

# Altimetria

## Aula 2

Recife, 2014

# Nivelamento Trigonométrico

## Características Gerais

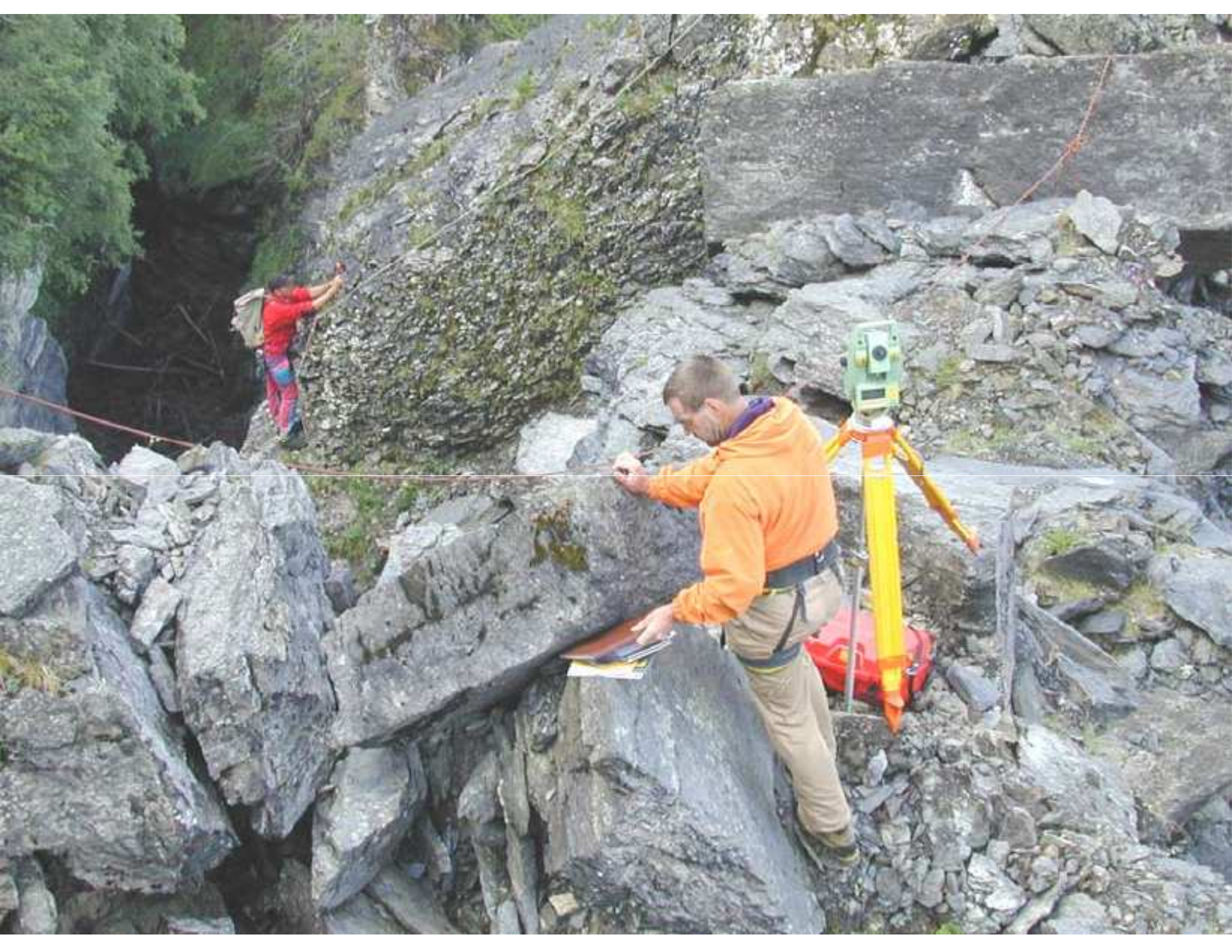
Baseia-se na medida de distâncias horizontais e ângulos de inclinação para a determinação da cota ou altitude de um ponto por meio de relações trigonométricas.

Tabela 8 - Nivelamento de linhas ou circuitos e seções

Classe	Metodologia	Desenvolvimento					Tolerâncias de fechamento
		Linha Seção	Extensão Máxima	Lance Máximo	Lance Mínimo	Nº máx. de lances	
IN Geom.	Nivelamento geométrico a ser executado com nível classe 3, utilizando miras dobráveis, centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura a ré e vante dos três fios, visadas equidistantes com diferença máxima de 10 m, ida e volta em horários distintos e com Ponto de Segurança (PS) a cada km, no máximo.		10 km	80 m	15 m		$12 \text{ mm } \sqrt{K}$
IIN Geom.	Nivelamento geométrico a ser executado com nível classe 2, utilizando miras dobráveis, centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura do fio médio, ida e volta ou circuito fechado, com Ponto de Segurança (PS) a cada dois km, no máximo.		10 km	80 m	15 m		$20 \text{ mm } \sqrt{K}$
IIIN Trig.	Nivelamento trigonométrico a ser realizado através de medidas de distâncias executadas com medidor eletrônico de distância - MED - classe 1, leituras recíprocas (vante e ré) em uma única série, ou medidas de distâncias executadas à trena de aço devidamente aferida, com controle estadimétrico de erro grosseiro, leituras do ângulo vertical conjugadas, direta e inversa, em uma série direta e inversa, com teodolito classe 2 ou estação total classe 2.	Princ.	10 km	500 m	40 m	40	$0,15 \text{ m } \sqrt{K}$
		Sec.	5 km	300 m	30 m	20	$0,20 \text{ m } \sqrt{K}$

Tabela 1 - Classificação de teodolitos

Classes de teodolitos	Desvio-padrão precisão angular
1 - precisão baixa	$\leq \pm 30''$
2 - precisão média	$\leq \pm 07''$
3 - precisão alta	$\leq \pm 02''$







# Equipamentos

**Teodolito:** É um instrumento óptico de medida utilizado na topografia, na geodésia e na agrimensura para realizar medidas de ângulos verticais e horizontais

**Teodolito  
Óptico mecânico**



**Teodolito  
Óptico mecânico**



**Teodolito  
Eletrônico**



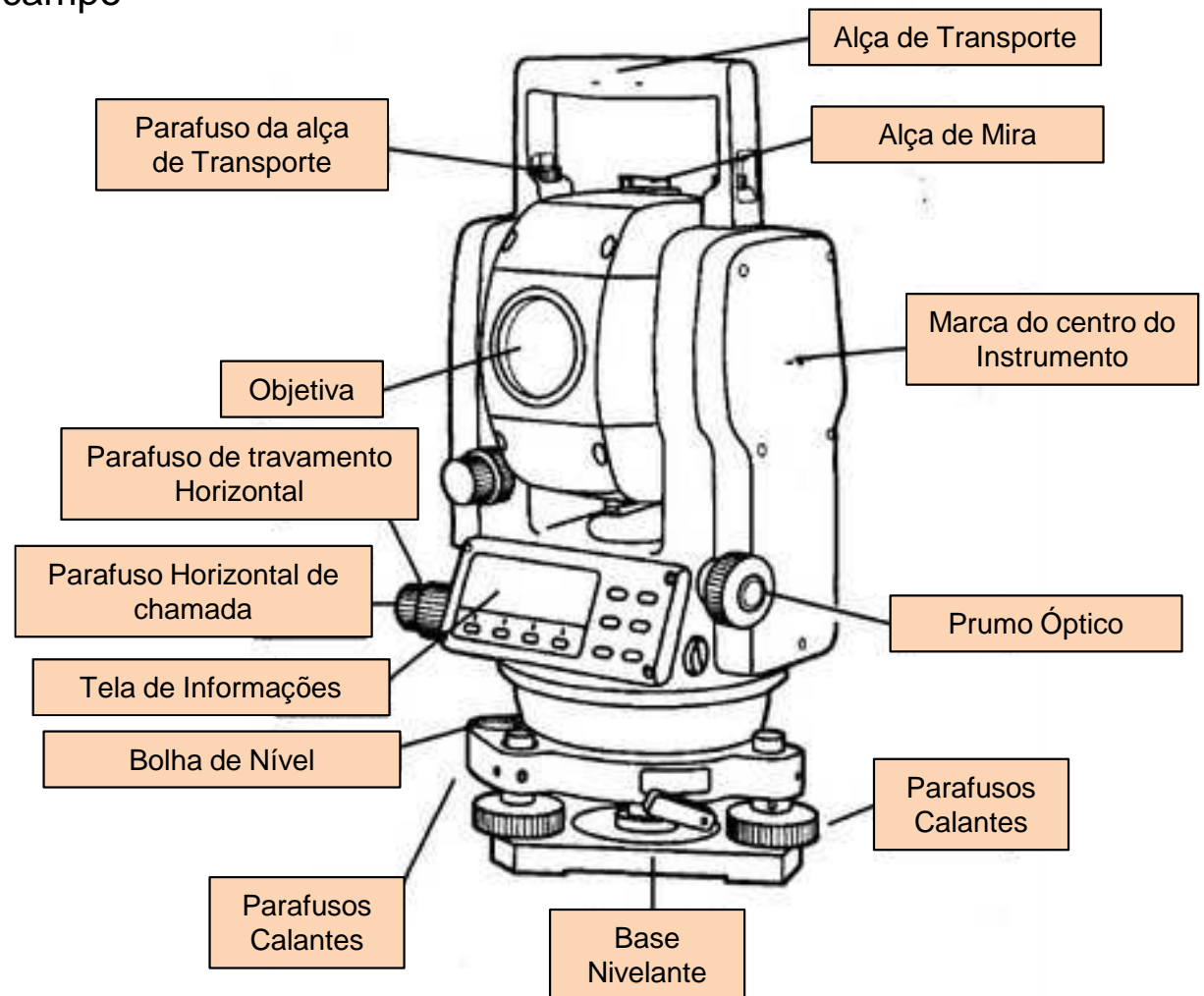
# Equipamentos

**Distanciômetro:** É um instrumento destinado a medir distâncias inclinadas, Deve ser acoplado a um teodolito para possibilitar a medição do ângulo vertical para calcular a distância horizontal e a distância vertical



# Equipamentos

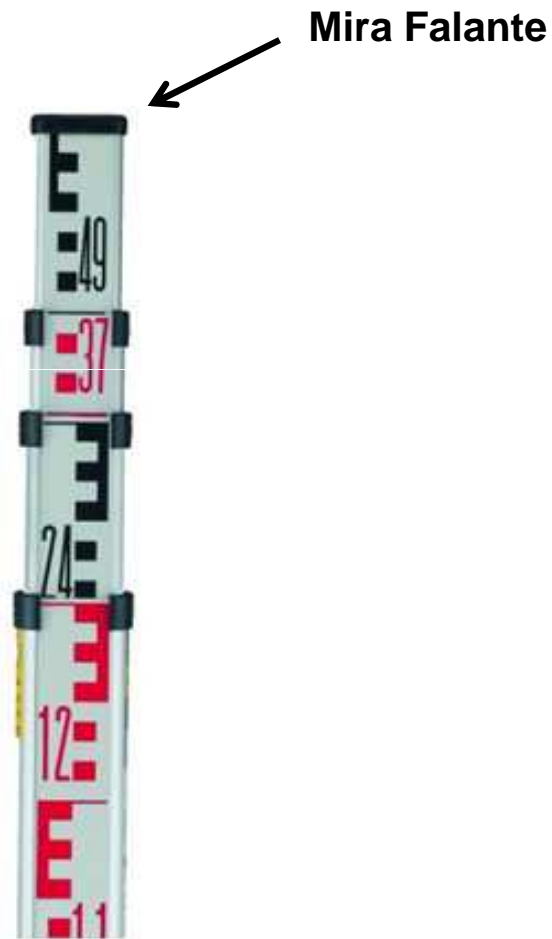
**Estação Total ou Taqueômetro Eletrônico:** A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento destes novos instrumentos, que nada mais é do que *teodolitos eletrônicos digitais com Distanciômetros eletrônicos* incorporados e montados num só bloco, Isto traz muita vantagem para a automação de dados, podendo inclusive armazenar os dados coletados e executar alguns cálculos mesmo em campo





# Acessórios

**Mira:** É um instrumento para medir a distância vertical de um ponto até o *plano horizontal do nível*, Para os níveis digitais, a mira deve ser com códigos de barras



Cantoneira de Mira



# Acessórios

**Prisma:** É um instrumento destinado à reflexão do sinal emitido por um Distanciômetro ou uma estação total



[dreamstime.com](http://dreamstime.com)

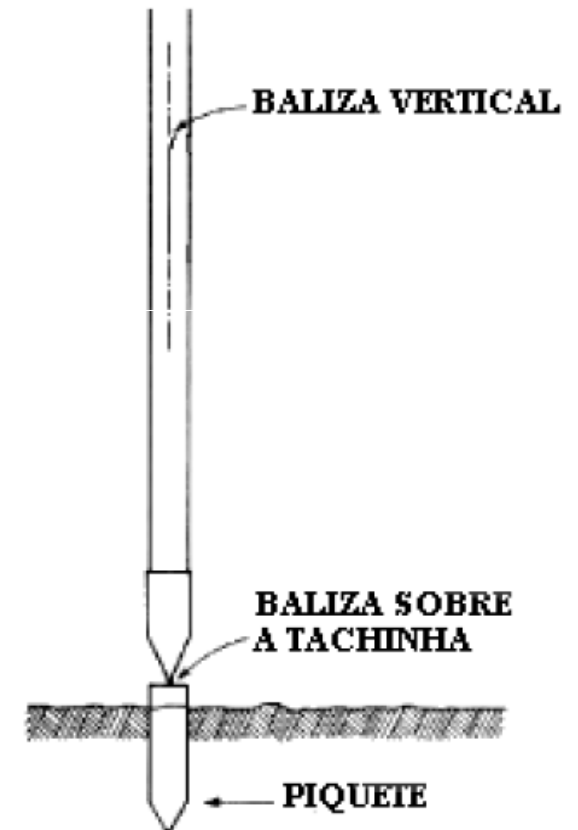
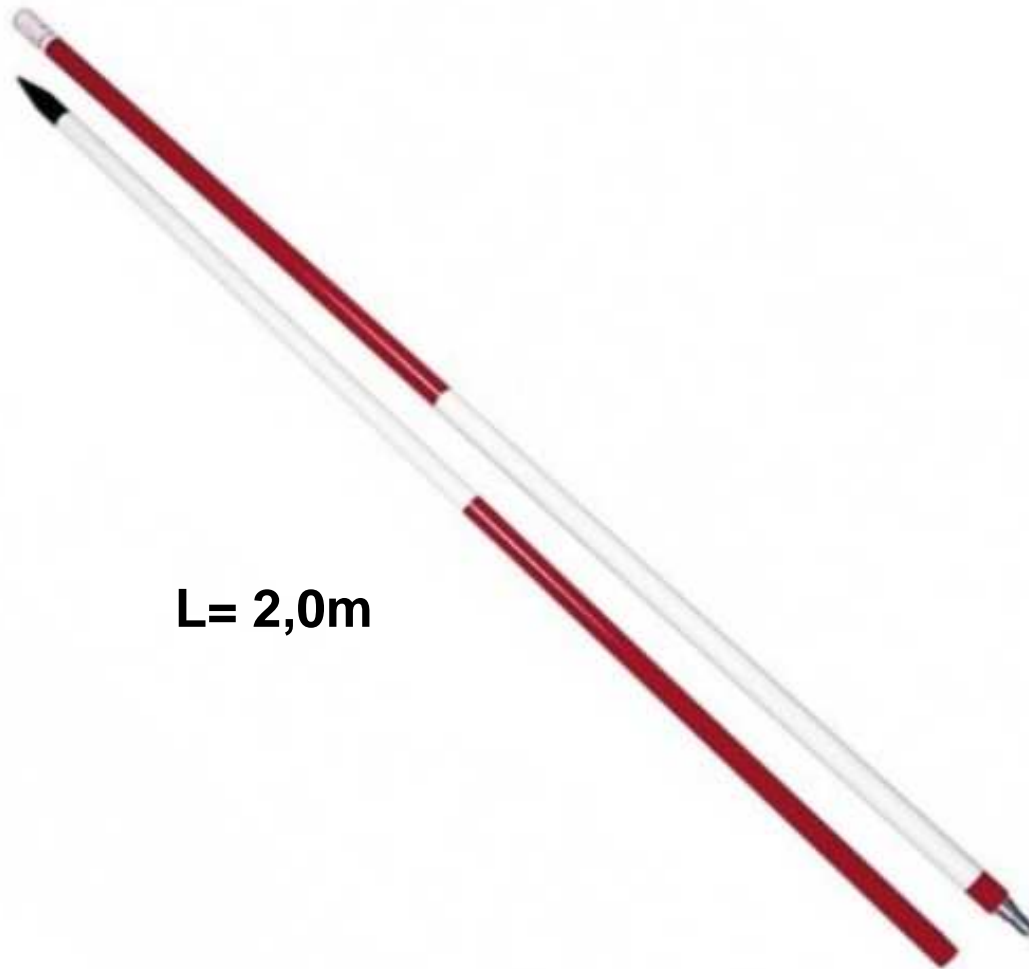
# Acessórios

**Bastão:** É um instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torná-lo visível, Possui encaixe ou rosca para adaptação de antena GPS ou prisma



# Acessórios

**Baliza:** É um instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torná-lo visível



# Exercício 1

No Nivelamento Trigonométrico do croqui abaixo, preencha corretamente a caderneta de campo e calcule as diferenças de cotas “ $\Delta H$ ” entre os pontos das estações e as cotas de cada ponto visado, sabendo que a cota do Ponto “A” é 100m

Estação	i= Altura do Instrumento (m)	Ponto Visado	Ângulos de inclinação Horizontal Lidos	Distância Horizontal (m)	Leitura da Mira Fio Médio (mm)	$\Delta H$ (m)	Cota (m)
I	1,50	B	0°	40,550	3220		
II	1,40	C	12°40'	51,300	1280		
III	1,30	D	2°17'	94,600	2203		
IV	1,45	E	3°30'	48,300	780		

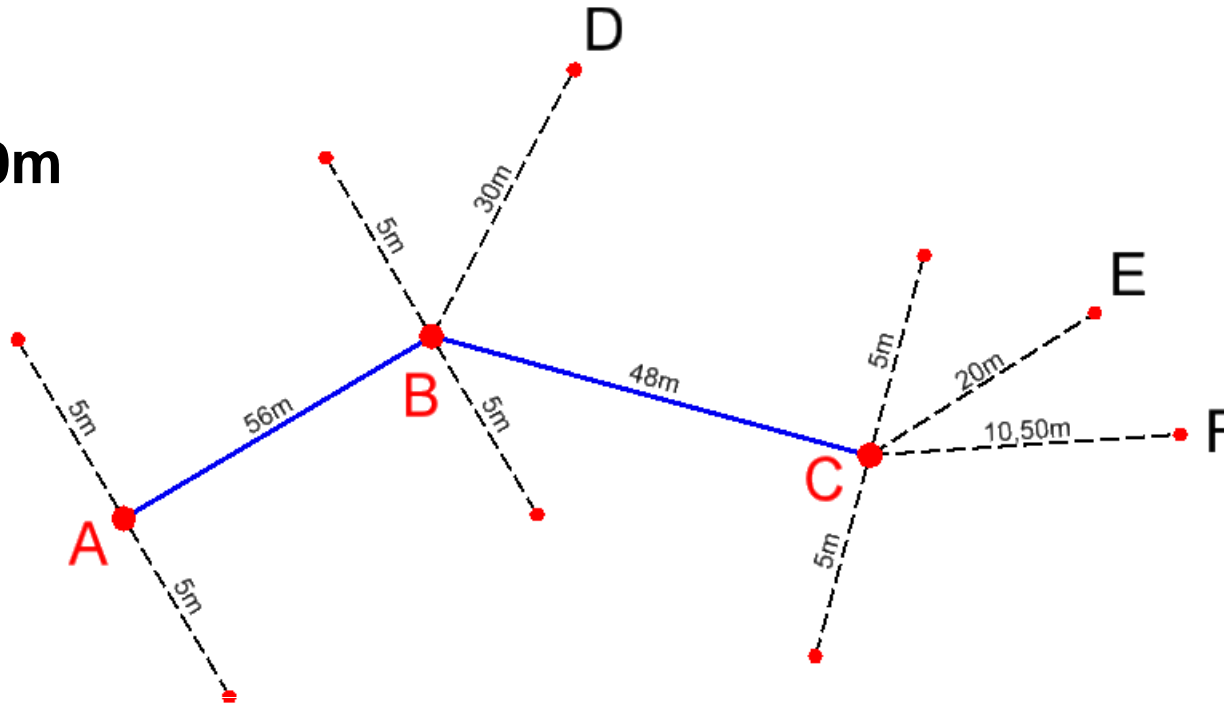
# Resposta do Exercício 1

No Nivelamento Trigonométrico do croqui abaixo, preencha corretamente a caderneta de campo e calcule as diferenças de cotas “ $\Delta H$ ” entre os pontos das estações e as cotas de cada ponto visado, sabendo que a cota do Ponto “A” é 100m

Estação	i= Altura do Instrumento (m)	Ponto Visado	Ângulos de inclinação Horizontal Lidos	Distância Horizontal (m)	Leitura da Mira Fio Médio (mm)	$\Delta H$ (m)	Cota (m)
I	1,50	B	0°	40,550	3220	-1,720	98,280
II	1,40	C	12°40'	51,300	1280	11,650	109,930
III	1,30	D	2°17'	94,600	2203	-4,675	105,255
IV	1,45	E	3°30'	48,300	780	3,624	108,879

## Exercício 2

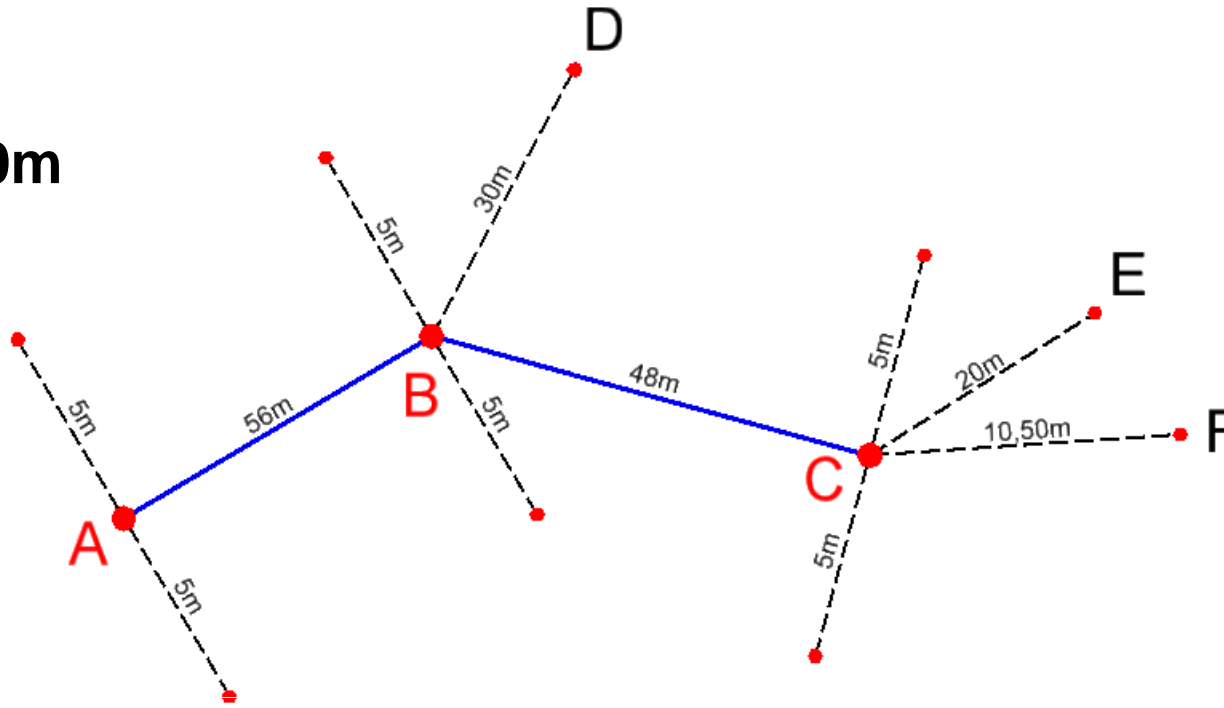
Cota A = 200m



Estação	i= Altura do Instrumento (m)	Ponto Visado	Ângulos Verticais Lidos	Distância Horizontal (m)	$\Delta H$ (m)	Cota (m)
A	1,20	B	86°00'			
	1,20	5m Dir	85°00'			
	1,20	5m Esq	87°30'			
B	1,32	C	95°10'			
	1,32	D	98°00'			
	1,32	5m Dir	120°30'			
	1,32	5m Esq	88°00'			
C	1,25	E	93°40'			
	1,25	F	86°00'			
	1,25	5m Dir	85°00'			
	1,25	5m Esq	87°00'			

# Resposta do Exercício 2

Cota A = 200m



Estação	i= Altura do Instrumento (m)	Ponto Visado	Ângulos Verticais Lidos	Distância Horizontal (m)	$\Delta H$ (m)	Cota (m)
A	1.2	B	86°00'	56.00	5.116	205.116
	1.2	5m D	85°00'	5.00	1.637	201.637
	1.2	5m E	87°30'	5.00	1.418	201.418
B	1.32	C	95°10'	48.00	-3.020	202.096
	1.32	D	98°00'	30.00	-2.896	202.220
	1.32	5m D	120°30'	5.00	-1.625	203.491
	1.32	5m E	88°00'	5.00	1.495	206.611
C	1.25	E	93°40'	20.00	-0.032	202.064
	1.25	F	86°00'	10.50	1.984	204.080
	1.25	5m D	85°00'	5.00	1.687	203.783
	1.25	5m E	87°00'	5.00	1.512	203.608



# Nivelamento Taqueométrico

$$DH = (FS - FI) \times 100 \cdot \text{sen}^2 Z$$

$$DV = (FS - FI) \times 100 \cdot \text{sen} Z \times \text{cos} Z$$

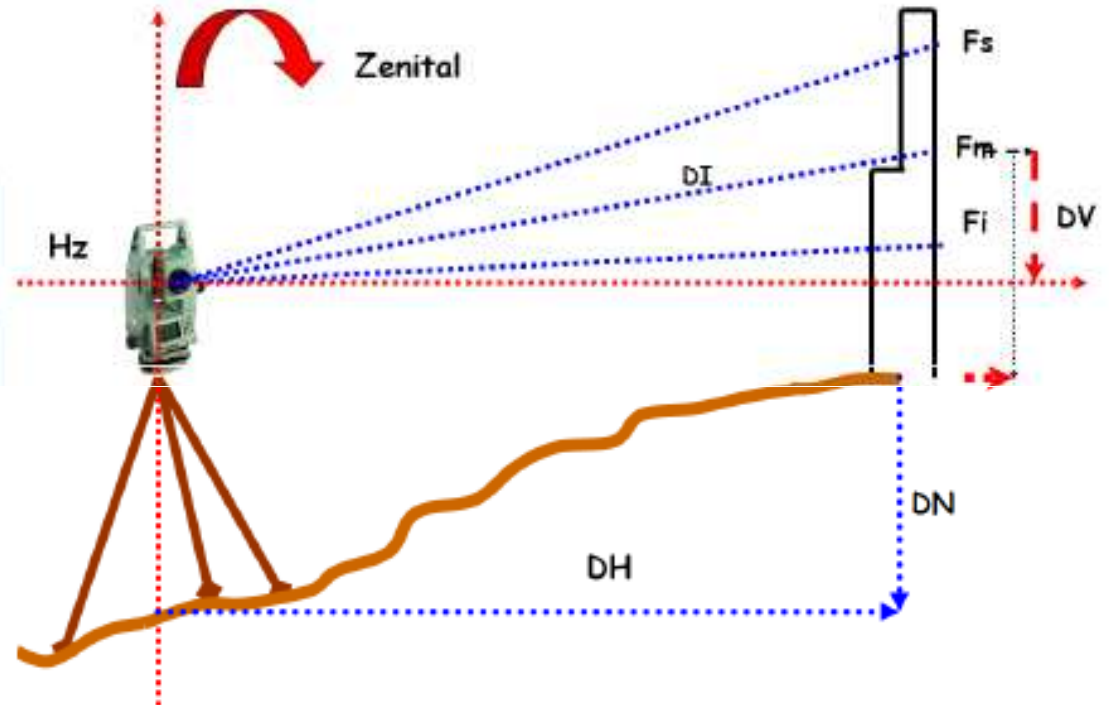
$$\text{Cota A} = \text{Cota B} + \text{AI} \pm \text{DV} - \text{FM}$$

$$\text{DN} = \text{Cota B} - \text{Cota A}$$

DH = Distância Horizontal

DV = Distância Vertical

DN = Diferença de nível

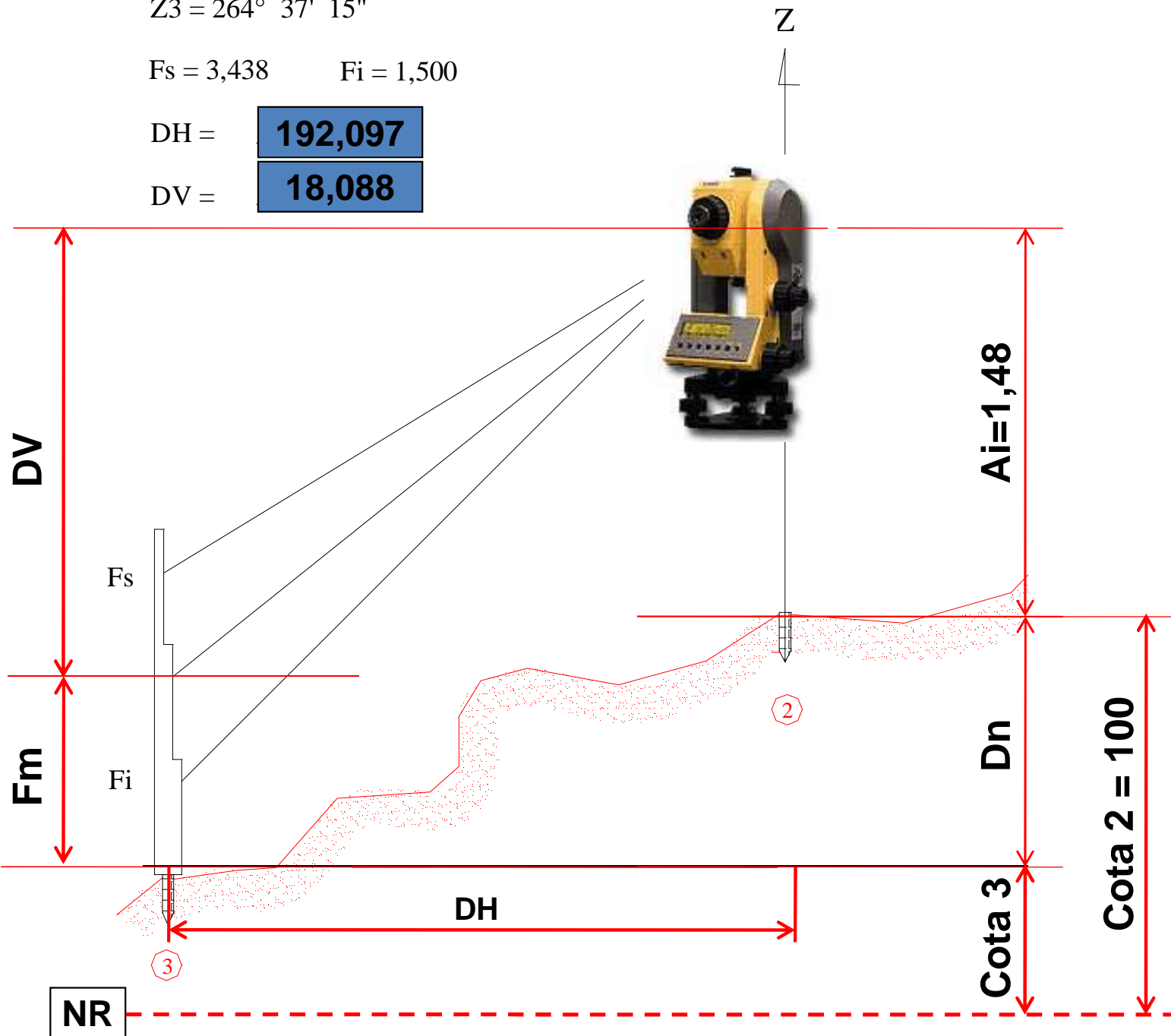


$$Z_3 = 264^\circ 37' 15''$$

$$F_s = 3,438 \quad F_i = 1,500$$

$$DH = \mathbf{192,097}$$

$$DV = \mathbf{18,088}$$



### 1- Cálculo da distância horizontal

$$DH = (F_s - F_i) \times 100 \cdot \text{sen}^2 Z$$

$$F_s := 3.438$$

$$F_i := 1.500$$

$$Z := 264.62083333333333 \text{deg}$$

$$I := (F_s - F_i)$$

$$F_m := F_i + \frac{I}{2} \quad F_m = 2.469$$

$$DH := I \cdot 100 \cdot (\text{sen}(Z))^2$$

$$DH = 192.097$$

### 2- Cálculo da distância vertical

$$DV = I \times 100 \cdot \text{sen} Z \times \text{cos} Z$$

$$F_s := 3.438$$

$$F_i := 1.500$$

$$Z := 264.6208333 \text{deg}$$

$$DV := I \cdot 100 \cdot \text{sen}(Z) \cdot \text{cos}(Z)$$

$$DV = 18.088$$

### 3- Cota do ponto 3

$$\text{Cota}_3 = \text{Cota}_2 + A_i \pm DV - F_m$$

$$A_i := 1.48$$

$$\text{Cota}_2 := 100$$

$$D_n := DV + F_m - A_i$$

$$\text{Cota}_3 := \text{Cota}_2 - D_n$$

$$\text{Cota}_3 = 80.923$$

$$\text{Cota}_3 := \text{Cota}_2 + A_i - DV - F_m$$

$$\text{Cota}_3 = 80.923$$

NR

Z3 = 264° 37' 15"

Fs = 3,438      Fi = 1,500

Fm = \_\_\_\_\_

DH = \_\_\_\_\_

DV = \_\_\_\_\_

Cota 3 = \_\_\_\_\_

Dn = \_\_\_\_\_



AI = 1,48

Z1 = 68° 35' 15"

Fs = 2,436      Fm = 1,718

Fi = \_\_\_\_\_

DH = \_\_\_\_\_

DV = \_\_\_\_\_

Cota 1 = \_\_\_\_\_

Dn = \_\_\_\_\_

Fs  
Fm  
Fi

Fs  
Fm  
Fi

Dn

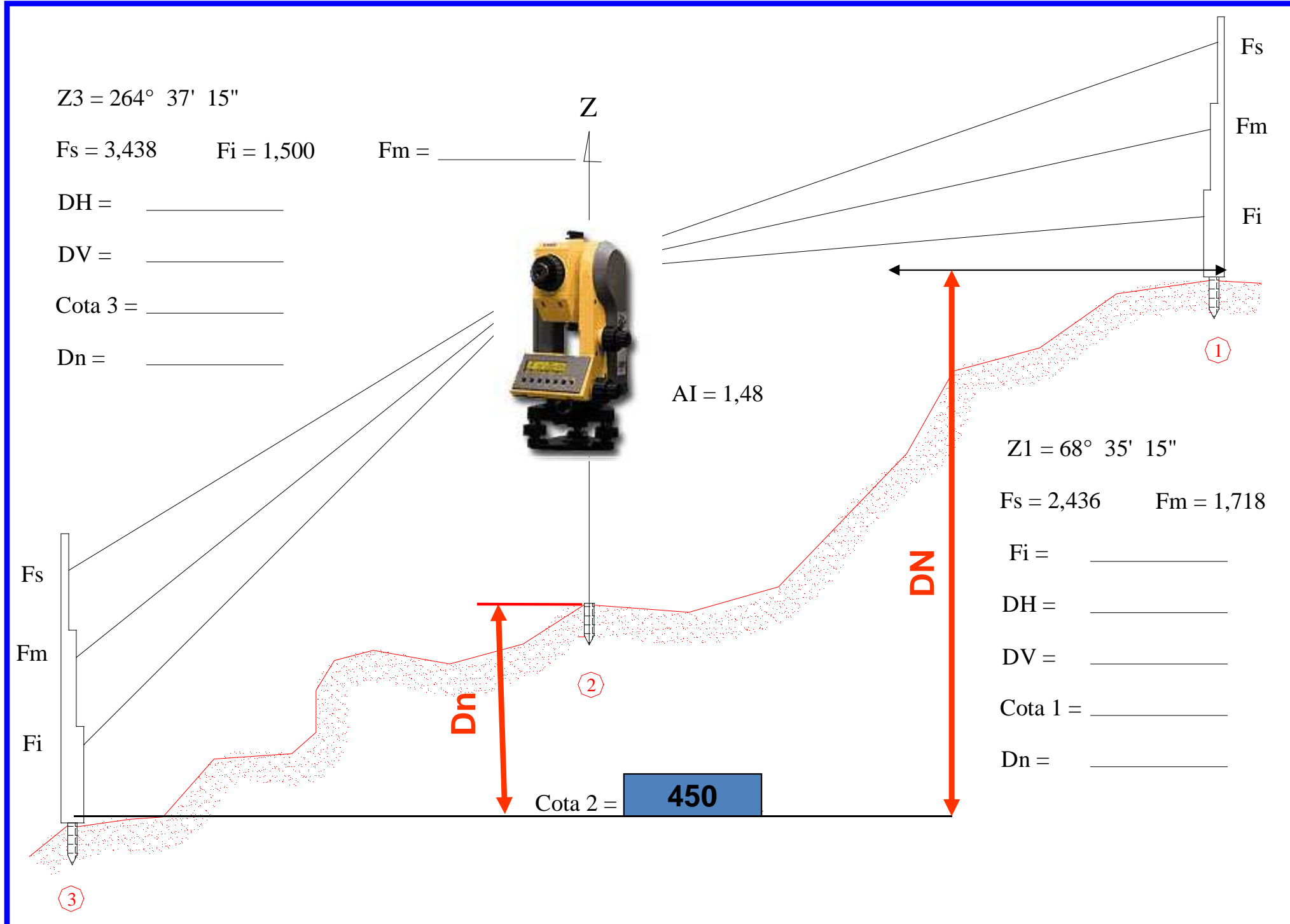
DN

Cota 2 = **450**

3

2

1



$ZA = 256^\circ 37' 15''$

$Fs = 3,438$        $Fi = 1,200$        $Fm = \underline{\hspace{2cm}}$

Cota A = 600,000

DH =                     

DV =                     

Dn =                     

$ZB = 263^\circ 35' 15''$

$Fs = 3,824$        $Fm = 2,162$

$Fi = \underline{\hspace{2cm}}$

DH =                     

DV =                     

Cota B =                     

Dn =                     



AI = 1,56

Cota 1 =                     

Fs

Fm

Fi

Fs

Fm

Fi

A

1

B

