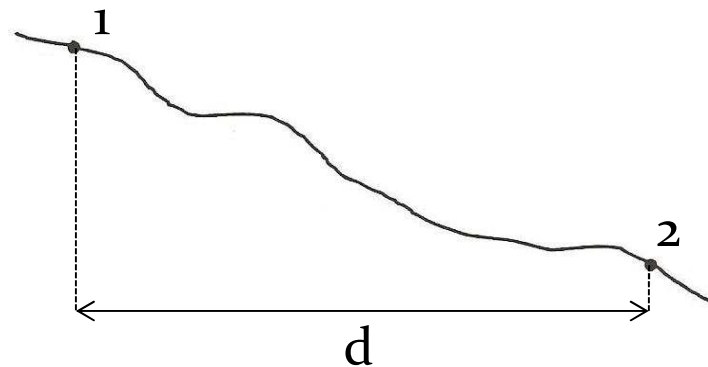


# Medição de distâncias



# Distância

Em topografia, a distância corresponde à projeção horizontal de um comprimento medido entre dois pontos:

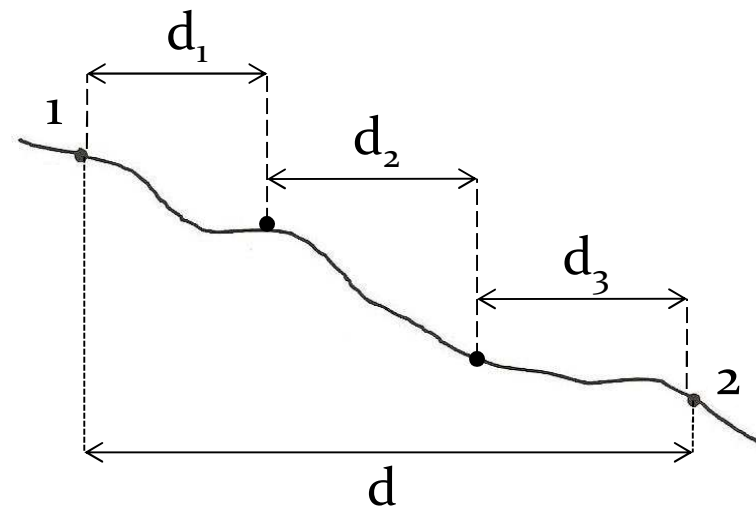


Principais instrumentos de medida:

- Trena
- Estação total

# Medida de distância com trena

- Separar os pontos que definem a distância em trechos
- Trechos perfeitamente horizontais e alinhados na direção 1-2



# Medida de distância com trena



# Medida de distância com trena

- Materiais diversos: fibra de vidro, aço comum e aço inox, aço invar
- Comprimentos mais comuns: 20m, 30m, 50m
- Em levantamentos menos precisos: rodas medidoras, podômetros (contador de passos), fitas de lona



# Erros nas medidas com trena

- Erros grosseiros – imperícia e descuidos do operador
- Erros sistemáticos – os mais comuns são:

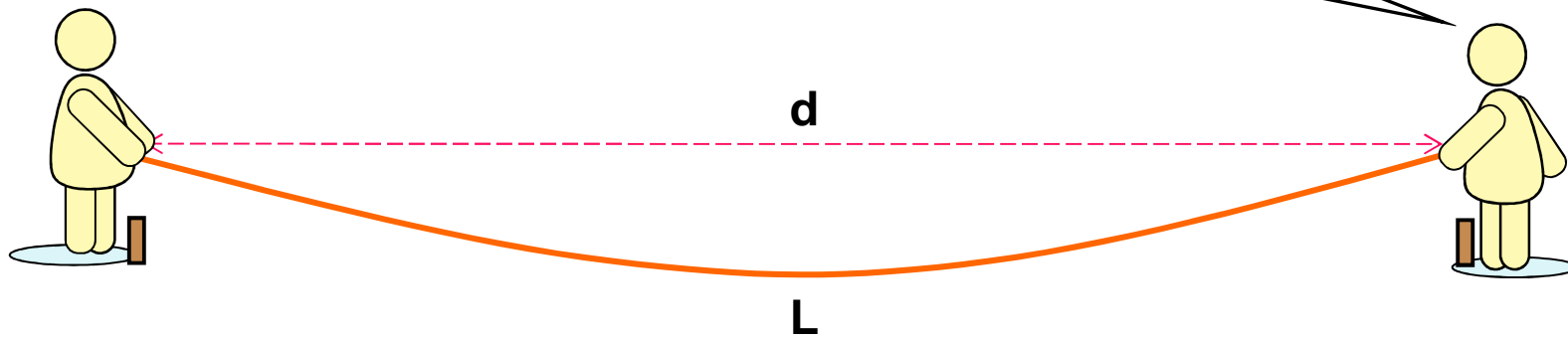
- Catenária
- Falta de alinhamento
- Desnível entre as extremidades

Leituras maiores que a distância

- Dilatação térmica
- Deformação elástica

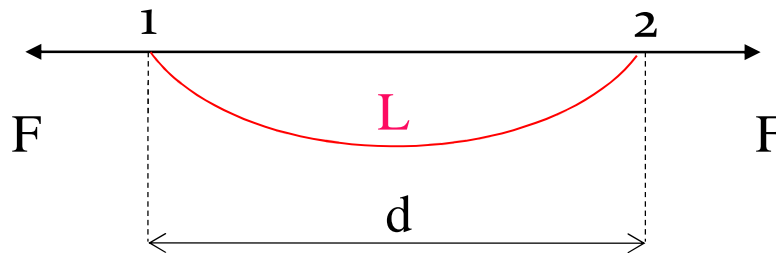
Leituras podem ser maiores ou menores

# Erros nas medidas com trena



# Erros nas medidas com trena

Catenária



$$\Delta L = -\frac{L}{24} \cdot \frac{p \cdot L^2}{F}$$

L: comprimento medido

D: distância que se deseja determinar

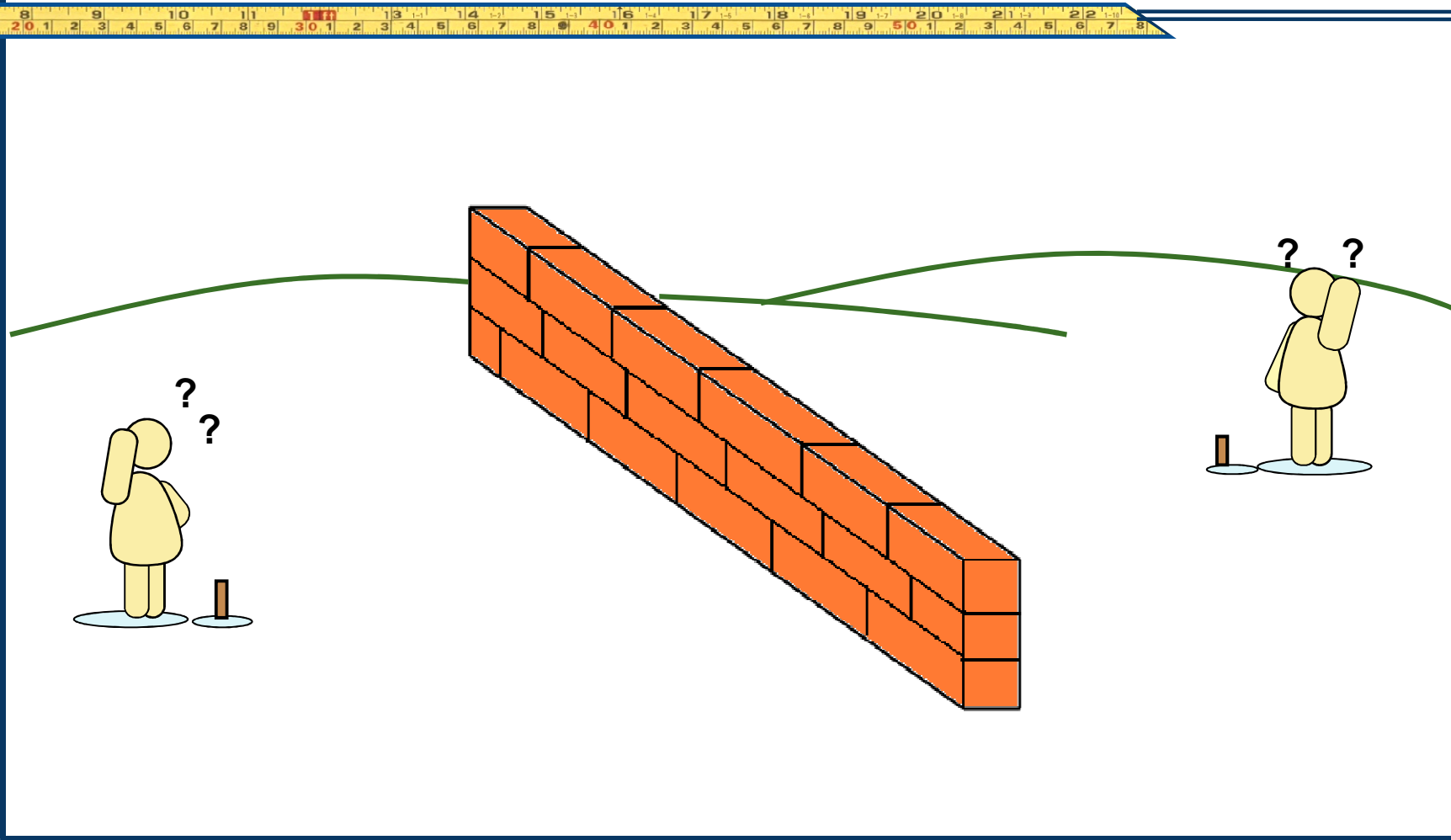
$\Delta L$ : diferença entre comprimento medido (catenária) e o comprimento isento de erro

F : força aplicada nas extremidades da trena (10 a 15 kg)

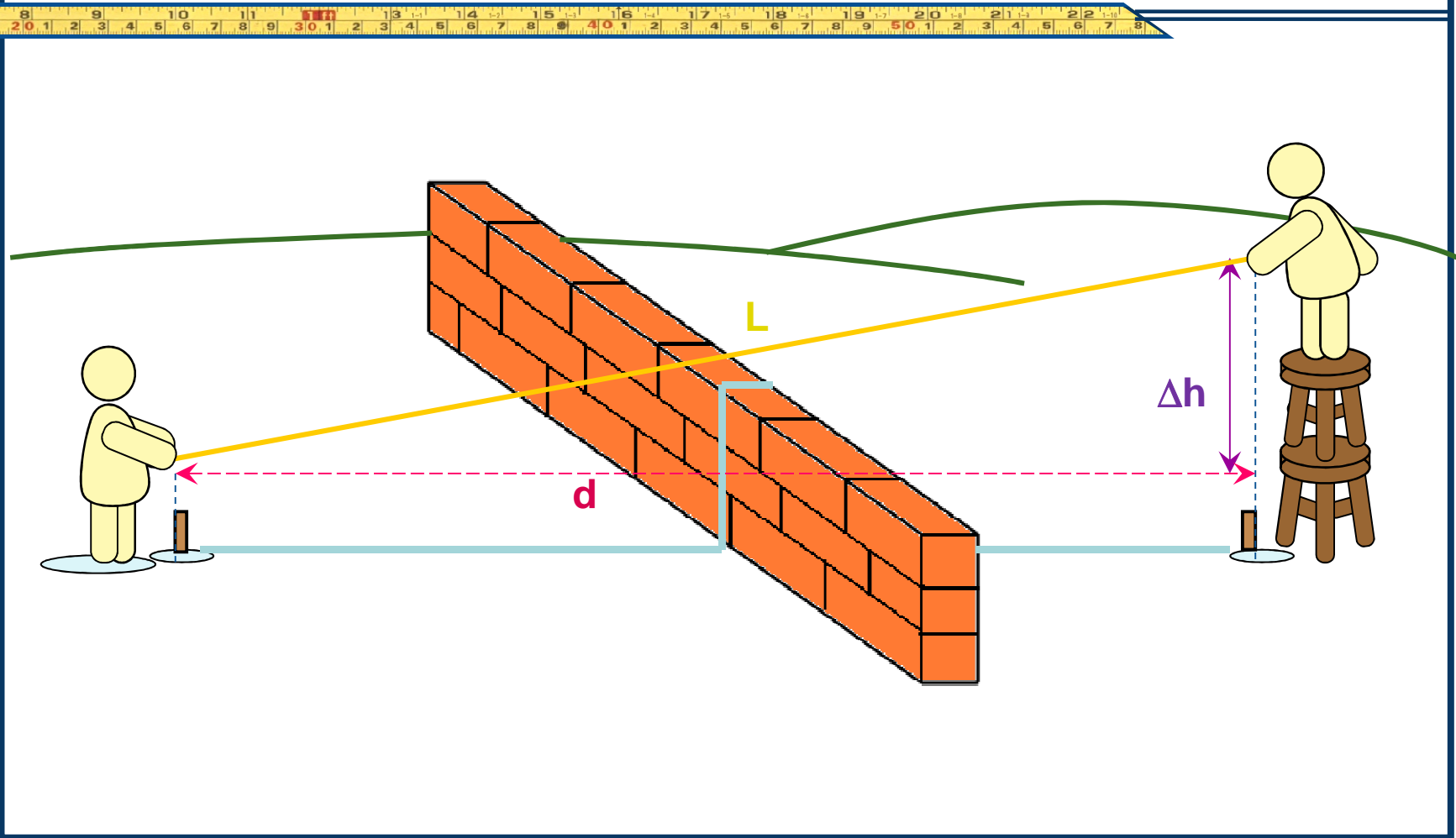
p: peso da trena por metro (20 a 40 g/m)



# Erros nas medidas com trena

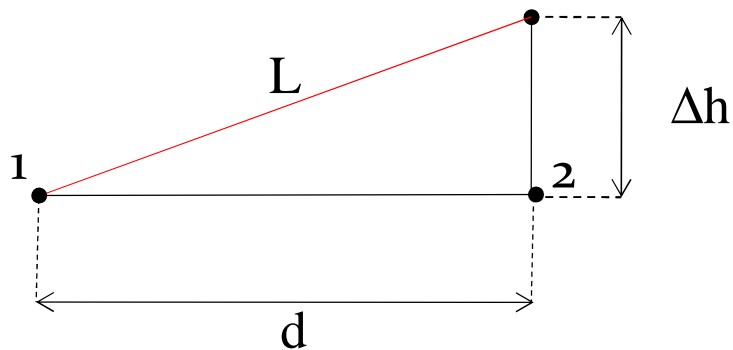


# Erros nas medidas com trena



# Erros nas medidas com trena

Desnível entre as extremidades de um trecho



$$\Delta L = -\frac{\Delta h^2}{2.L}$$

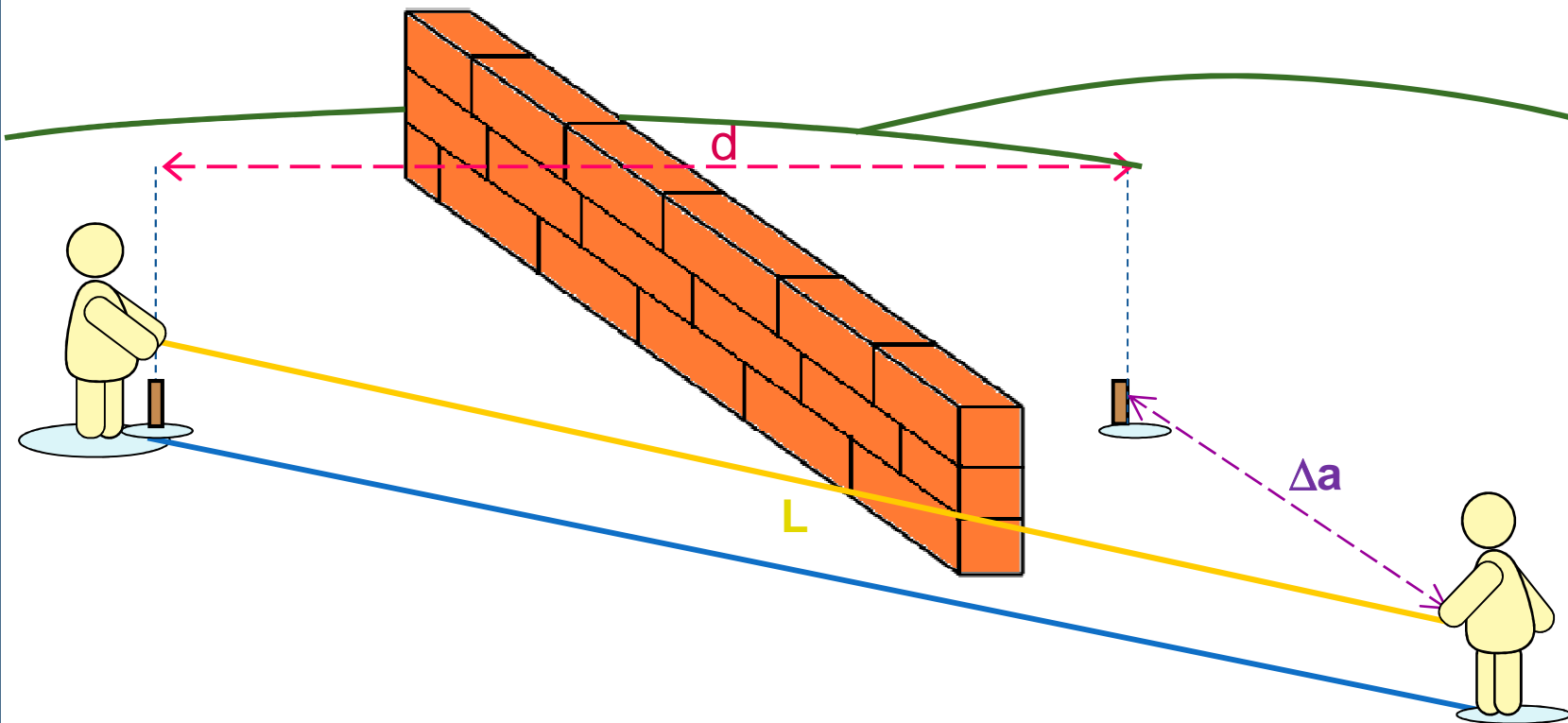
L: comprimento medido

D: distância que se deseja determinar

$\Delta L$ : diferença entre o comprimento medido e o comprimento isento de erro

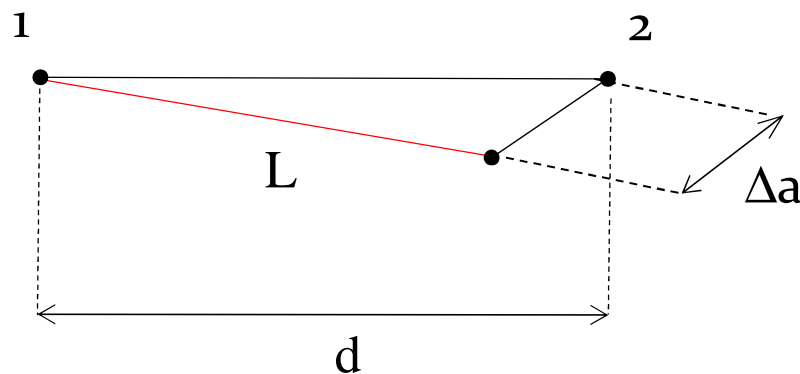
$\Delta h$ : desnível

# Erros nas medidas com trena



# Erros nas medidas com trena

## Falta de alinhamento



$$\Delta L = -\frac{\Delta a^2}{2.L}$$

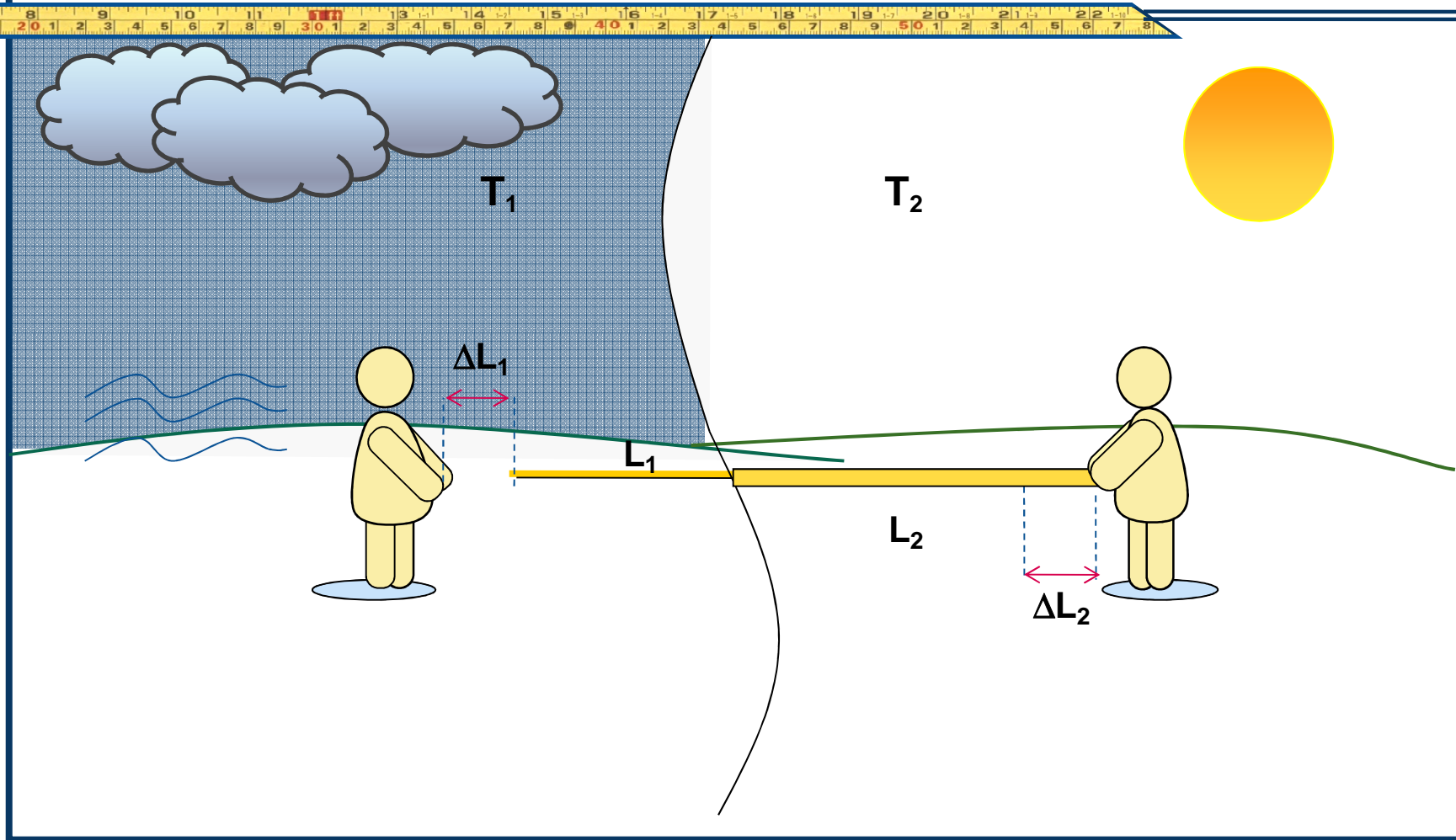
L: comprimento medido

D: distância que se deseja determinar

$\Delta L$ : diferença entre o comprimento medido e o comprimento isento do erro

$\Delta a$ : deslocamento lateral devido ao desvio

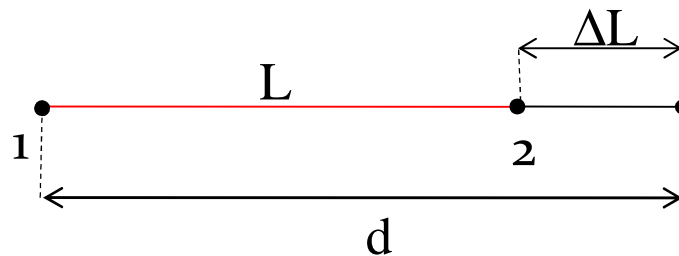
# Erros nas medidas com trena



# Erros nas medidas com trena

## Dilatação térmica

Leitura é maior ou menor que **d** em função da temperatura:



$$\Delta L = L.\alpha.(t - t_0)$$

L: comprimento medido

d: distância que se deseja determinar

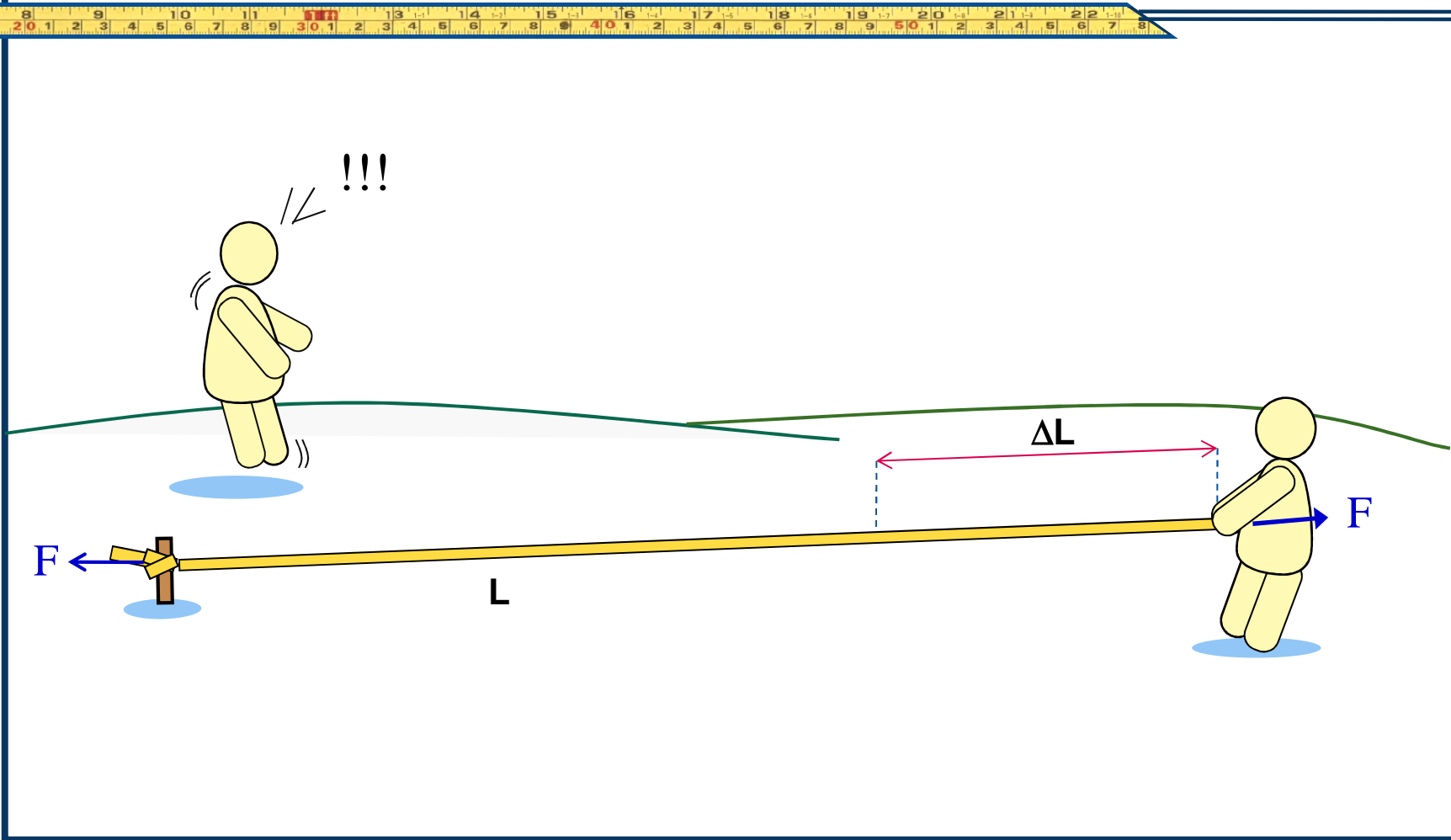
$\Delta L$ : diferença entre o comprimento medido e o comprimento “verdadeiro”

$t_0$ : temperatura de aferição da trena (20 °C)

t: temperatura da trena nas condições de trabalho (°C)

A: coeficiente de dilatação térmica do material da trena (°C<sup>-1</sup>)

# Erros nas medidas com trena

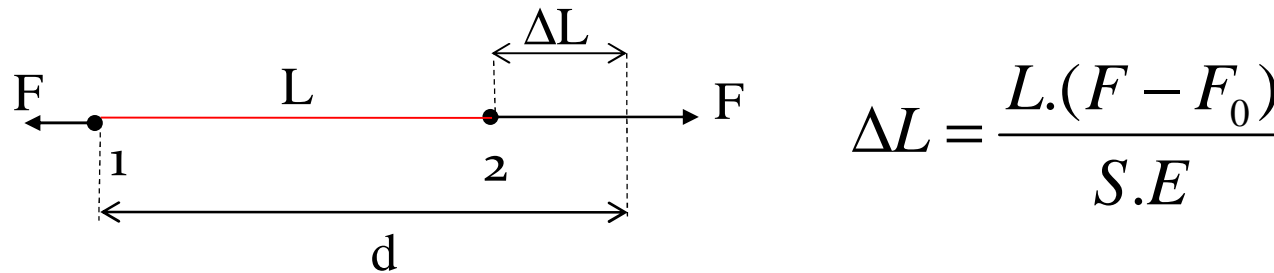




# Erros nas medidas com trena

## Deformação elástica

Leitura é maior ou menor que  $d$  em função da direção da tensão nas extremidades:



$$\Delta L = \frac{L.(F - F_0)}{S.E}$$

L: comprimento medido / d: distância que se deseja determinar

$\Delta L$ : diferença entre o comprimento medido e o comprimento “verdadeiro”

$F_0$ : tensão de aferição (10 ou 15 kg)

F: tensão de trabalho (kg)

E: módulo de elasticidade do material da trena (aço comum: 2.100.000 kg/cm<sup>2</sup>)

(aço invar: 1.500.000 kg/cm<sup>2</sup>)

S: área da seção transversal da trena (varia de 2,5 a 6,0 mm<sup>2</sup>)

# Erros nas medidas com trena

Admite-se efeitos alinhados e independentes e obtêm-se:

$$d = L + \Sigma\Delta L$$

Para minimizar os erros:

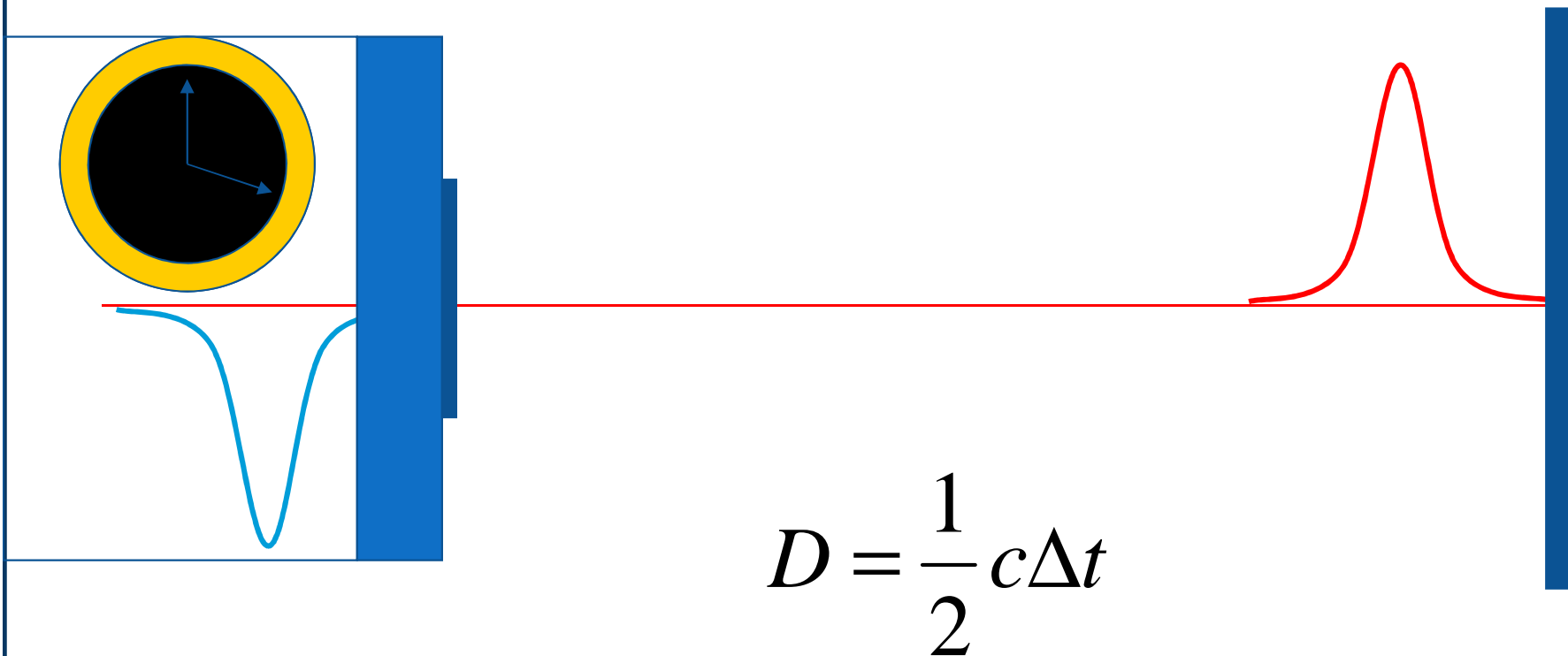
- manter trena na horizontal e alinhada
- evitar horários com temperaturas extremas
- tensão nas extremidades que minimize o efeito da catenária sem causar grande deformação elástica

# Erros nas medidas com trena - precisão



<b>Tipo de Trena</b>	<b>Precisão</b>
Fita e trena de aço	1cm/100m
Trena plástica	5cm/100m
Trena de lona	25cm/100m

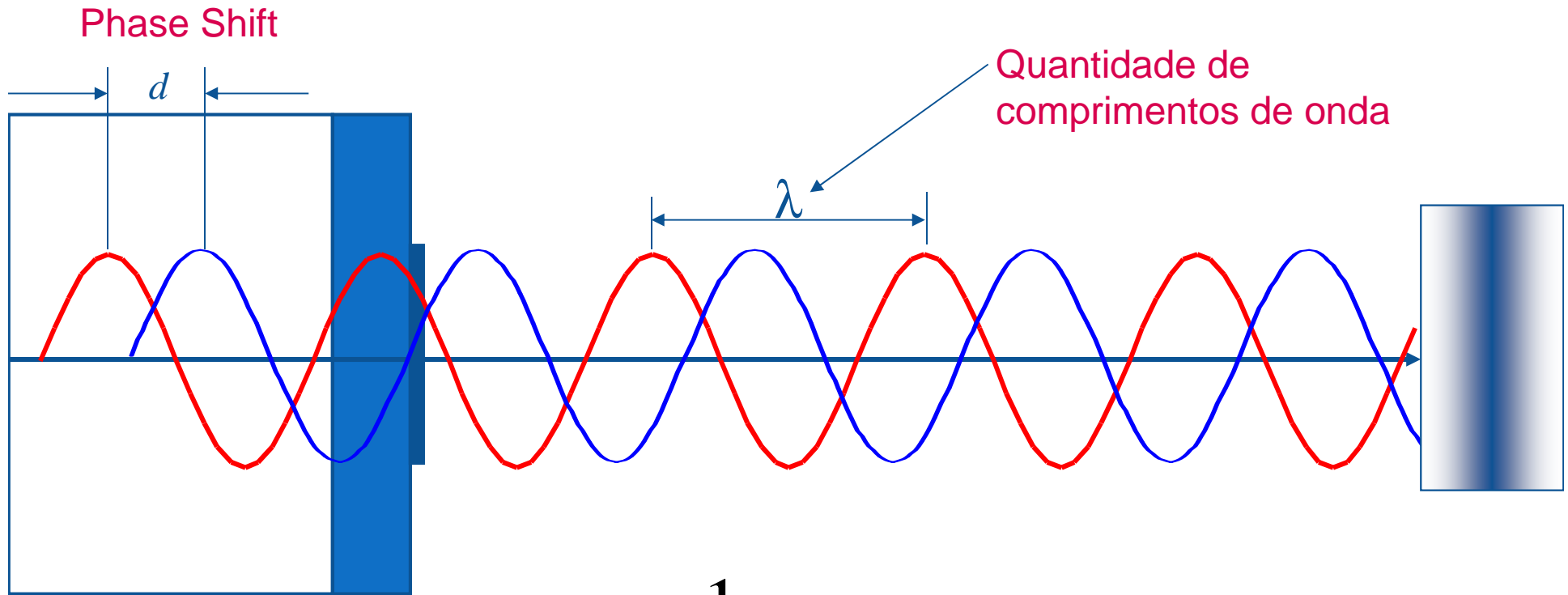
# Medida de distância com Medidores Eletrônicos



$$D = \frac{1}{2} c \Delta t$$

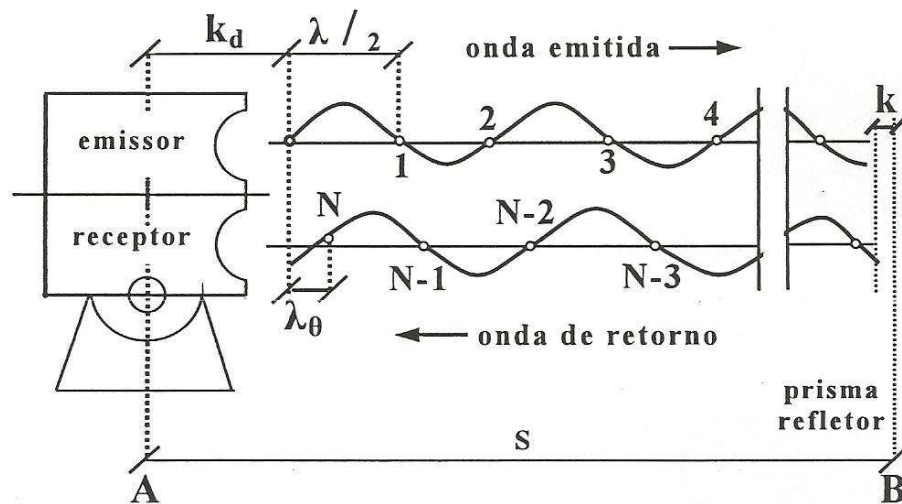
# Medida de distância com Estação Total

- Envia uma onda eletromagnética a um prisma refletor.
- A distância é obtida pela soma de um número inteiro de comprimentos de onda com a diferença de fase entre a onda emitida e a refletida.
- O valor fornecido é uma média de várias leituras



$$D = \frac{1}{2} (n\lambda + d)$$

# Medida de distância com Estação Total



$$2 \cdot s = \frac{N \cdot \lambda}{2} + \lambda_0 + k$$

$s$  : distância a ser medida

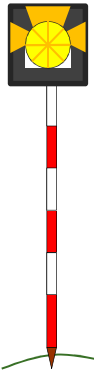
$\lambda$  : comprimento de onda

$\lambda_0$  : diferença de fase entre onda emitida e recebida

$N$  :  $n^\circ$  inteiro de semi-comprimentos de onda

$k = k_d + k_r$  : constante instrumental

# Medida de distância com Estação Total



Alcance depende de :

- tipo de onda emitida (maior para infravermelho, o mais comum)
- quantidade de prismas no ponto de reflexão
- condições atmosféricas

Alcance máximo (boas condições atmosféricas) : 2,5 a 7,5 km

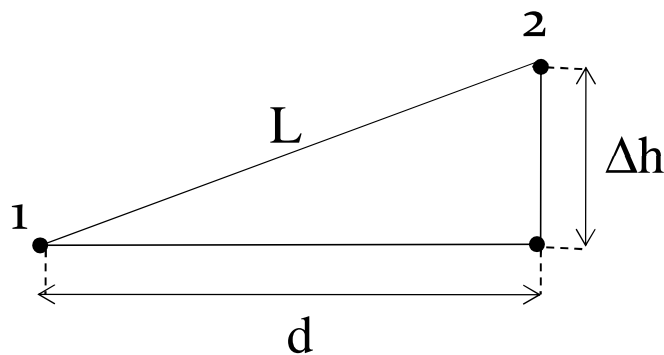
Alcance mínimo (usando 1 prisma) : 1 a 1,5 km





# Medida de distância com Estação Total

As estações totais podem medir:



L : distância inclinada

d : distância horizontal

$\Delta h$  : desnível

d e  $\Delta h$  são calculados utilizando o ângulo vertical medido pela teodolito eletrônico embutido na estação total.

# Medida de distância com Estação Total

- Todas as leituras de distâncias e ângulos podem ser armazenados na memória interna da estação.
- Facilita medições em terrenos acidentados, regiões com tráfego de veículos, lagos, etc.



# Erros nas medidas com Estação Total

O erro depende da distância medida.

Precisão expressa na forma :

$$P = \pm(a + b.s)$$

a : constante aditiva (em mm)

b : fator escala (em ppm)

s : distância medida (em km)

# Exemplo

	P (precisão)	s (m)
A	2mm + 3ppm	1500,739
B	3mm + 2ppm	1500,425

Para o equipamento A, o erro seria:

$$\text{Erro A} = 2 + 3 \cdot 1,500739 = 6,5 \text{ mm}$$

Já para o equipamento B, o erro seria:

$$\text{Erro B} = 3 + 2 \cdot 1,500425 = 7,5 \text{ mm}$$