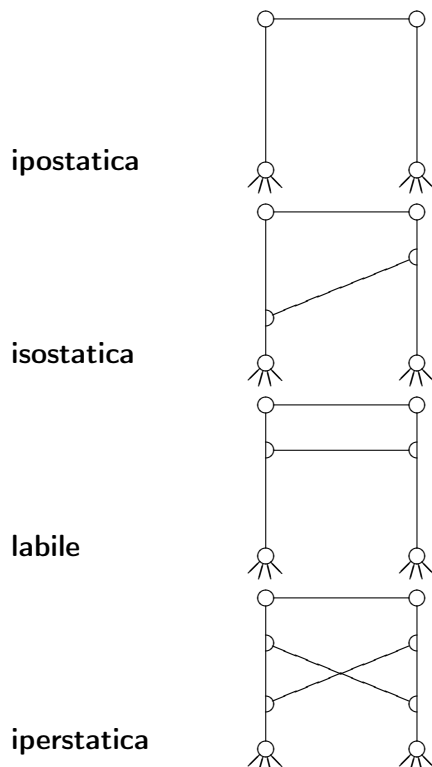
5. Si tratta di un anello chiuso isostatico vincolato a terra in modo isostatico (cerniera e carrello, con asse che non passa per la cerniera.)

### Esercizio 2.11.

Disegnare una struttura ipostatica, una isostatica, una labile, una iperstatica. Ciascuna struttura deve essere composta da almeno tre aste.

### Soluzione 2.11.

Evidentemente la soluzione non è unica, come semplice esempio si possono vedere le strutture seguenti.

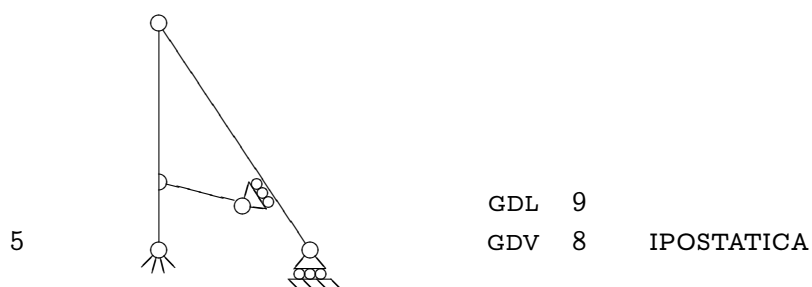
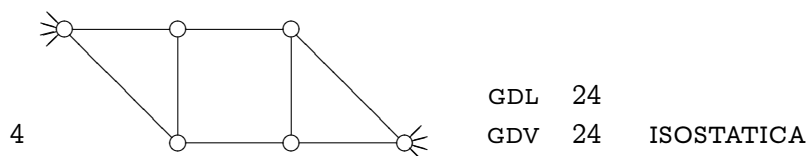
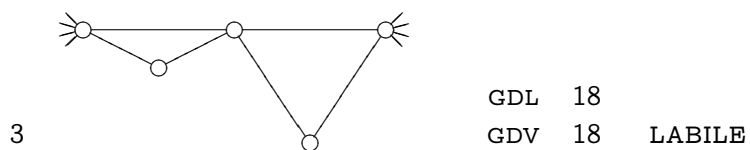
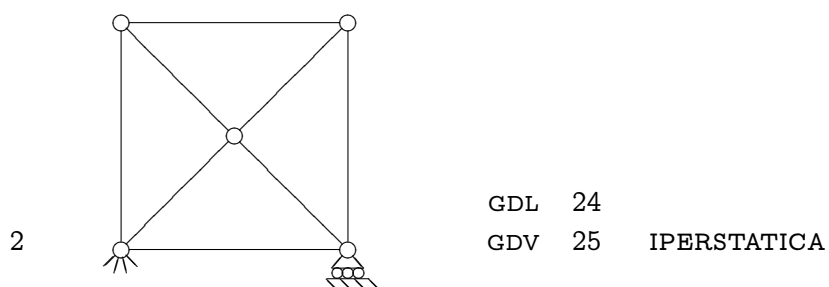
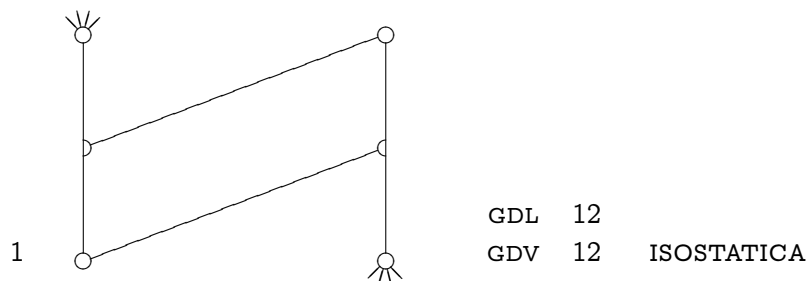




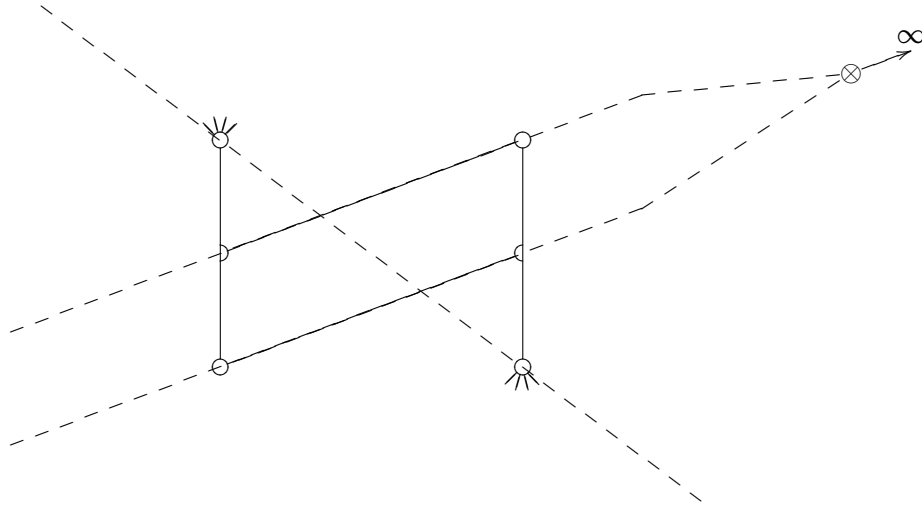
### Esercizio 2.12.

Eeguire l'analisi cinematica delle seguenti strutture. Motivare brevemente la risposta.

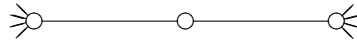
### Soluzione 2.12.



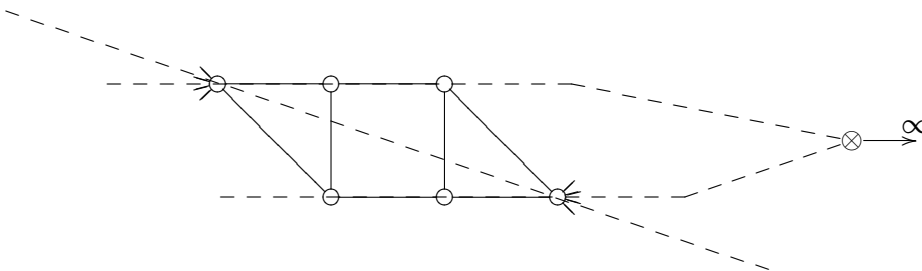
1. Si tratta di un portale isostatico in quanto le rette che congiungono le cerniere delle traverse si intersecano in un punto (improprio o all'infinito) che non appartiene alla retta che congiunge le cerniere al piede.



2. I vincoli a terra sono isostatici non labili (cerniera e carrello con asse che non passa per la cerniera) e dato che  $GDV > GDL$ , la struttura risulta iperstatica.
3. La struttura è labile in quanto formata da due anelli chiusi isostatici che formano un arco con tre cerniere allineate.

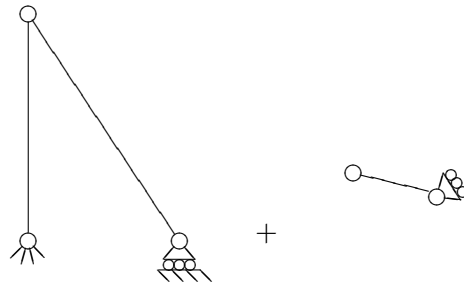


4. La struttura può essere decomposta in due anelli chiusi isostatici vincolati con una cerniera a terra e collegati tra loro da due bielle. Le bielle sono equivalententi ad una cerniera posta nell'intersezione delle rette congiungenti le cerniere; dato che questo punto (improprio) non si trova sulla congiungente le cerniere a terra, la struttura è isostatica.<sup>1</sup>



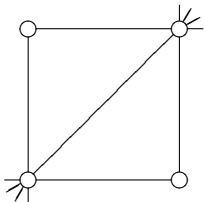
<sup>1</sup>Si tratta in sostanza di una struttura riconducibile ad un portale.

5. La struttura è ipostatica in quanto  $GDL > GDV$  e non sono presenti labilità interne. Infatti si può riconoscere una struttura labile (una manovella) ed un'asta cerniera-carrello interna non labile.

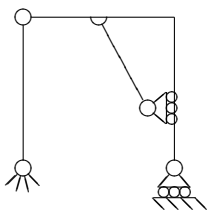


### Esercizio 2.13.

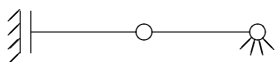
Eeguire l'analisi cinematica delle seguenti strutture. Motivare brevemente la risposta.



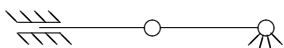
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



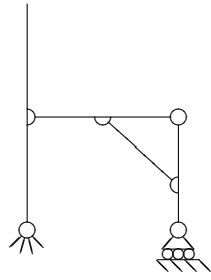
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



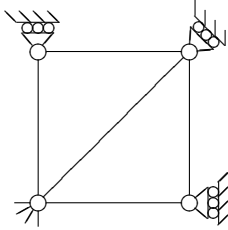
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



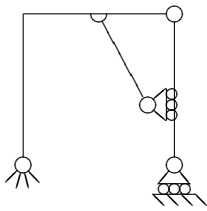
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



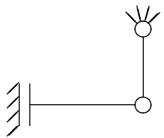
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



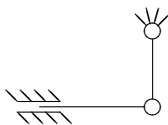
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



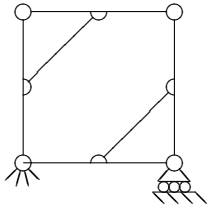
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



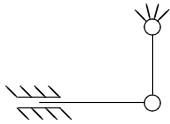
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



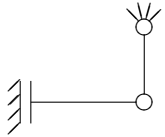
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



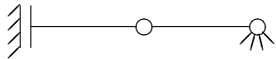
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



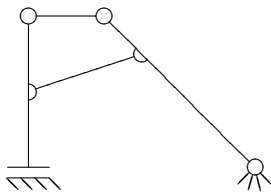
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



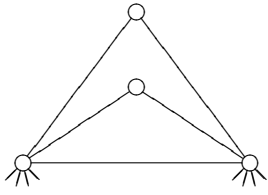
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



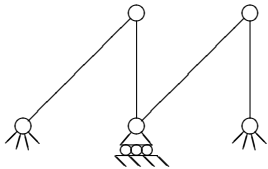
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



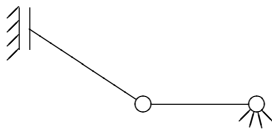
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



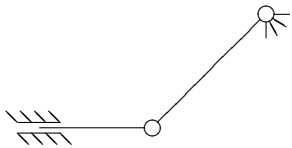
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



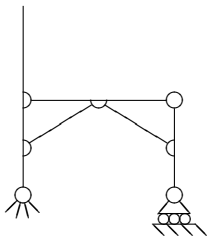
GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile



GDL: \_\_\_\_\_  ipostatica  isostatica  
 GDV: \_\_\_\_\_  iperstatica  labile