Teoria das Estruturas II - Aula 02



Linhas de Influência de Estruturas Isostáticas (2)

- Processo de Muller-Breslau;
- Trem-Tipo;
- L.I.’s de Vigas Gerber;

Prof. Juliano J. Scremin

Universidade POSITIVO

Universidade POSITIVO

Aula 02 - Seção 1:
Processo de Müller-Breslau

Enunciado do Princípio de Muller-Breslau

- A **linha de Influência** de um esforço numa determinada seção transversal de uma *estrutura* *tem a mesma forma da deformada da estrutura quando da retirada da capacidade de resistência ao esforço na própria seção*, com a aplicação de um deslocamento unitário negativo correlato ao esforço em análise.

- **Momento Fletor → Inclinação Unitária Negativa**

- **Esforço Cortante,**
  Esforço Normal,
  Reações de Apoio → Translação Unitária Negativa

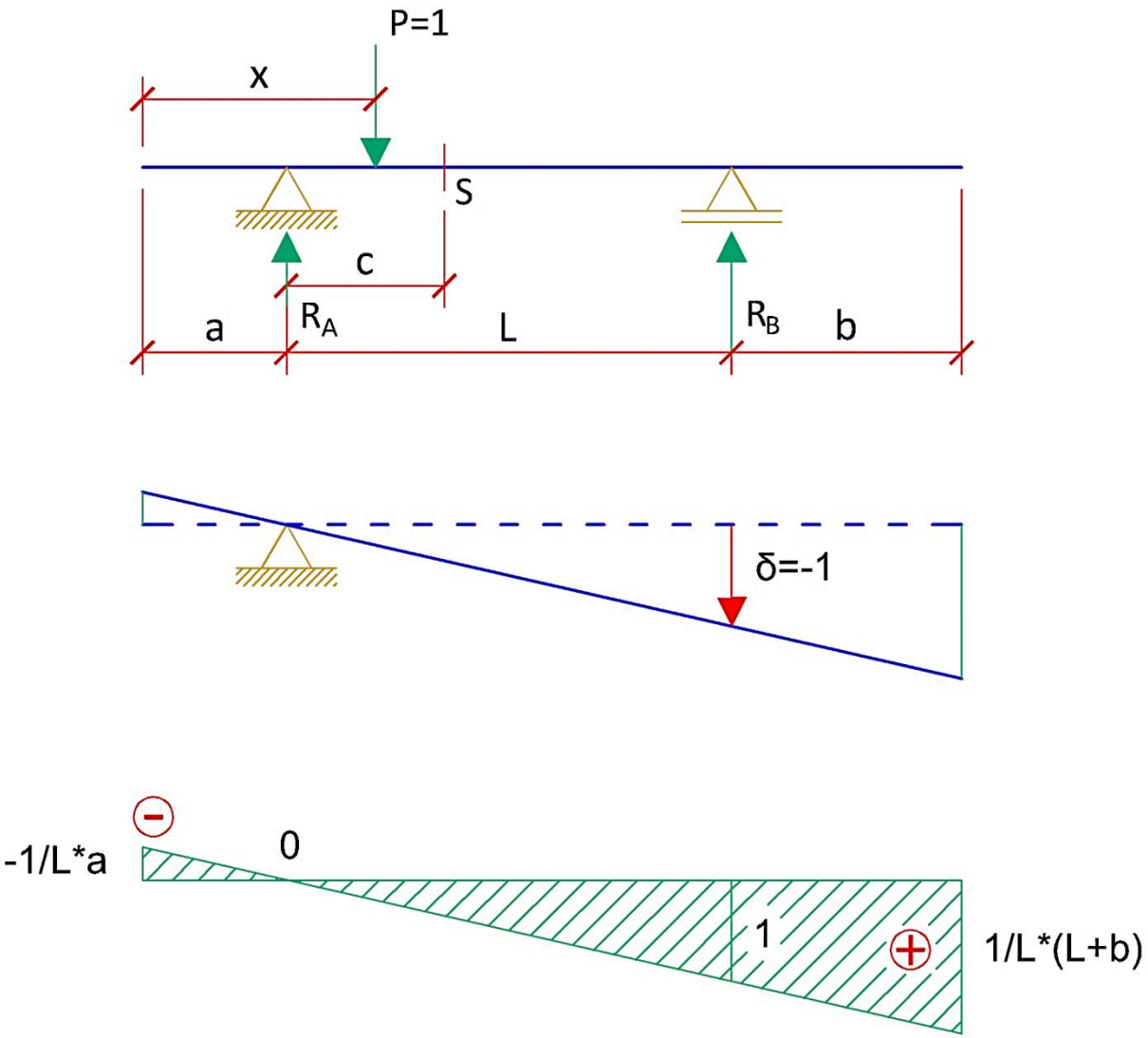
Aplicação do Processo de Müller-Breslau

a) **Retira-se o vínculo da reação ou do esforço seccional relativo àquele para o qual se deseja determinar a linha de influência;**

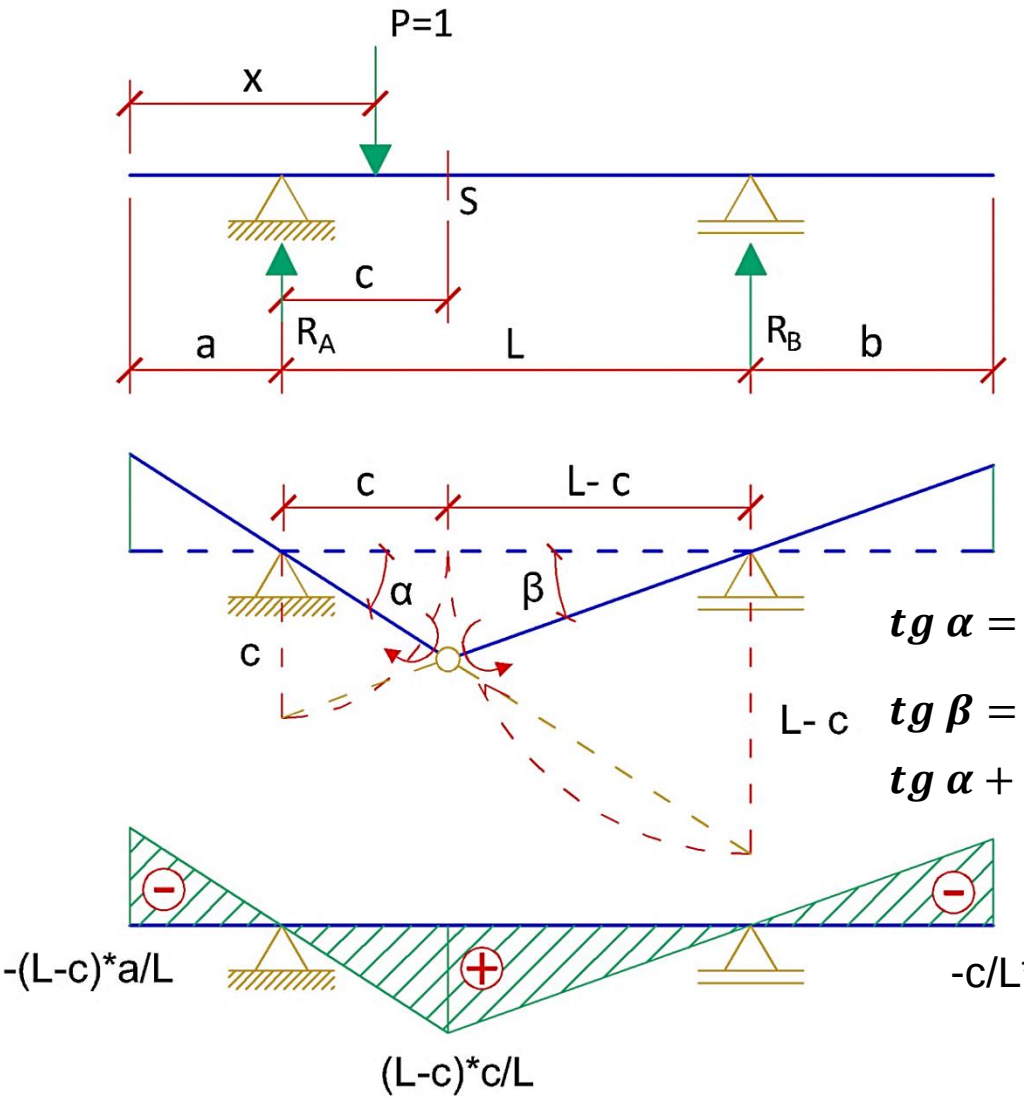
b) **No local onde havia o vínculo aplica-se um deslocamento unitário negativo (translação ou rotação – conforme o esforço em questão);**

c) **Com base no deslocamento aplicado traça-se a deformada da estrutura sendo que os deslocamentos resultantes em cada um dos pontos da estrutura deformada equivalem as ordenadas da linha de influência do esforço em questão e em relação ao ponto/seção onde o vínculo foi retirado.**

Müller-Breslau: Reações de Apoio



Müller-Breslau: Momento entre Apoios

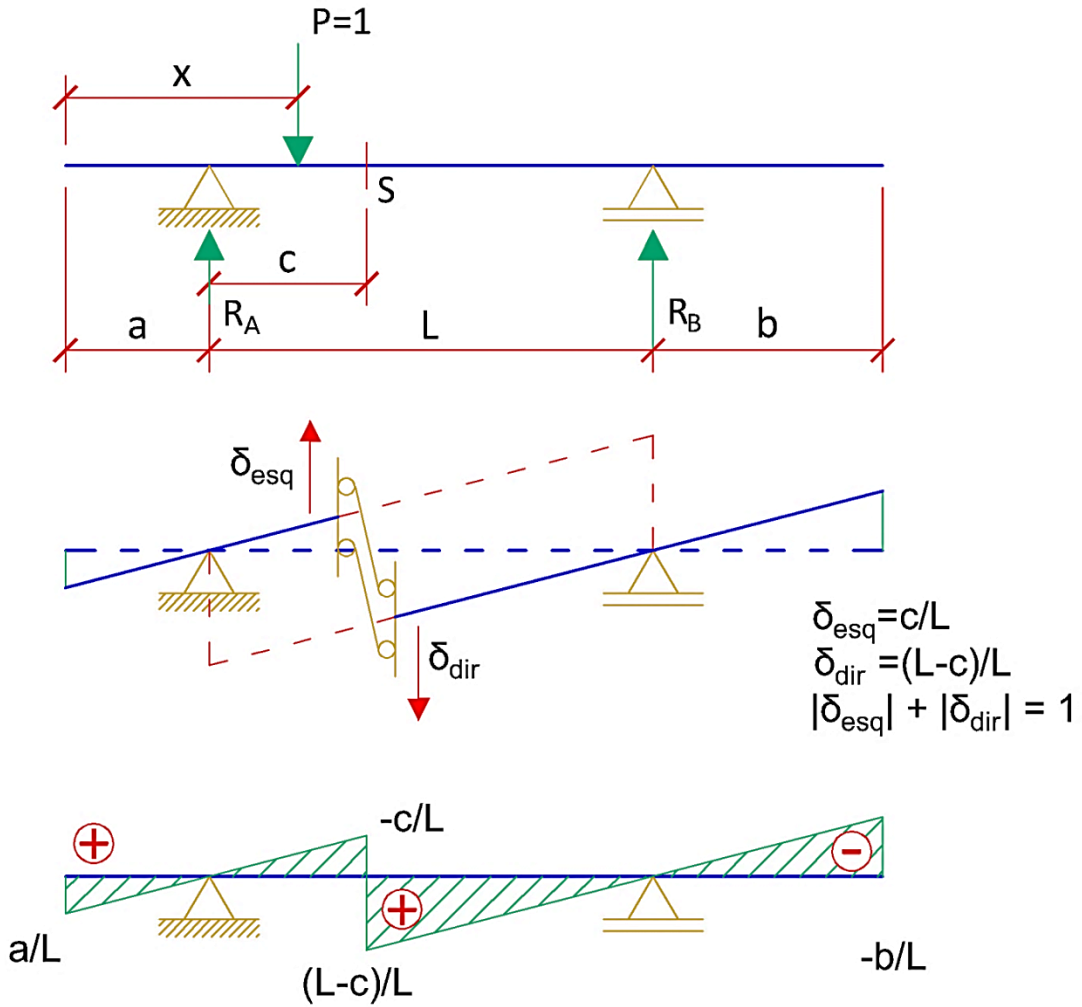


$$tg\,\alpha = \frac{(L-c)}{L}$$

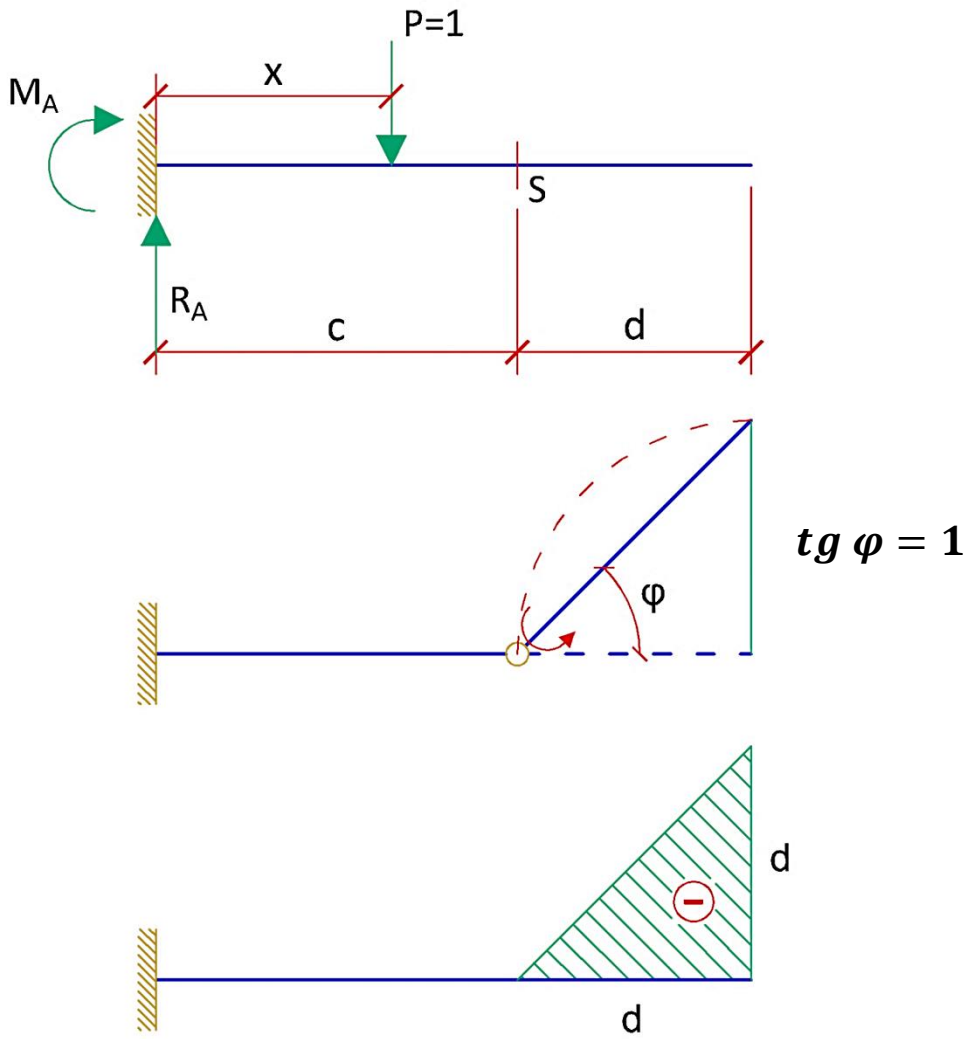
$$tg\,\beta = \frac{c}{L}$$

$$tg\,\alpha + tg\,\beta = 1$$

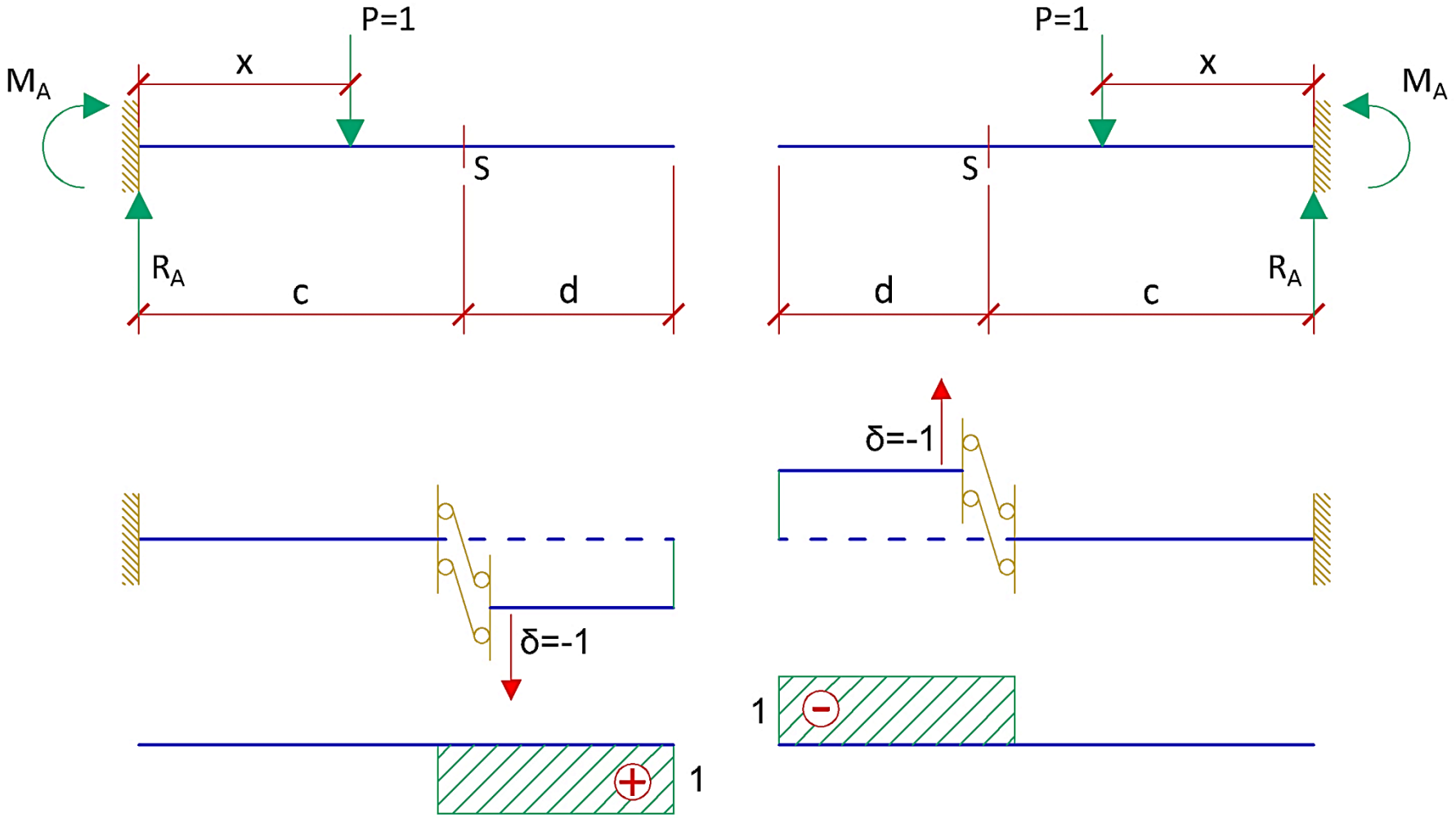
Müller-Breslau: Cortante entre Apoios



Müller-Breslau: Momento em Balanço



Müller-Breslau: Cortante em Balanço



Universidade POSITIVO

Aula 02 - Seção 2: Trem-Tipo

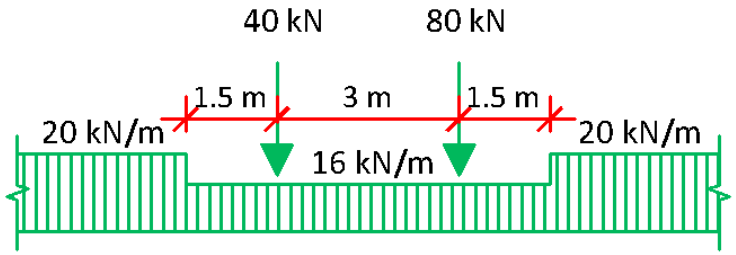
Definição de Trem-Tipo

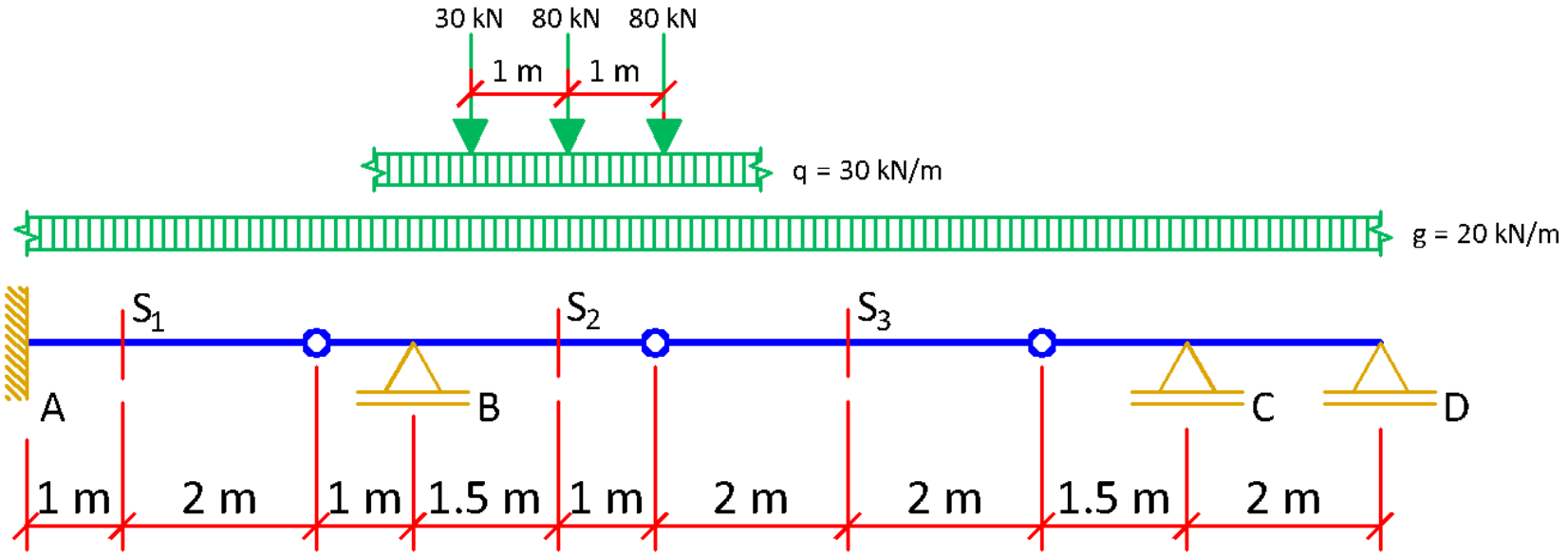
- Um **trem-tipo** é um **conjunto de forças móveis, concentradas e/ou distribuídas, de valores constantes e de distâncias relativas fixas entre si**, que representam a combinação prevista de veículos e de pessoas que atravessarão a estrutura, em situação mais desfavorável, sendo esta combinação usualmente definida em normas de projeto.

- No Brasil utilizam-se as seguintes normas:

  - **NBR 7188 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres**
  - **NBR 7189 – Cargas móveis para projeto estrutural de obras ferroviárias**

Exemplos de Trem-Tipo





Universidade POSITIVO

Aula 02 - Seção 3:
L.I.’s de Vigas Gerber

Roteiro para Traçado de L.I.’s de Vigas Gerber (1)

1. **Esboçar o Esquema Funcional da Viga Gerber:**

   – Decompor a Viga Gerber nas vigas isostáticas simples componentes com a clara distinção de quais são as vigas autoportantes e quais são as vigas dependentes

   – Indicar claramente os relacionamentos de dependência de suporte entre as vigas;

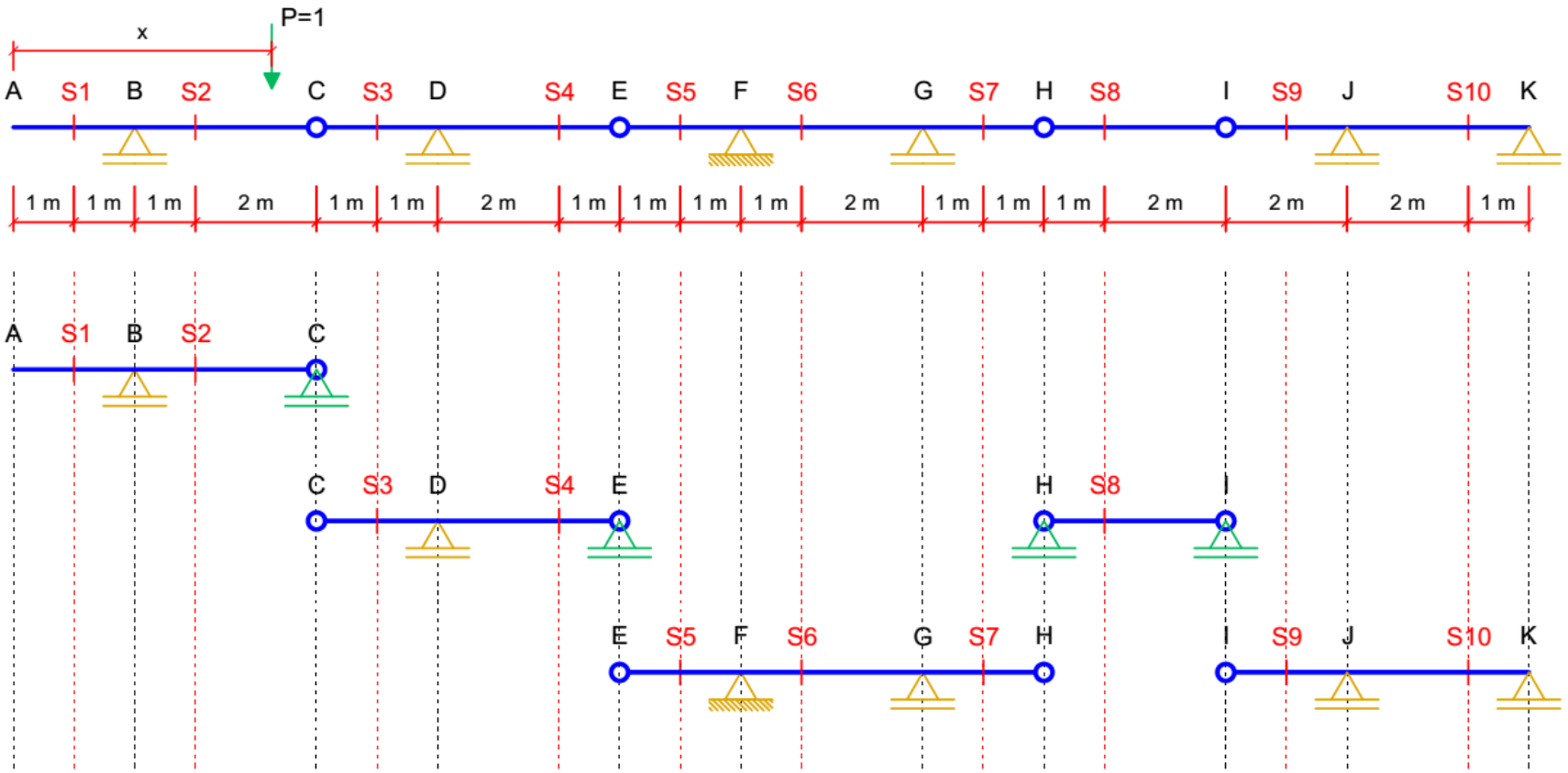
2. **Traçar inicialmente a linha de influência da viga simples que contenha a seção de interesse (ou o apoio)**

Roteiro para Traçado de L.I.’s de Vigas Gerber (2)

3. Proceder o prolongamento da linha de influência traçada na viga que contém a seção de interesse para as demais vigas associadas conforme as regras a seguir:

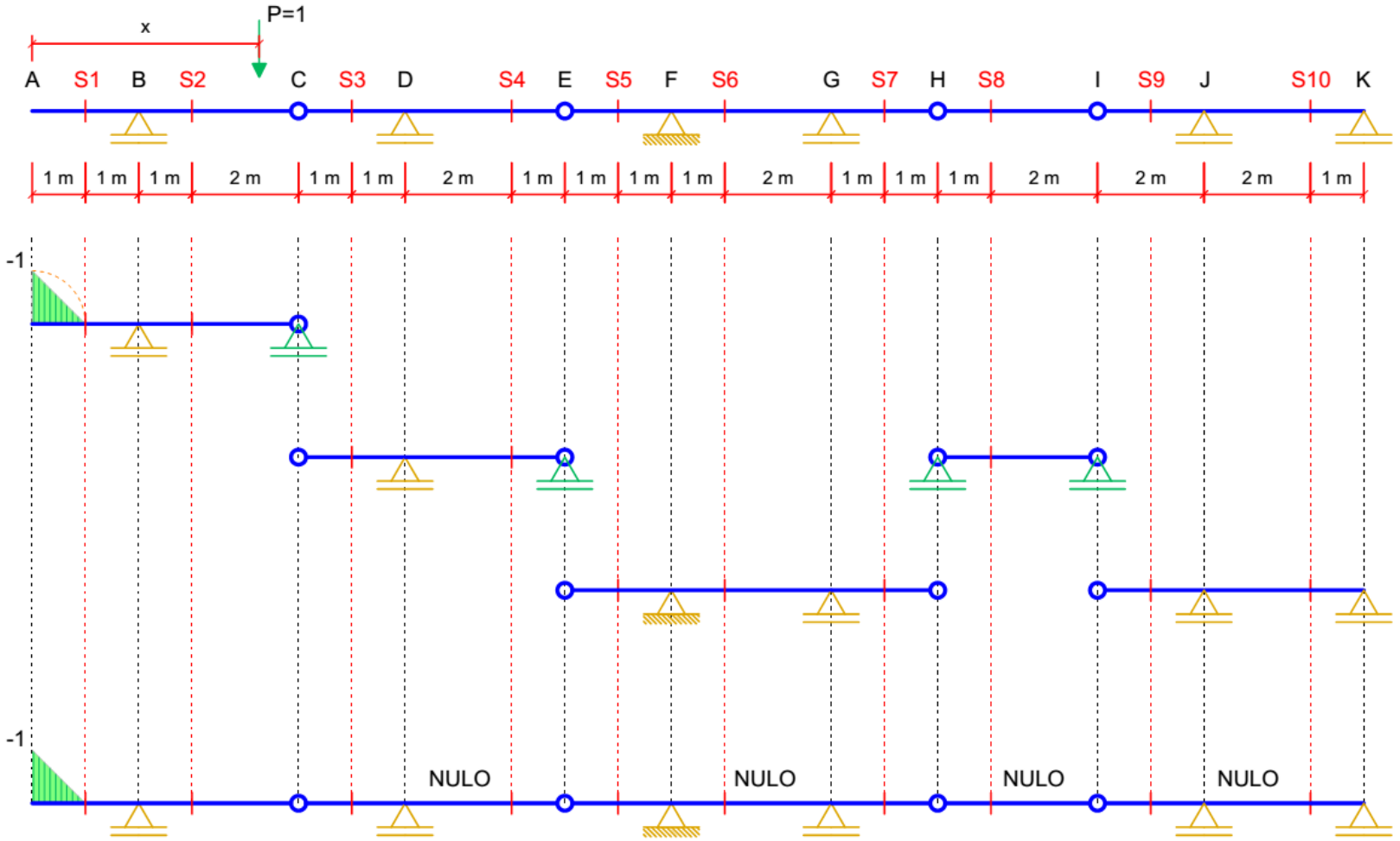
- L.I.’s são sempre nulas sobre os apoios, logo, se na viga subsequente houver um “apoio real”, prolongue o traçado da L.I. passando com “zero” sobre o apoio e siga o traço até o fim da viga subsequente. (Isso também vale para L.I.’s de reações de apoio pois somente o apoio analisado terá valor “1” sobre si na L.I., os demais continuarão tendo ordenada “zero”)
- Se no prolongamento da viga subsequente não houver “apoios reais”, ou seja, se a viga na extremidade oposta termina numa rótula, ligue o traçado da L.I. adotando ordenada “zero” sobre esta rótula no outro extremo.

Exemplos de L.I.s de Vigas Gerber

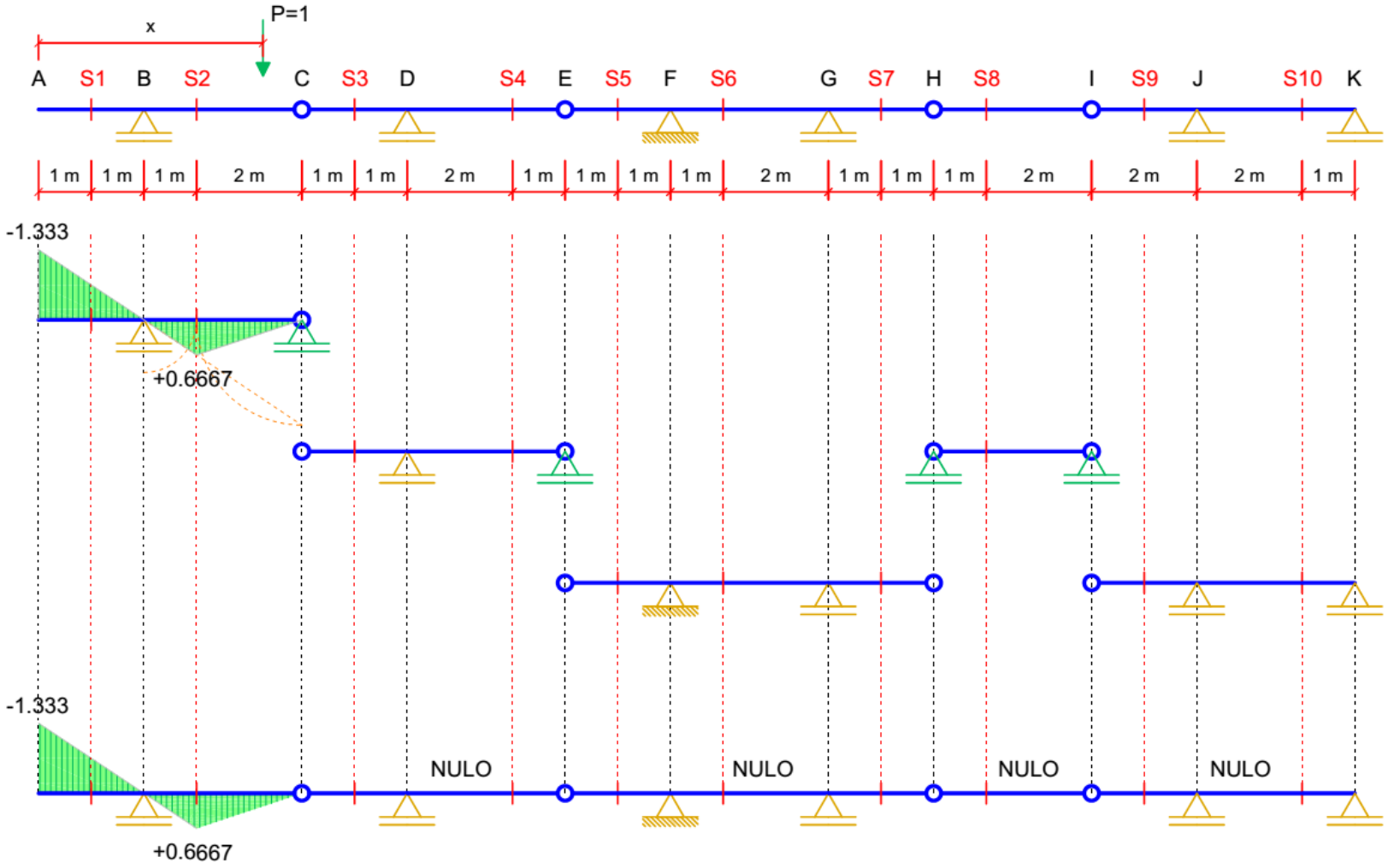


Esboço do Esquema Funcional

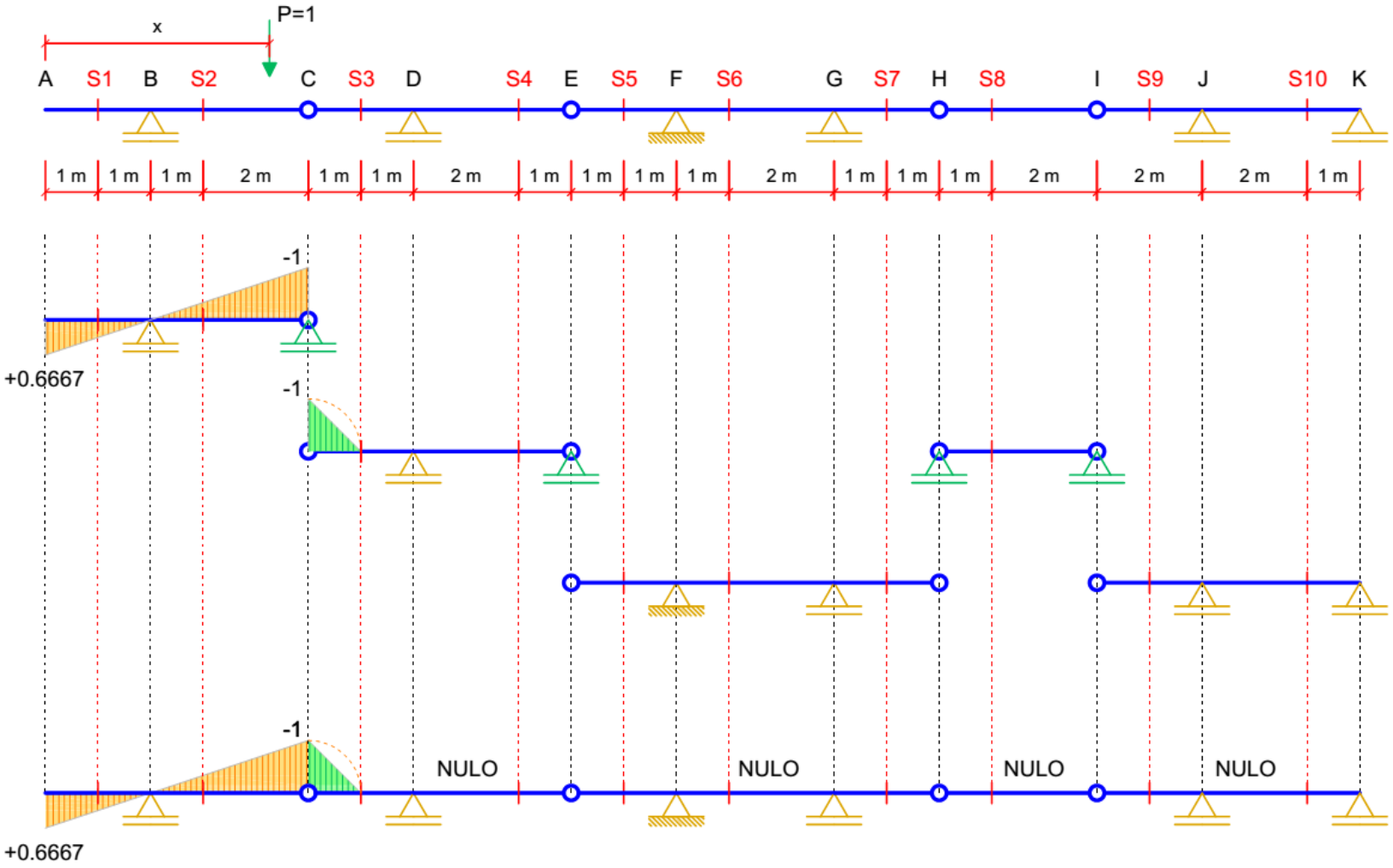
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS1



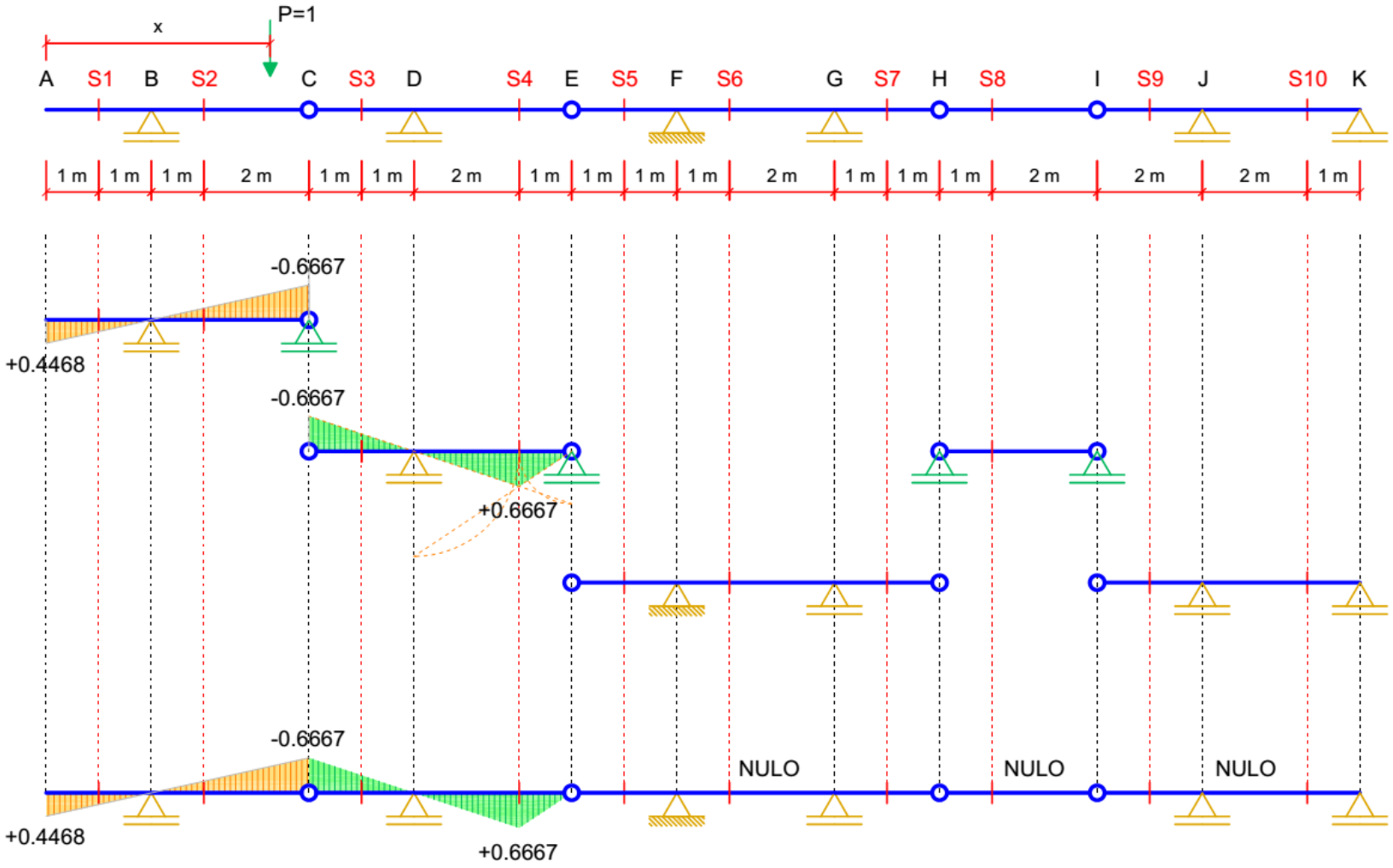
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS2



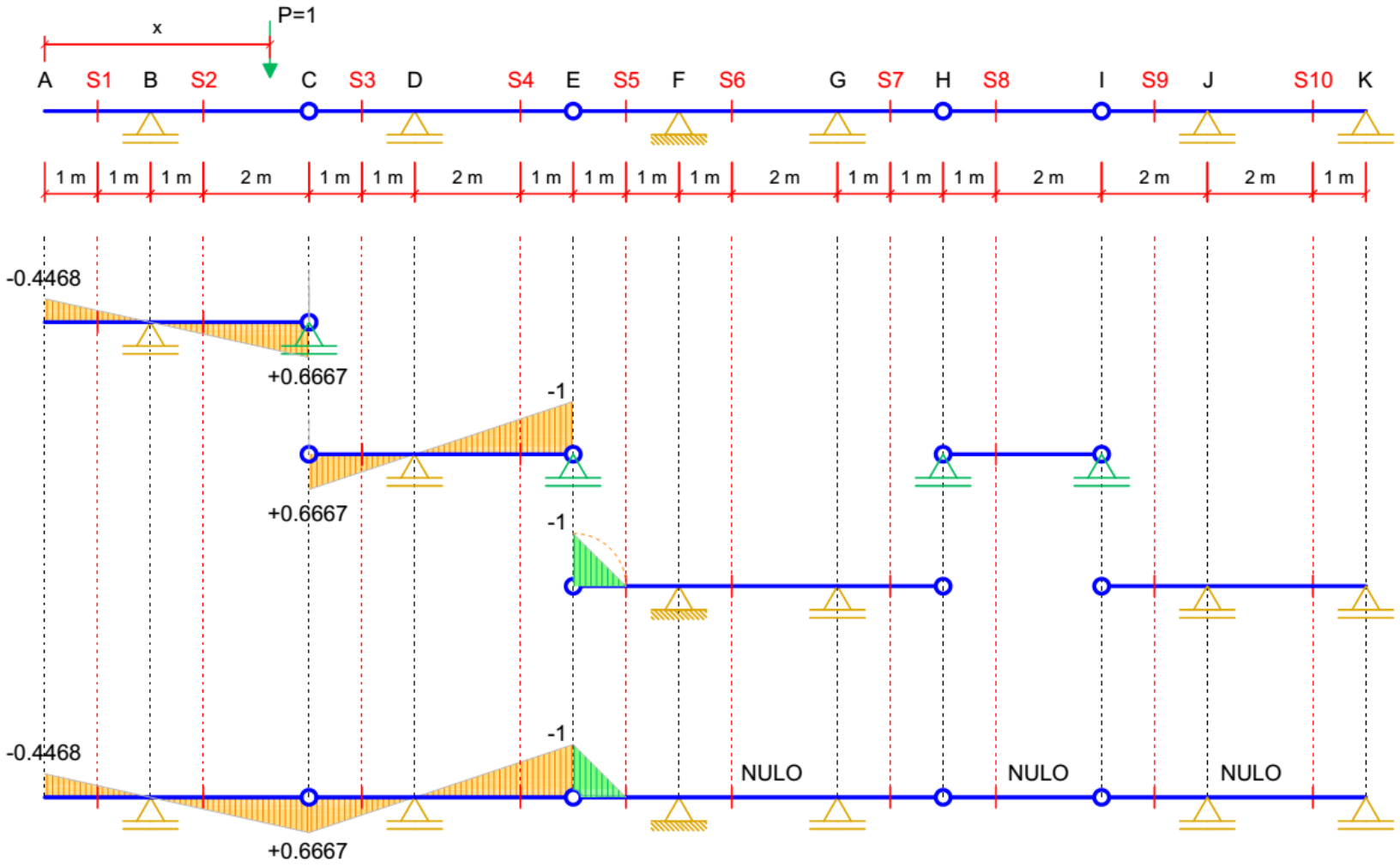
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS3



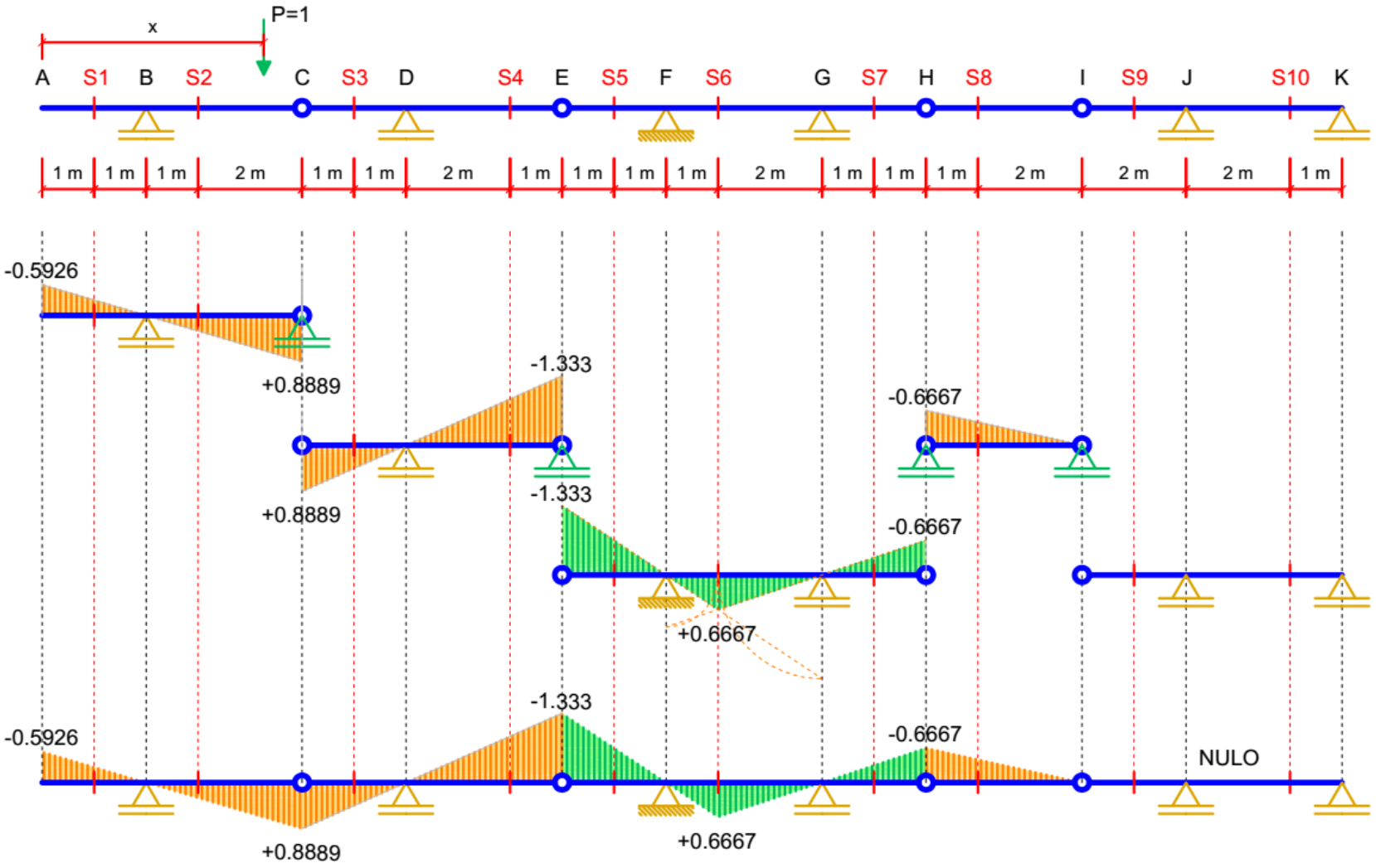
Exemplo de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS4



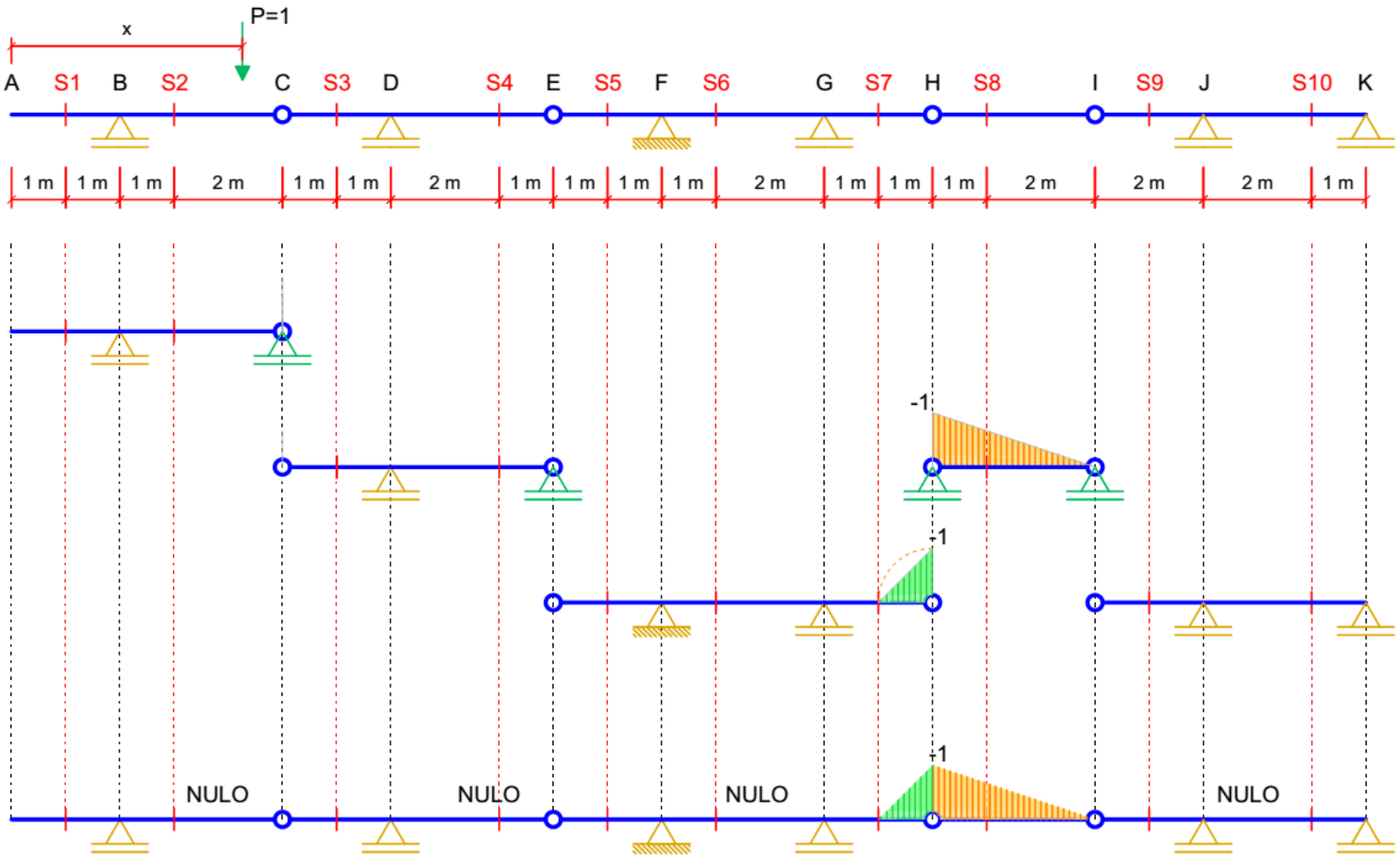
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS5



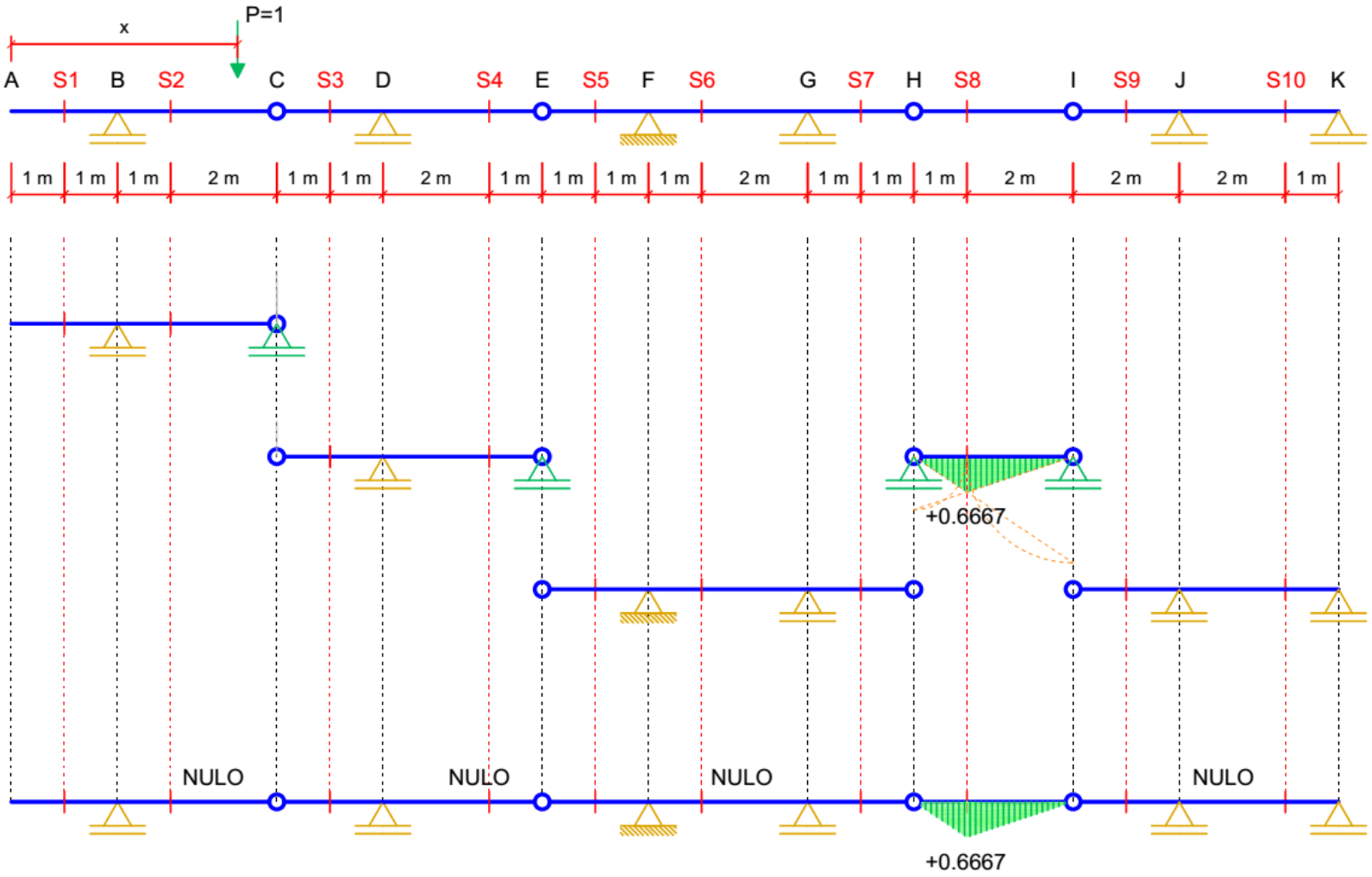
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS6



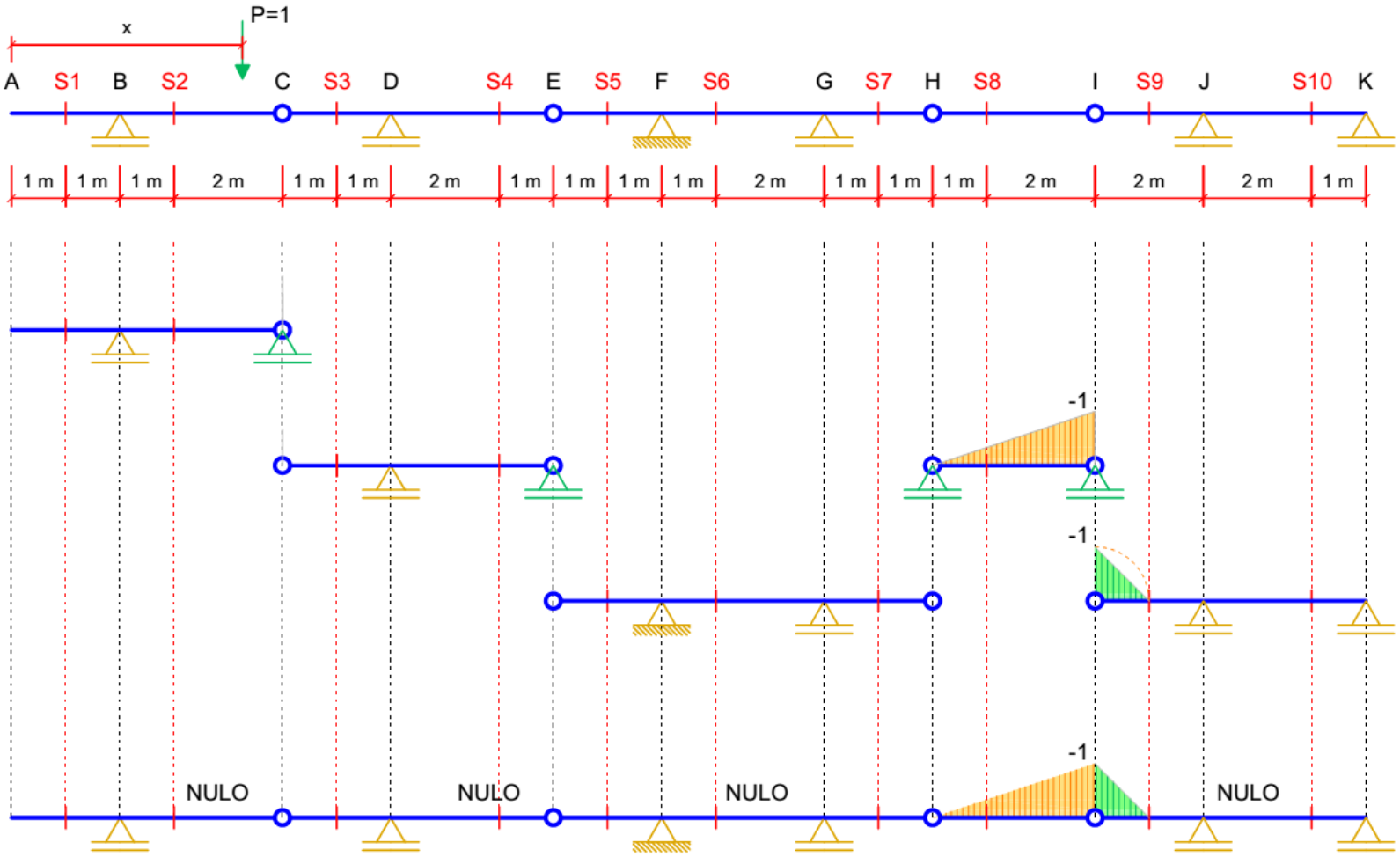
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS7



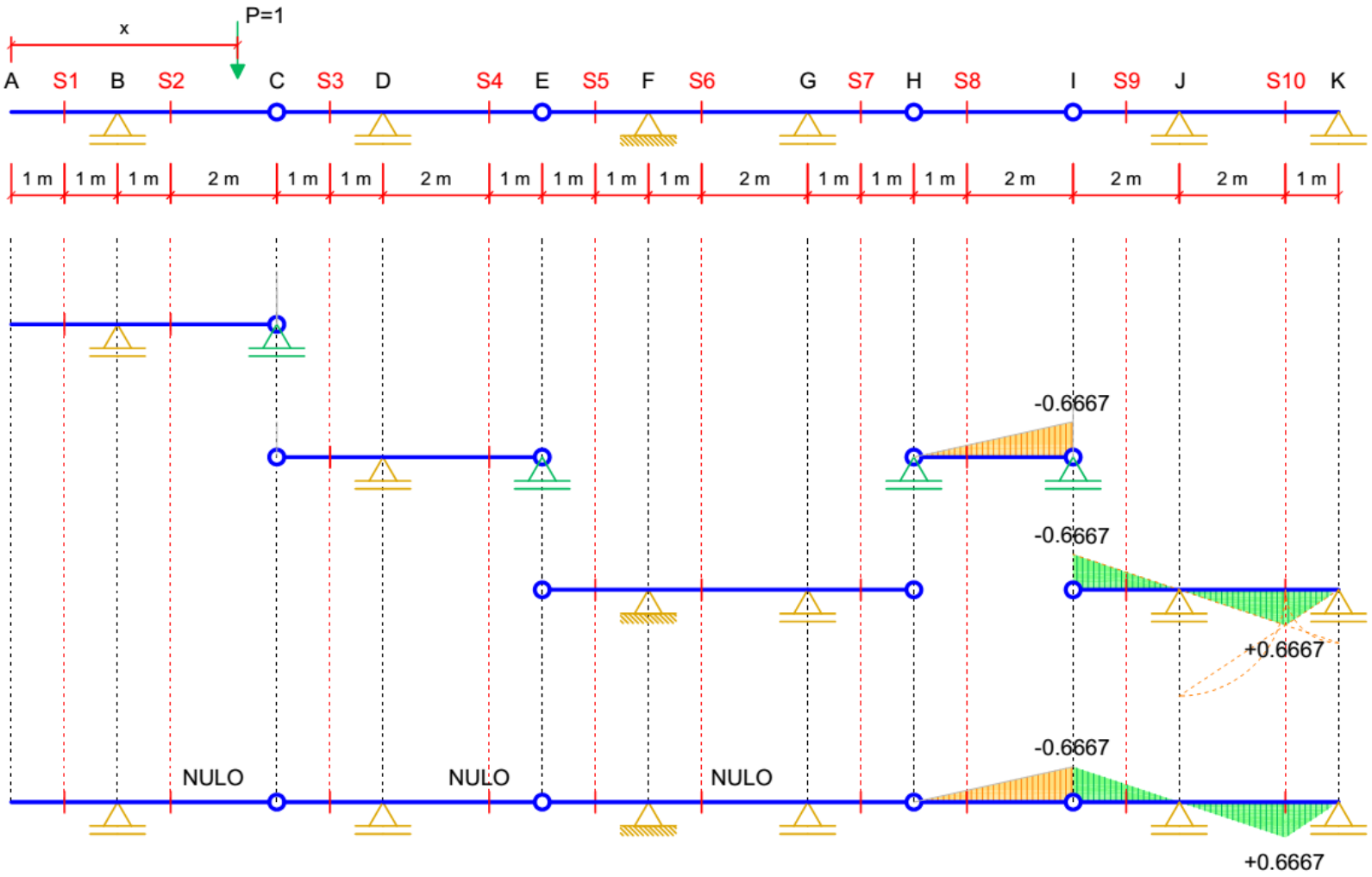
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS8



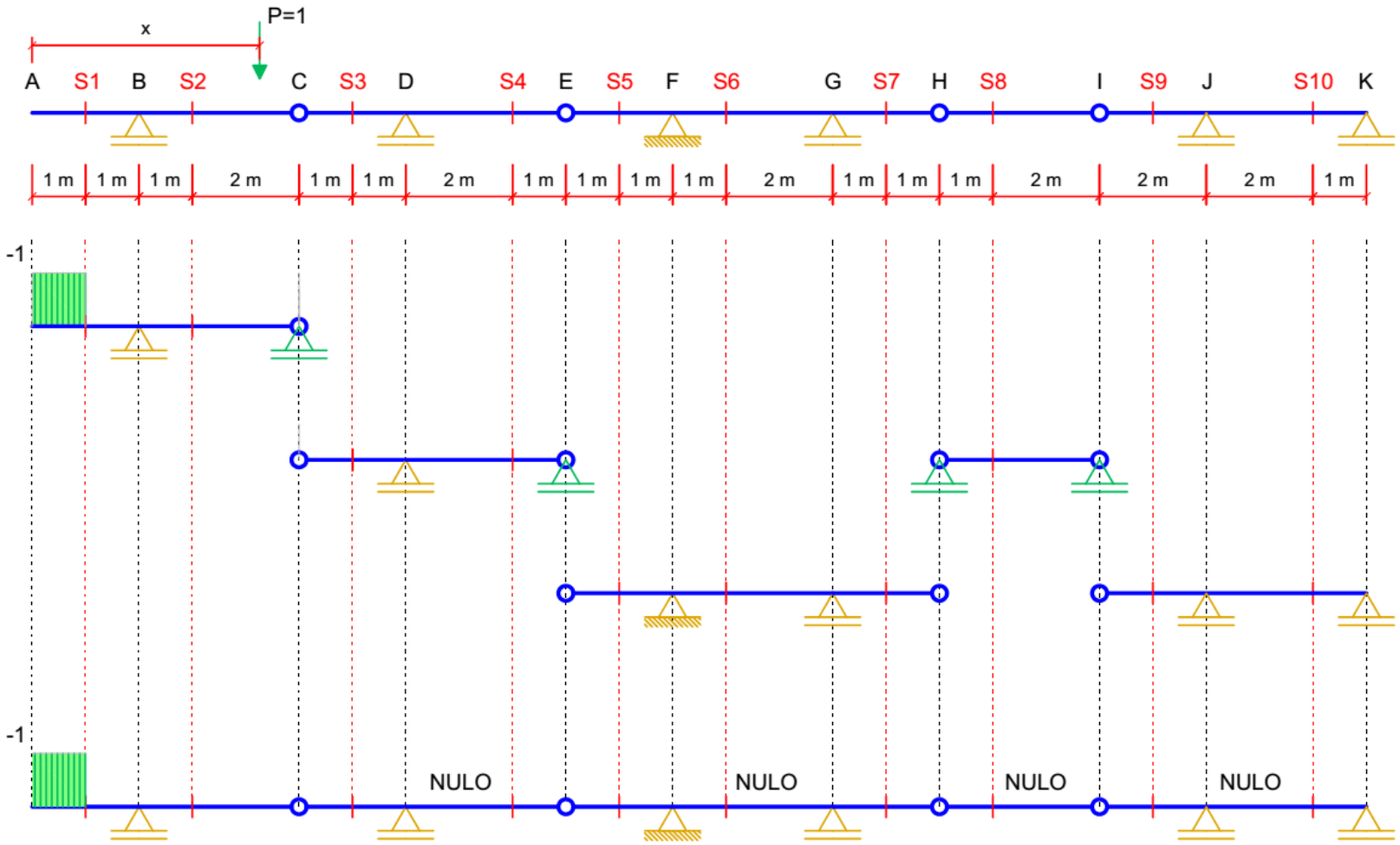
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS9



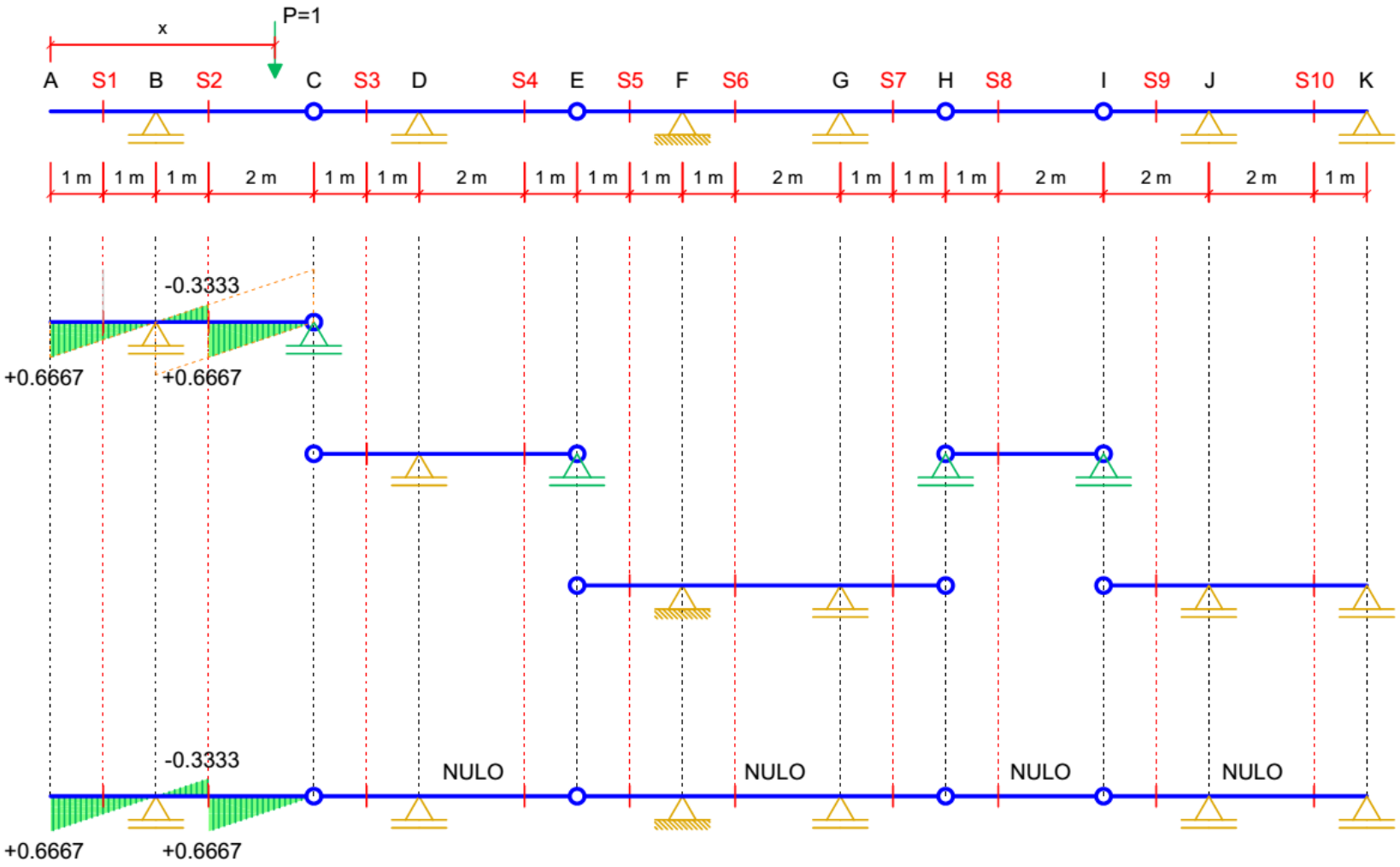
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de MS10



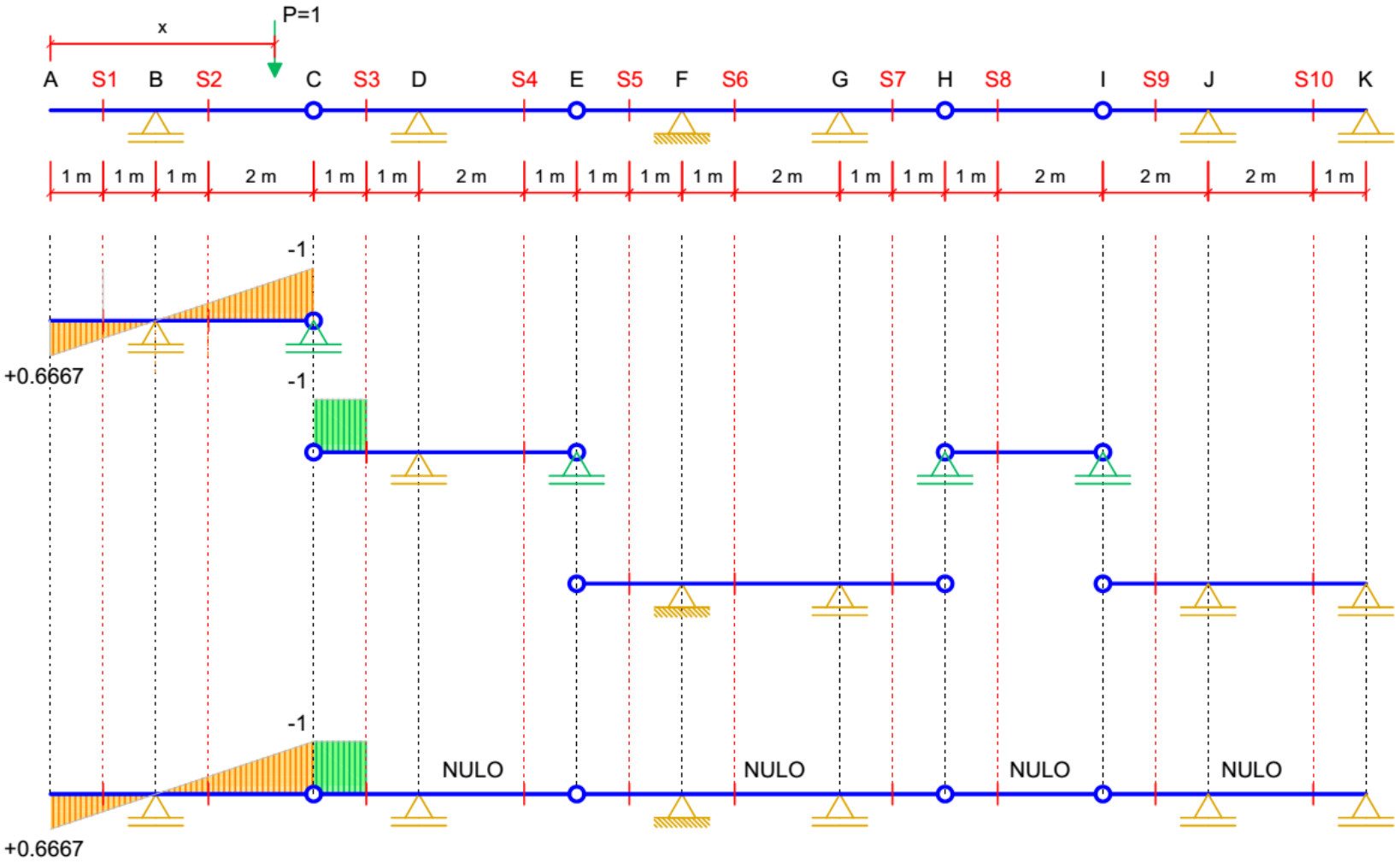
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS1



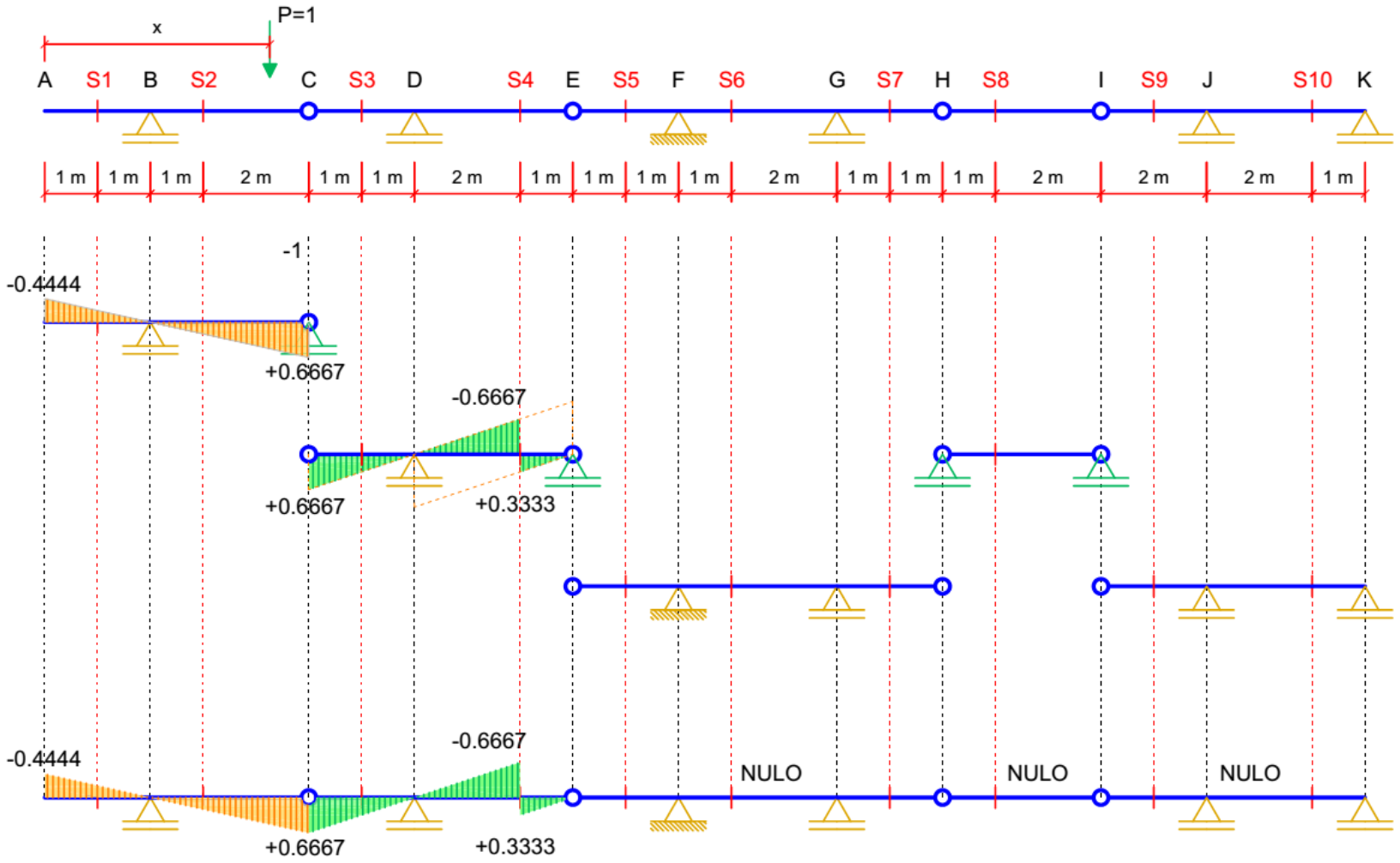
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS2



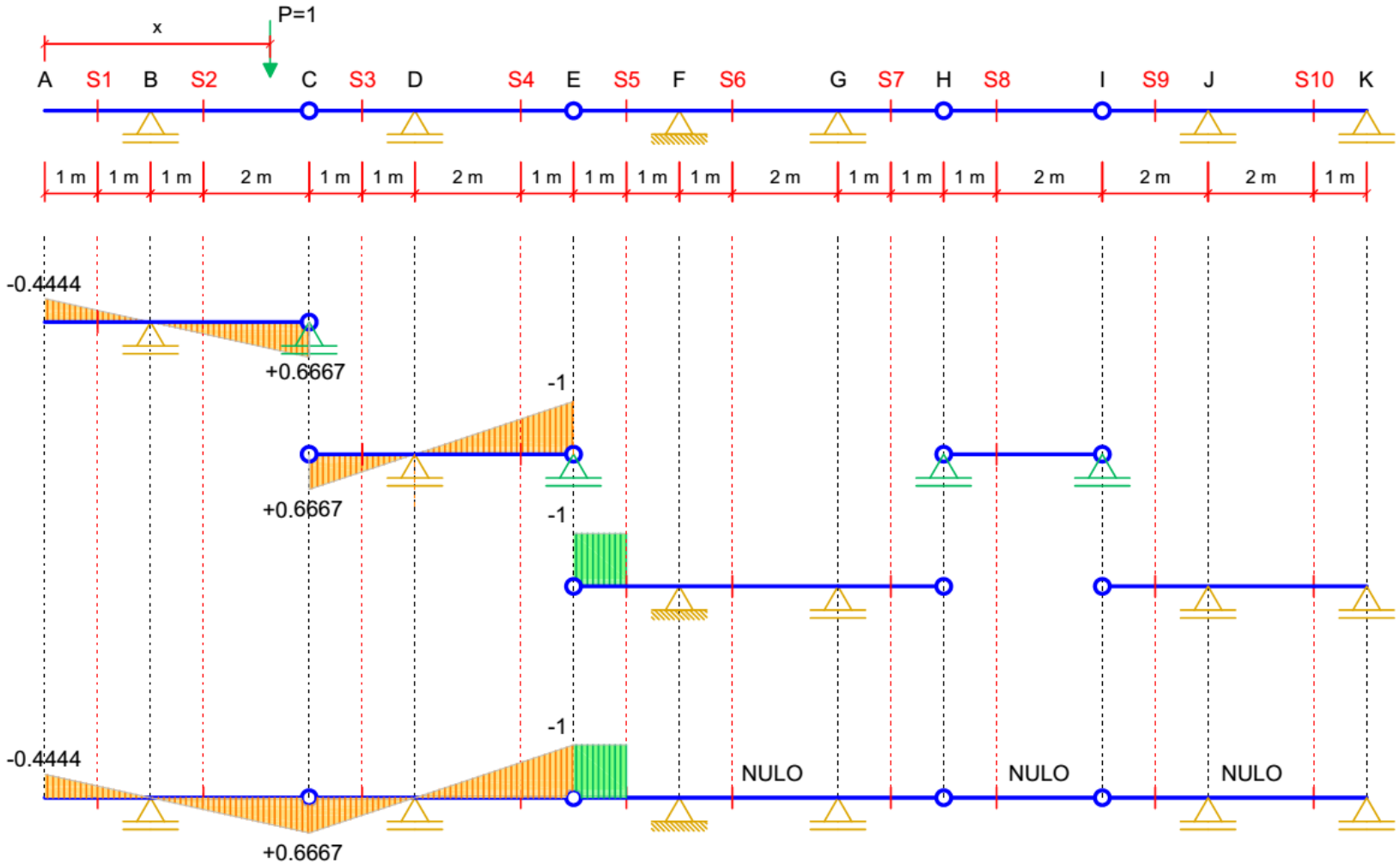
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS3



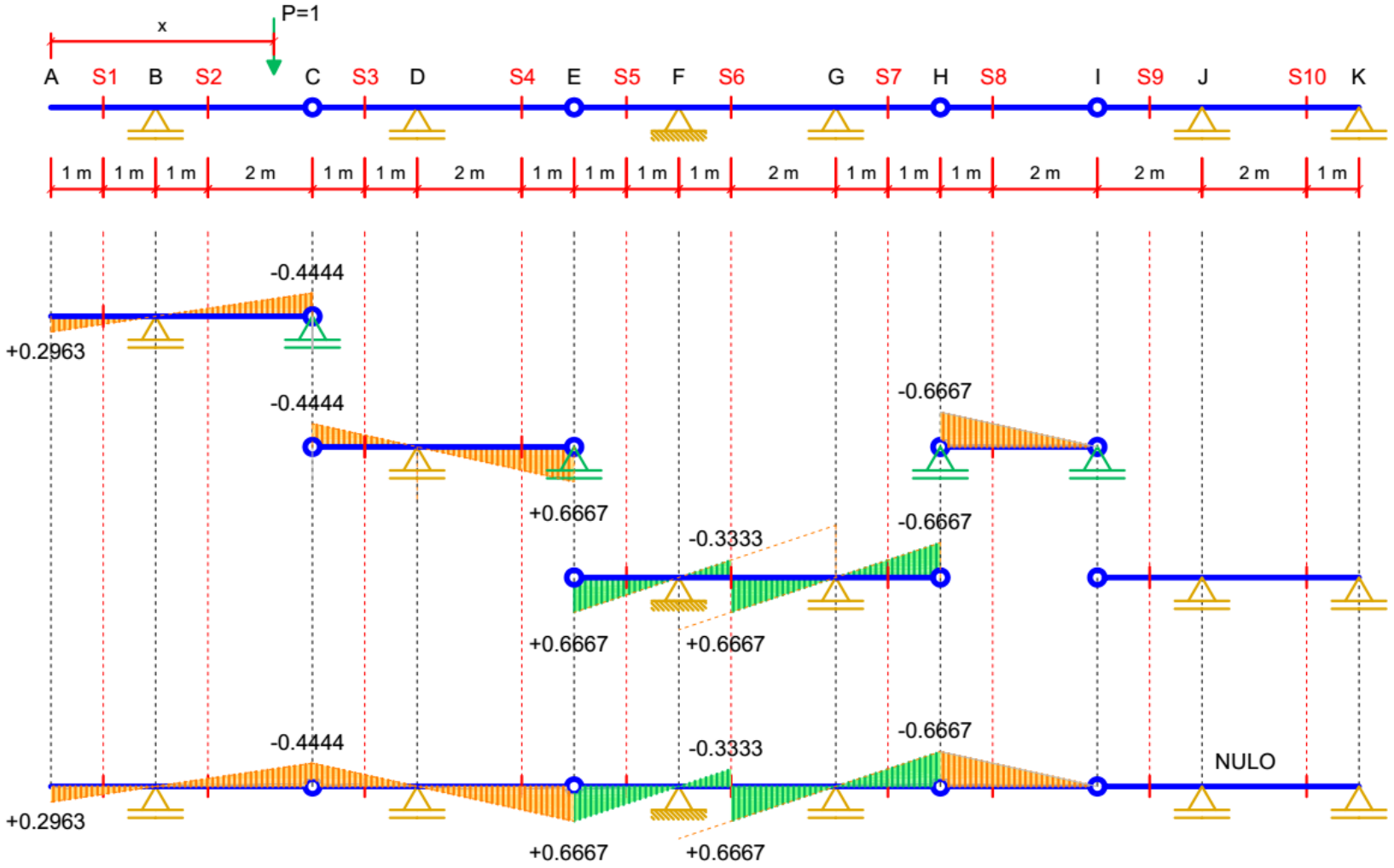
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS4



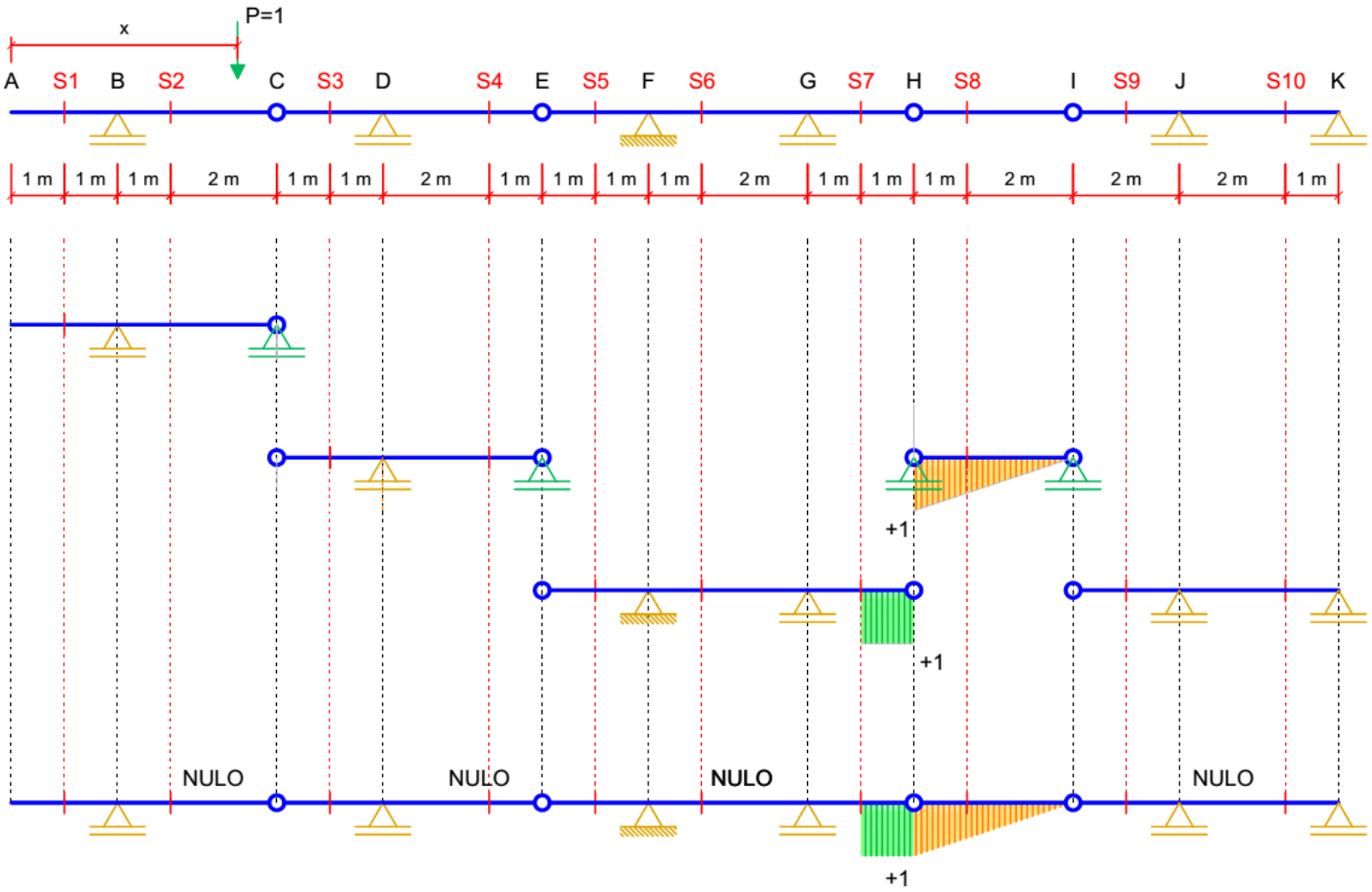
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS5



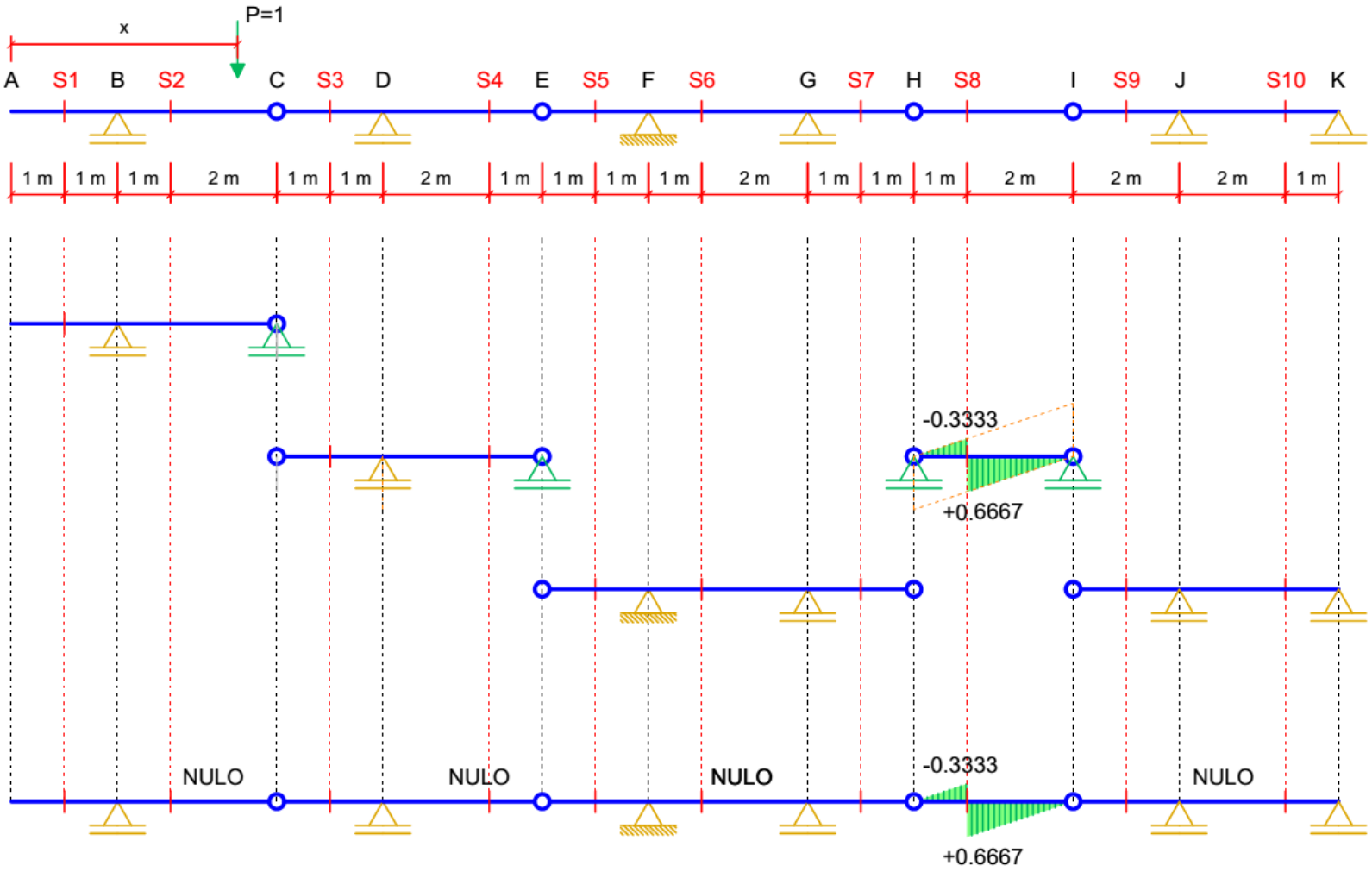
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS6



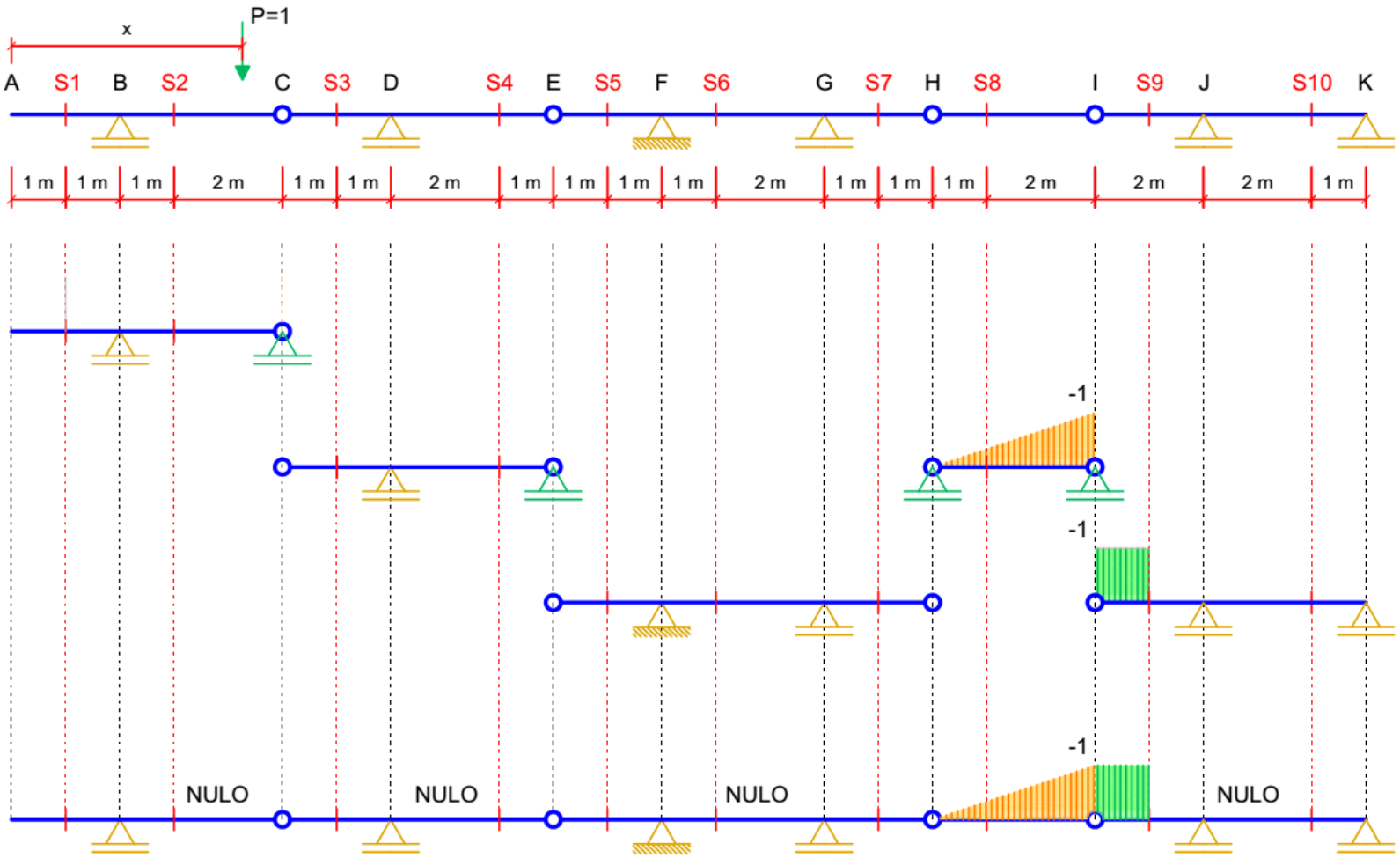
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS7



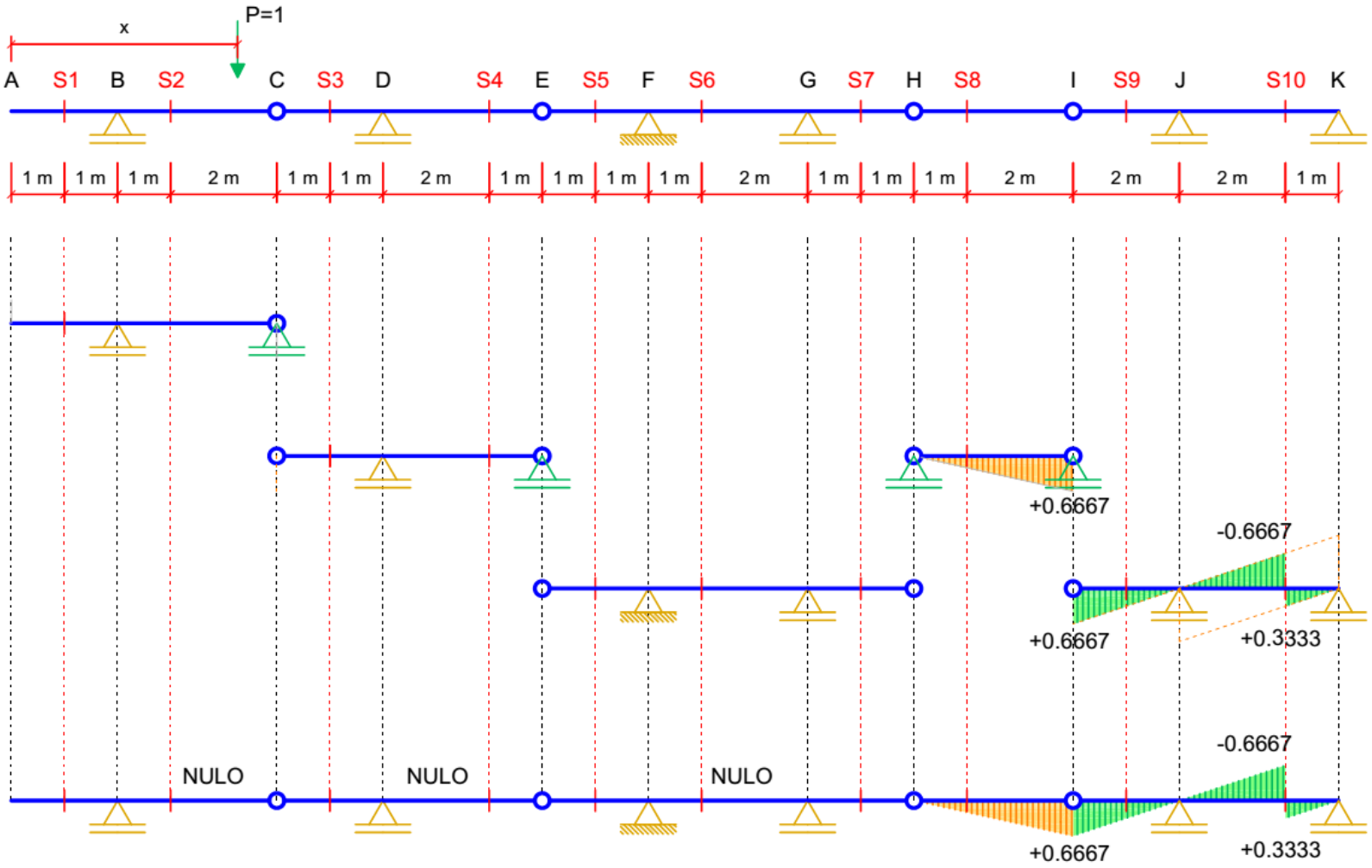
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS8



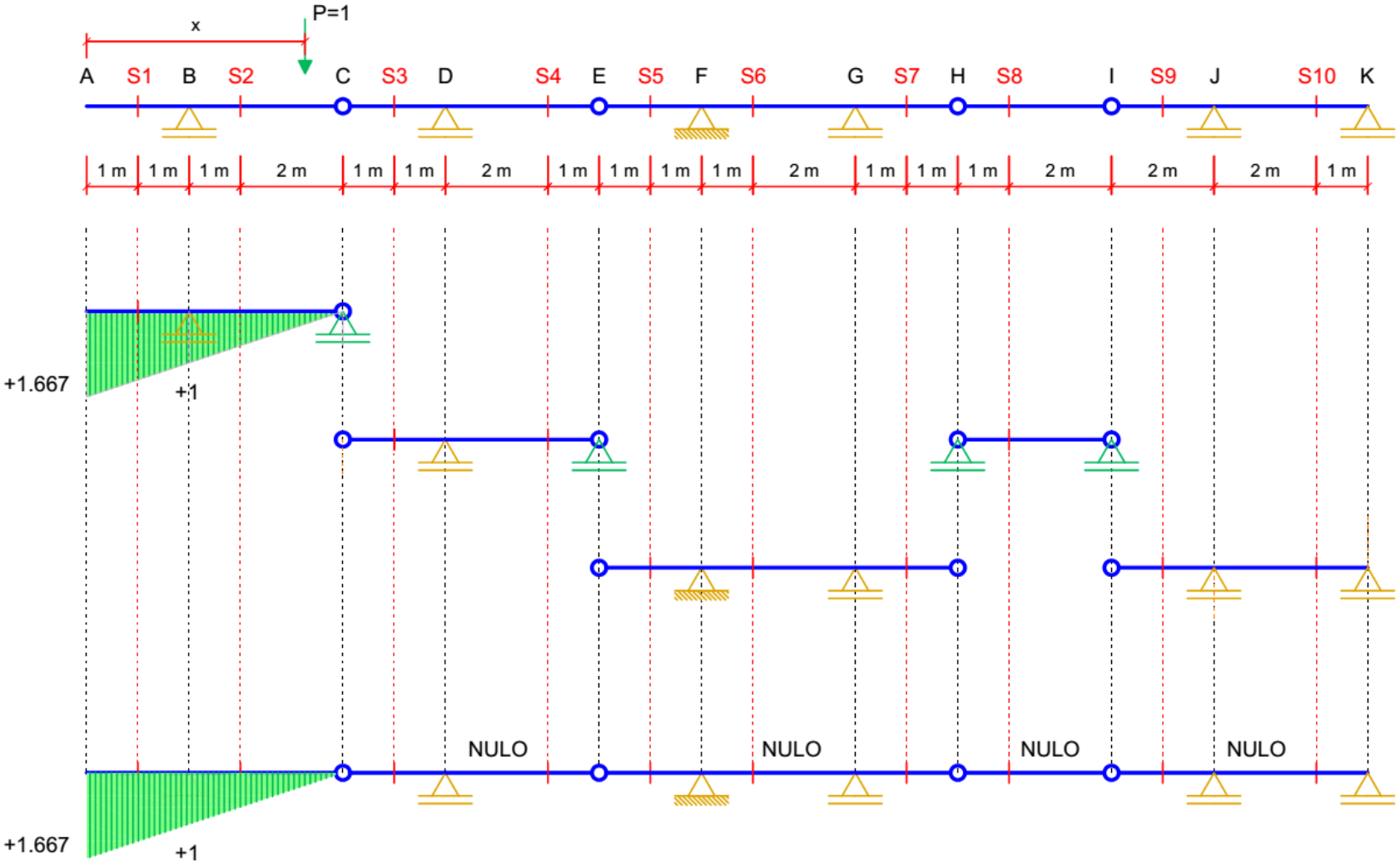
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS9



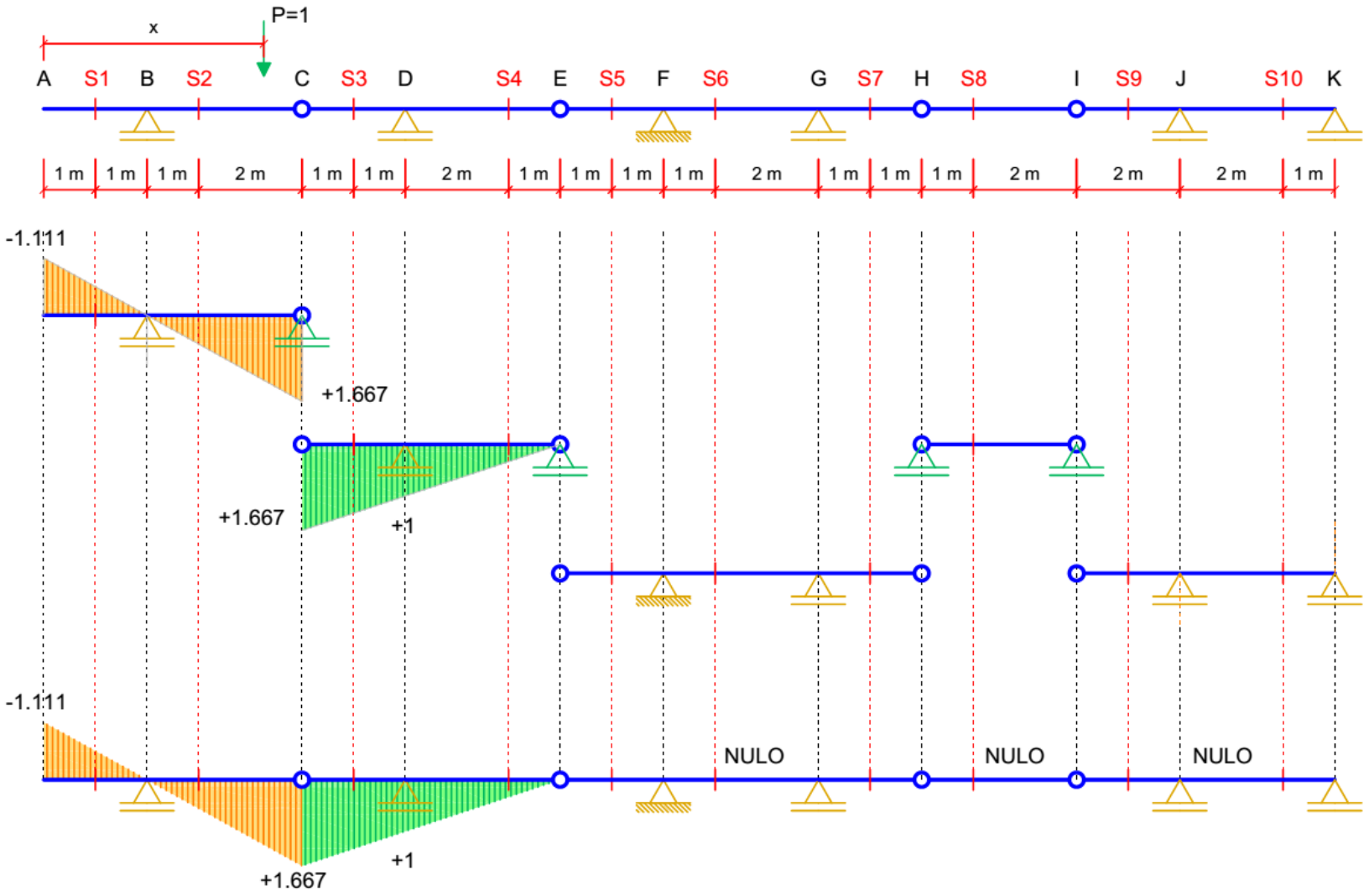
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de VS10



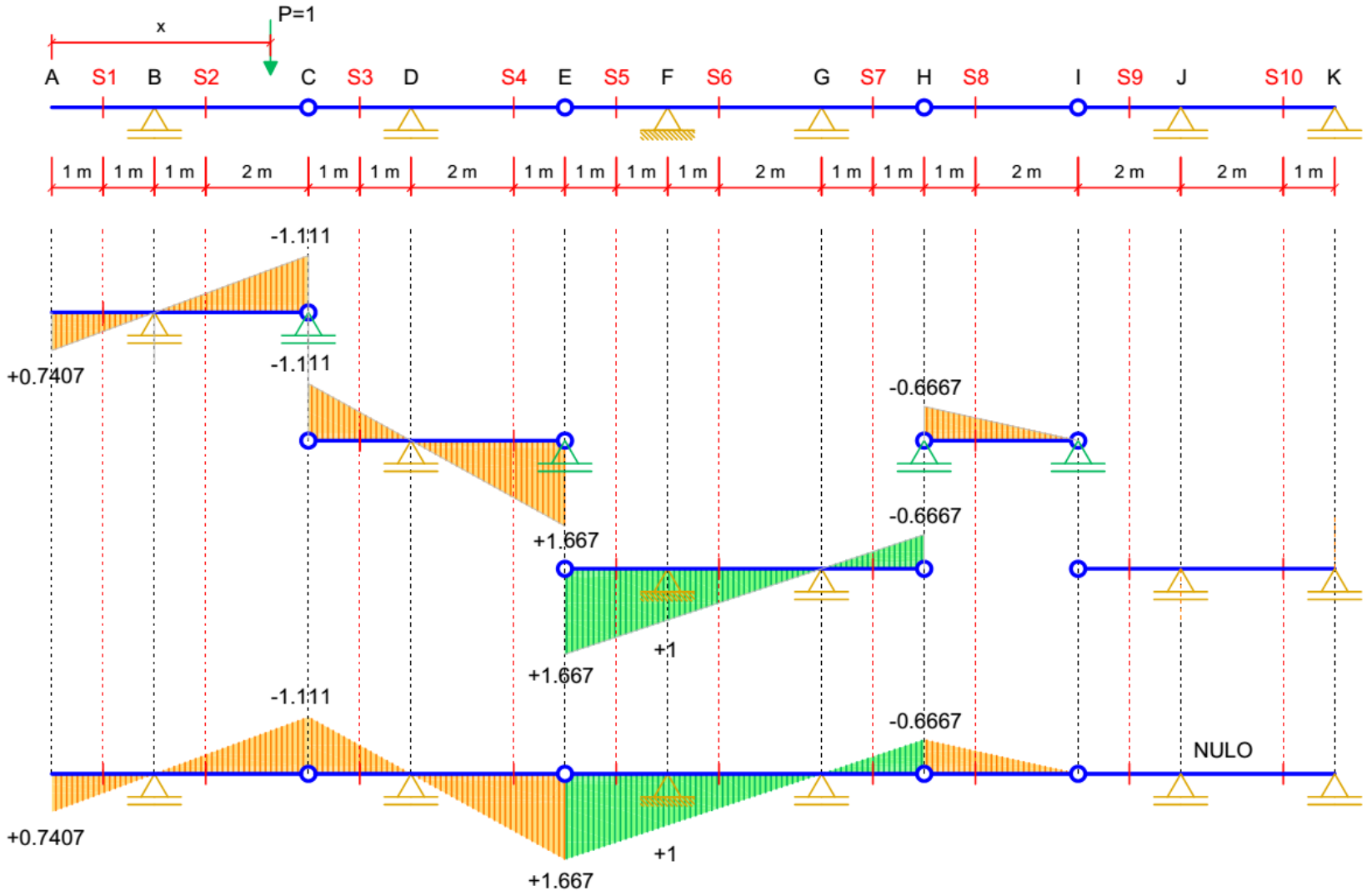
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RB



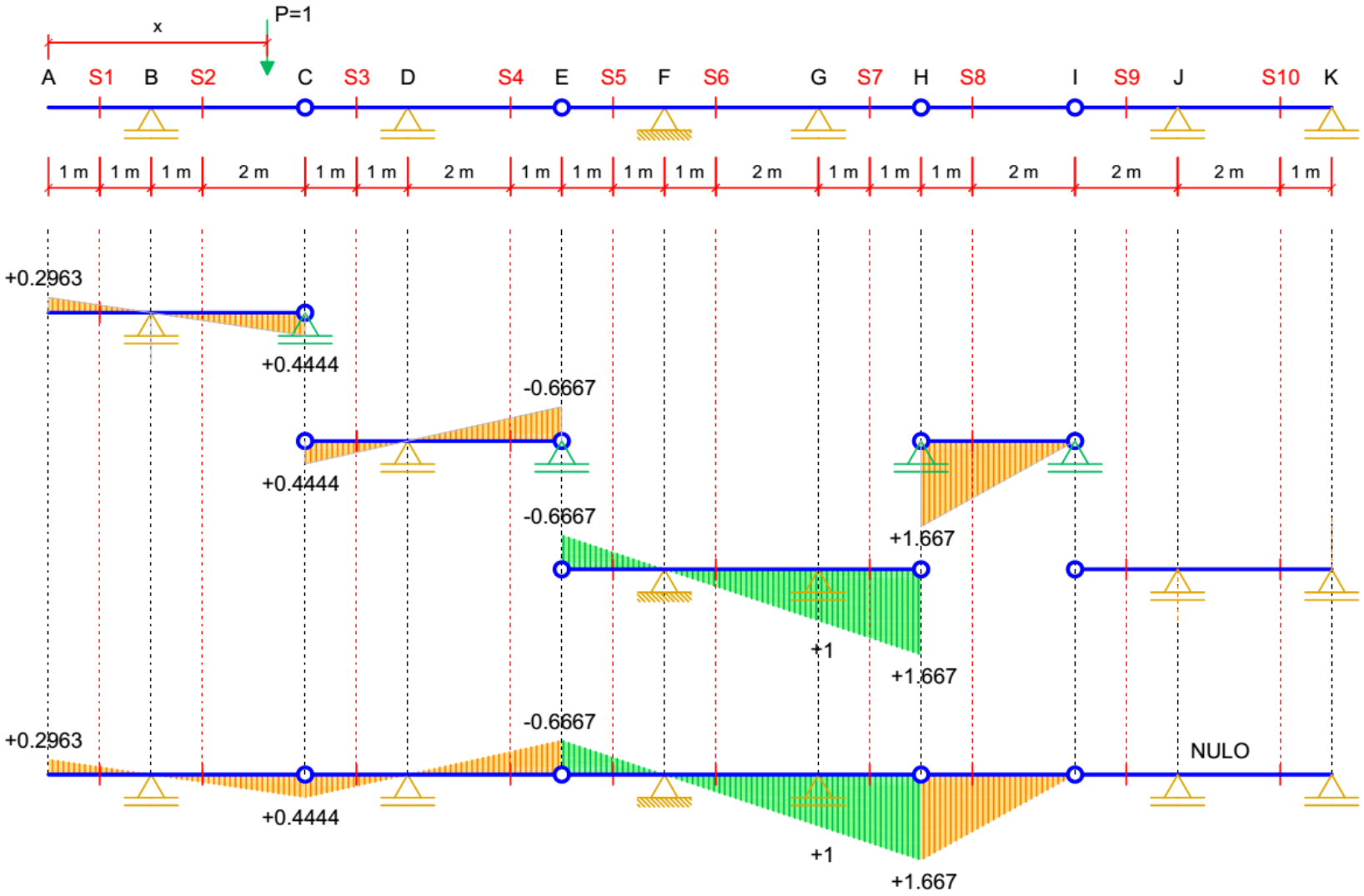
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RD



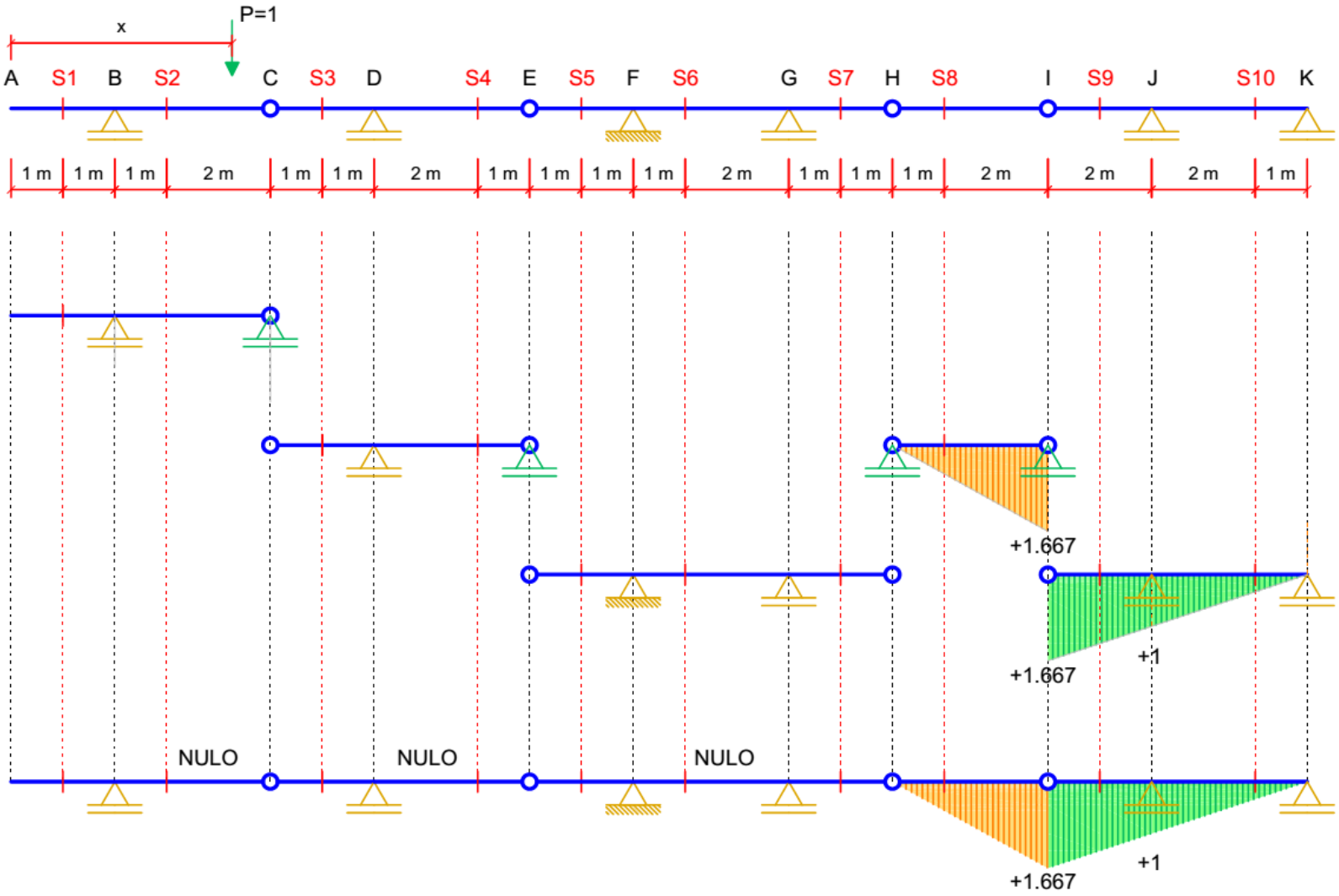
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RF



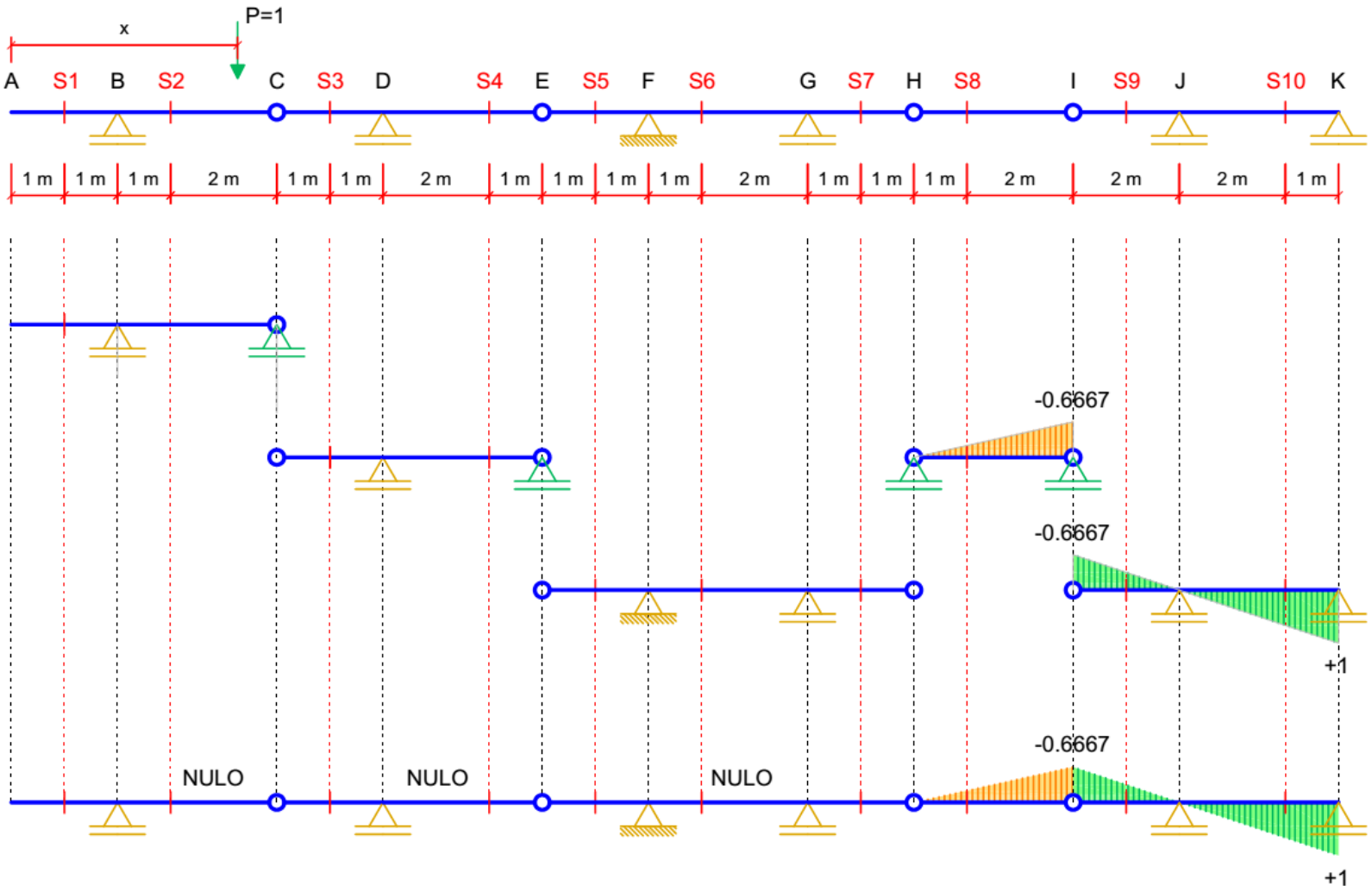
Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RG



Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RJ



Exemplos de L.I.s de Viga Gerber – LI de RK



FIM

Exercício TE2-2.1

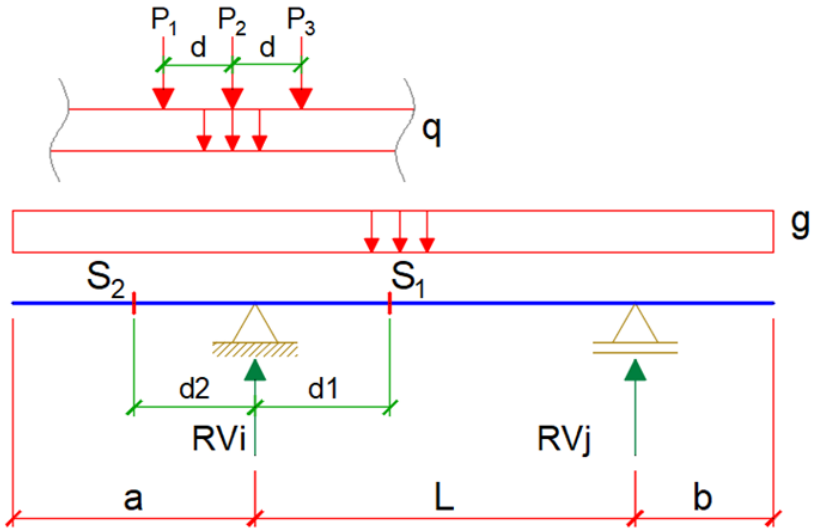
- Obter o máximo e o mínimo esforço cortante que pode ocorrer na seção S1, e o máximo e o mínimo momento fletor que pode ocorrer na seção S2 mediante a aplicação do trem-tipo indicado:

- Dados:

a = 3,5 m L = 7,0 m b = 4,5 m
d = 1,0 m d1 = 3,0 m d2 = 1,0 m

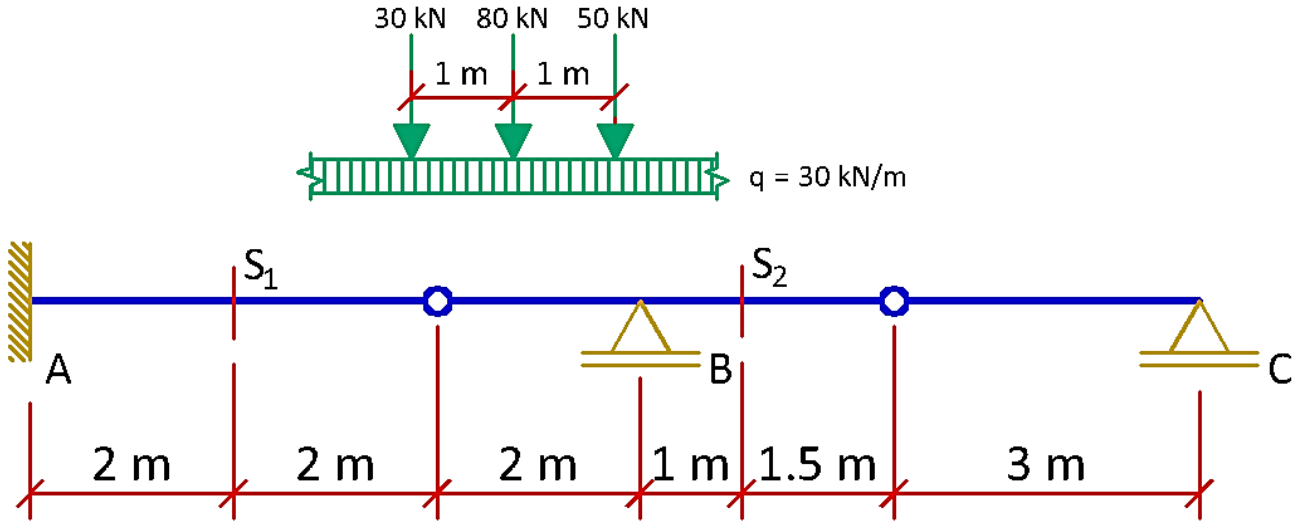
P1 = 40 kN
P2 = 100 kN
P3 = 60 kN

q = 10 kN/m
g = 30 kN/m



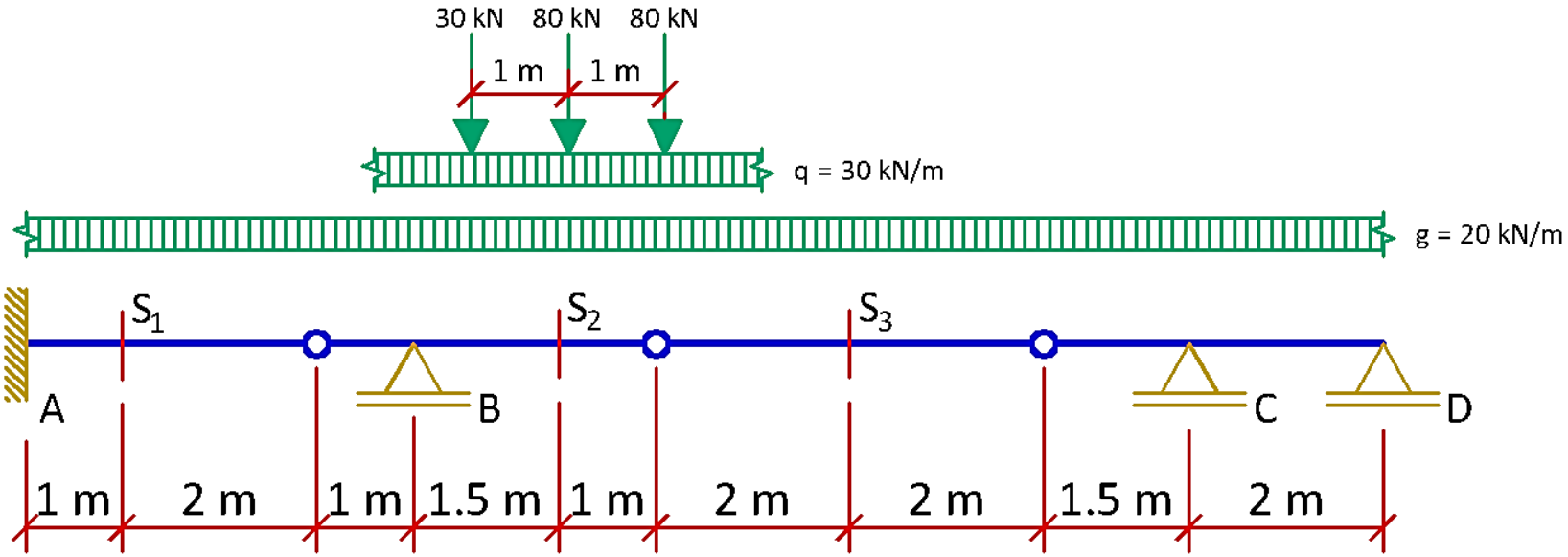
Exercício TE2-2.2

- Trace as linhas de influência de MS1, MS2, VS1 e VS2; calcule e indique quais os piores casos de momento fletor positivo e negativo e esforço cortante (sem considerar sinal) para ambas seções:



Exercício TE2-2.3

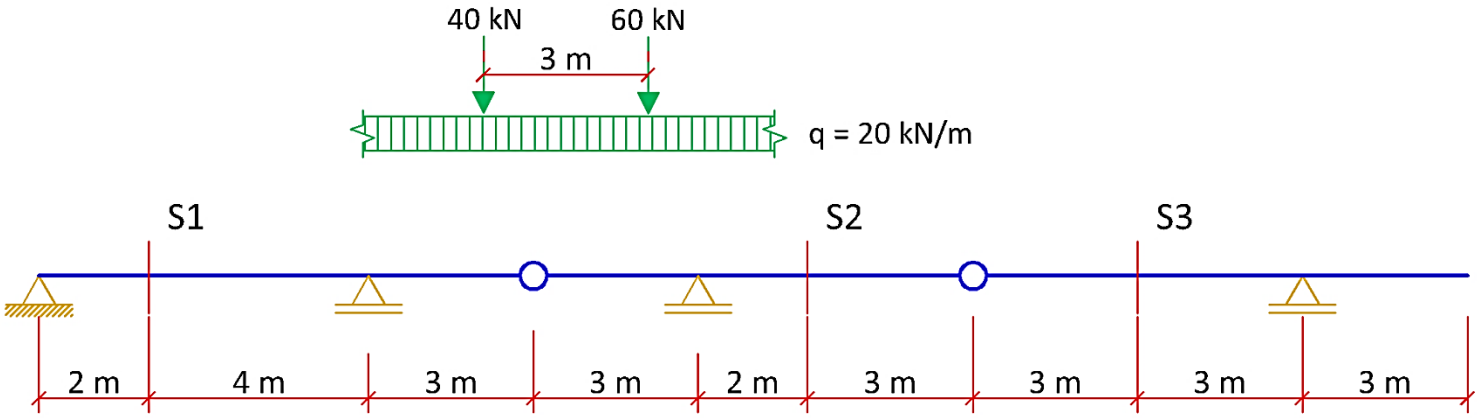
- Trace as linhas de influência de momento fletor e esforço cortante para todas as seções indicadas e aplique o trem-tipo esboçado calculando:
  a) o máximo momento fletor das seções 1 e 3;
  b) o mínimo esforço cortante das seções 1 e 2;



Exercício TE2-2.4

- Trace as linhas de influência de:
  a) Momento Fletor para S1 e S3;
  b) Esforço Cortante para S2 e S3;

- Calcule, considerando a aplicação do trem tipo indicado:
  c) Qual o mínimo momento fletor que a seção S1 sofrerá.
  d) Qual o máximo momento fletor que a seção S3 sofrerá;
  e) Qual o máximo cortante (em módulo) que a seção S2 sofrerá;



Exercício TE2-2.5

- Para a Viga Gerber abaixo:
  a) Trace a Linha de Influência de Momentos Fletores para a Seção S1;
  b) Trace a Linha de Influência de Esforços Cortantes para a Seção S2;
  c) Determine o Mínimo Momento Fletor que pode ocorrer na Seção S1;
  d) Determine o Máximo Momento Fletor que pode ocorrer na Seção S1;
  e) Determine o Mínimo Esforço Cortante que pode ocorrer na Seção S2;
  f) Determine o Máximo Esforço Cortante que pode ocorrer na Seção S2;

