Ciências ULisboa | Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia

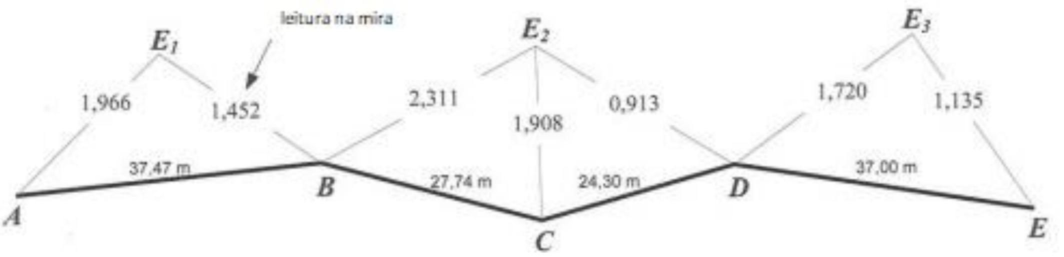
1ª época de Posicionamento Geoespacial I

02 de Junho de 2023

O exame é sem consulta

Duração: 2 horas e 30 minutos

1. Com o objectivo de determinar as cotas dos pontos B, C e D pertencentes à linha indicada, sobre a qual se pretende implantar um canal de rega, efectuou-se um percurso de nivelamento geométrico cuja representação em planta está indicada na figura.



a) Calcule os desníveis ao longo da linha de nivelamento observada. Admitindo a expressão $12\sqrt{L}$ mm para a tolerância do erro de fecho altimétrico, onde L representa o desenvolvimento da linha em km, verifique se o resultado do nivelamento é aceitável, sabendo que as cotas dos pontos A e E são, respectivamente, 205.000 m e 207.499 m e que as distâncias horizontais medidas à fita entre as miras estão indicadas na figura.

b) Obtenha as cotas ajustadas dos pontos B, C e D utilizando pesos para os desníveis dependendo linearmente da distância entre miras.

c) Calcule os declives de cada troço da linha de nivelamento.

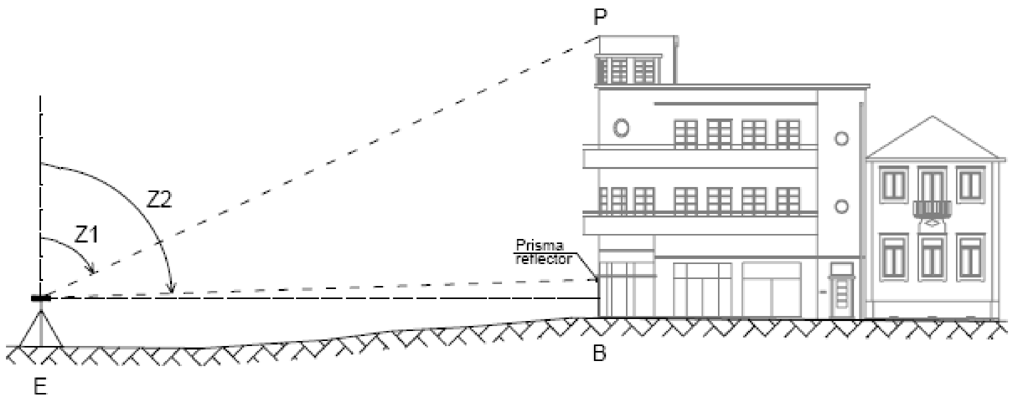
d) Considerando que o escoamento livre da água entre os pontos A e B necessita de um declive constante da ordem de 2%, esboçe a localização dos pontos no plano vertical antes e após a implantação deste desnível e calcule as cotas dos pontos intermédios para que isso aconteça.

2. Atendendo às tabelas seguintes: a) obtenha as coordenadas planimétricas e a cota do ponto P desprezando as reduções da distância ao elipsóide e ao plano cartográfico, assim como a refracção atmosférica b) calcule o valor do R0 no ponto estação c) calcule o erro de índice vertical do aparelho.

Ponto estação: P	Ponto visado	az	Z	di	av
ai=1.64 m	P2	199ᵍ.9996	304ᵍ.1403	311.712 m	1.80 m
	P1	340ᵍ.2521	302ᵍ.1498		
	P1	140ᵍ.2526	97ᵍ.8506		
	P2	0ᵍ.0000	95ᵍ.8601		

	M (m)	P (m)	H (m)
P1	26296.79	181280.73	
P2	33090.10	179558.67	472.85

3. Pretendendo-se determinar a altura do edifício figurado, estacionou-se uma estação total no ponto E, mediu-se a altura do instrumento (a_i=1.90 m) e visou-se o ponto P no topo do edifício, registando-se o valor do ângulo zenital z_1=71.982 gon. Em seguida, encostou-se o bastão com o prisma reflector à fachada do edifício no ponto B (altura visada=1.70 m), na vertical de P, obtendo-se os valores seguintes na pontaria para o prisma a partir de E: d_i=38.000 m, z_2=97.496 gon. Sabendo que a cota do ponto estação é igual a 250.00 m, determine a altura do edifício e a cota do ponto P.



4. Entre os pontos A e B estabeleceu-se uma poligonal. Sendo conhecidas as coordenadas dos pontos A, A_1, B, B_1, determine o erro de fecho angular e classifique a poligonal. Calcule os rumos compensados para a frente.

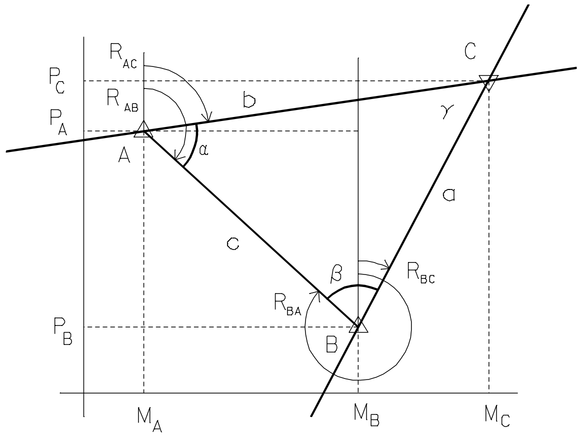
Estação	Ponto visado	Leituras azimutais	Distâncias
A	A'	247^g.73	
	1	349^g.88	90.24 m
1	A	146^g.25	90.18 m
	2	16^g.60	52.40 m
2	1	369^g.72	52.46 m
	3	100^g.12	64.84 m
3	2	15^g.94	64.80 m
	B	226^g.62	100.08 m
B	3	386^g.36	99.96 m
	B'	110^g.79	

	M	P
A	-18662.13 m	64132.46 m
A'	-18268.28 m	63752.15 m
B	-18906.72 m	63986.75 m
B'	-18803.67 m	63494.98 m

Formulário:

$$M_C = \frac{(P_B - P_A) + M_A \cot g\, R_{AC} - M_B \cot g\, R_{BC}}{\cot g\, R_{AC} - \cot g\, R_{BC}}$$

$$P_C = \frac{P_B \cot g\, R_{AC} - P_A \cot g\, R_{BC} + (M_A - M_B) \cot g\, R_{AC} \cot g\, R_{BC}}{\cot g\, R_{AC} - \cot g\, R_{BC}}$$



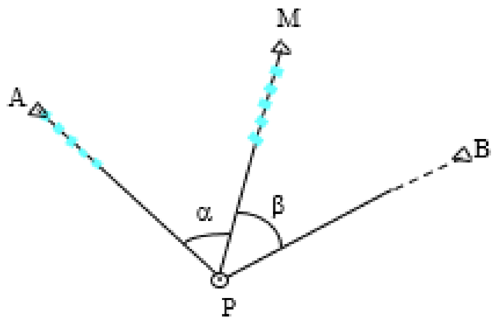
$$T_M = \frac{(P_B - P_A) + (M_M - M_A)\cot g\alpha + (M_M - M_B)\cot g\beta}{(M_A - M_B) + (P_M - P_A)\cot g\alpha + (P_M - P_B)\cot g\beta}$$

$$T_A = \frac{T_M - tg\alpha}{1 + T_M tg\alpha}$$

$$T_B = \frac{T_M + tg\beta}{1 - T_M tg\beta}$$

$$P_P = \frac{M_M - M_A - P_M T_M + P_A T_A}{T_A - T_M}$$

$$M_P = M_A - (P_A - P_P) T_A$$



Tipo de poligonal	Tolerância para o erro de fecho angular (minutos de grado)
Corrente	$4\sqrt{n}$
Precisão	$2\sqrt{n}$
Alta precisão	$\sqrt{n}$

Cotação: **1**: 1+1+1+2; **2**: 3+1+1; **3**: 5; **4**: 5

1.

a) $\Delta_{AB} = 1.966 - 1.452 = 0.514$ m

(1) $\Delta_{BC} = 2.311 - 1.908 = 0.403$ m

$\Delta_{CD} = 1.908 - 0.913 = 0.995$ m

$\Delta_{DE} = 1.720 - 1.135 = 0.585$ m

$\mathcal{E}_a = 207.499 - 205.000 - (0.514 + 0.403 + 0.995 + 0.585) = 0.002$ m $= 2$ mm

$T_a = 12\ \sqrt{(37.47 + 27.74 + 24.30 + 37.00)/1000} = 12\ \sqrt{0.12651} \simeq 4.3$ mm

$|\mathcal{E}a| \leq T_a \Rightarrow$ aceitar observação

b)

(1)

$$\left.\begin{aligned}
\bar{\Delta}_{AB} &= \Delta_{AB} + \mathcal{E}_a \frac{37.47}{126.51} = 0.515 \text{ m} \\
\bar{\Delta}_{BC} &= \Delta_{BC} + \mathcal{E}_a \frac{27.74}{126.51} = 0.403 \text{ m} \\
\bar{\Delta}_{CD} &= \Delta_{CD} + \mathcal{E}_a \frac{24.30}{126.51} = 0.995 \text{ m} \\
\bar{\Delta}_{DE} &= \Delta_{DE} + \mathcal{E}_a \frac{37.00}{126.51} = 0.586 \text{ m}
\end{aligned}\right\}
\quad
\begin{aligned}
&\Sigma \Delta = 2.499 = cota_E - cota_A \\
&\Rightarrow \mathcal{E}_a = 0
\end{aligned}$$

$cota_B = cota_A + 0.515 = 205.515$ m

$cota_C = cota_B + 0.403 = 205.918$ m

$cota_D = cota_C + 0.995 = 206.913$ m

$(cota_E = cota_D + 0.586 = 207.499$ m $)$

c) $d_{AB} = \dfrac{\bar{\Delta}_{AB}}{37.47} = 1.37\%$

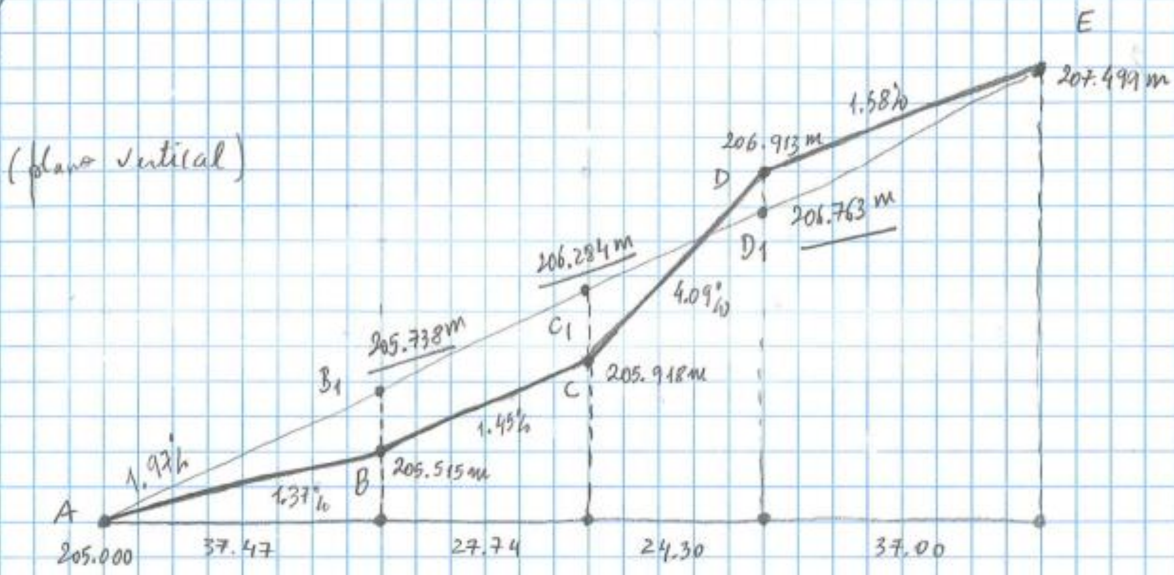
(1) $d_{BC} = \dfrac{\bar{\Delta}_{BC}}{27.74} = 1.45\%$

$d_{CD} = \dfrac{\bar{\Delta}_{CD}}{24.30} = 4.09\%$

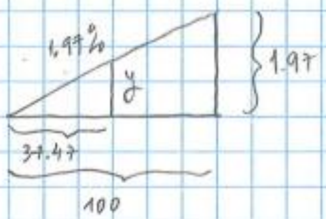
$d_{DE} = \dfrac{\bar{\Delta}_{DE}}{37.00} = 1.58\%$

d)

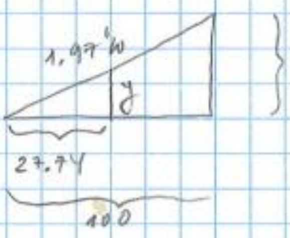
(2)



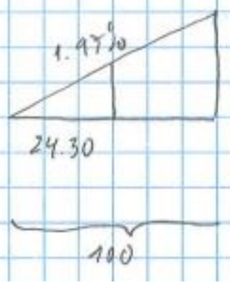
$$\Delta_{AE} = \frac{207.499 - 205.000}{126.51} = 1.97\% \quad (\simeq 2\%)$$



$$\frac{1.97}{100} = \frac{y}{37.47} \Rightarrow y = 0.738\,m \Rightarrow \text{cota } B_1 = 205.000 + 0.738 = 205.738\,m$$



$$\frac{1.97}{100} = \frac{y}{27.74} \Rightarrow y = 0.546\,m \Rightarrow \text{cota } C_1 = 205.738 + 0.546 = 206.284\,m$$

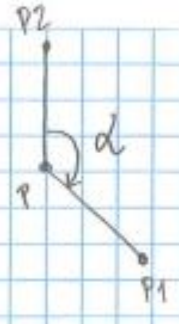


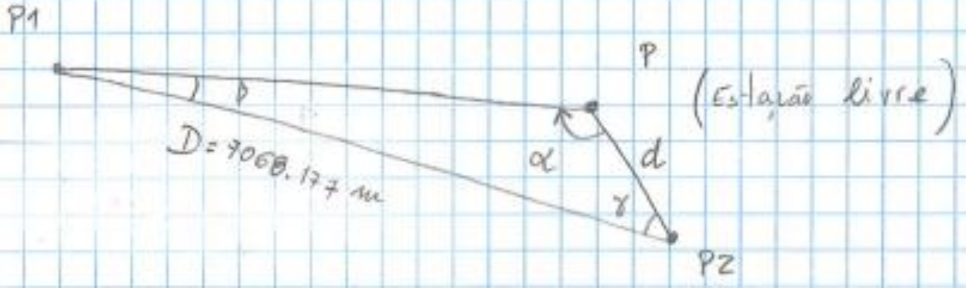
$$\frac{1.97}{100} = \frac{y}{24.30} \Rightarrow y = 0.479\,m \Rightarrow \text{cota } D_1 = 206.284 + 0.479 = 206.763\,m$$

2. $\overline{az}_{P2} = \dfrac{0^g.0000 + 199^g.9996 - 200}{2} = 399^g.9998$

$\overline{az}_{P1} = \dfrac{140^g.2526 + 340^g.2521 - 200}{2} = 140^g.25235$

$\alpha = \overline{az}_{P1} - \overline{az}_{P2} = 140^g.25255$





$\bar{z}_{P-P2} = \dfrac{95^g.8601 + 400 - 304.1403}{2} = 95^g.8599$

$dh_{P-P2} = di_{P-P2} \sin \bar{z}_{P-P2} = 311.053 \text{ m} = d$

$D = \sqrt{(M_{P1} - M_{P2})^2 + (P_{P1} - P_{P2})^2} = 7068.177 \text{ m}$

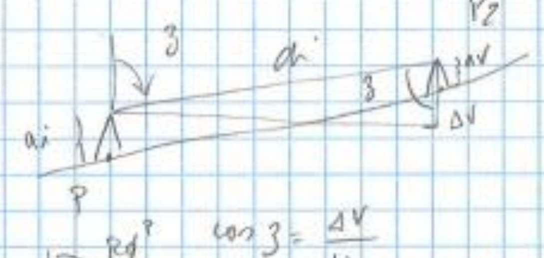
$\dfrac{\sin \alpha}{D} = \dfrac{\sin \beta}{d} \Rightarrow \beta = \arcsin\left(\dfrac{d}{D} \sin \alpha\right) = 2^g.2798$

$\gamma = 200 - (\alpha + \beta) = 57^g.4676$

$R_{P2-P1} = \arctan \dfrac{M_1 - M_2}{P_1 - P_2} = 315^g.8050$

$R_{P2-P} = R_{P2-P1} + \gamma = 373^g.2726$

$\begin{cases} M_P = M_{P2} + dh_{P-P2} * \sin R_{P2-P} = 32\,963.31 \text{ m} \\ P_P = P_{P2} + dh_{P-P2} * \cos R_{P2-P} = 179\,842.71 \text{ m} \end{cases}$



$\text{cota } P + ai + \Delta v - av = \text{cota } P_2$

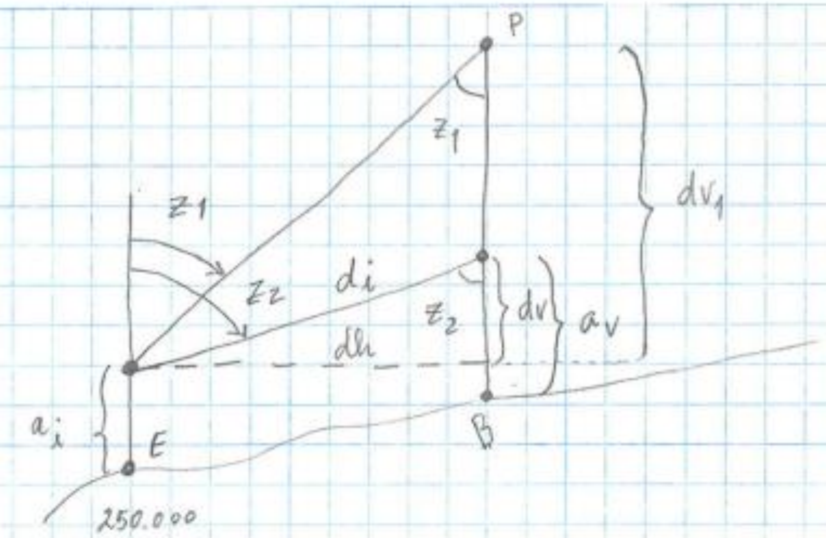
$\text{cota } P = 472.85 - 1.64 - 311.712 \cos 95^g.8599 + 1.80$

$= 432.75 \text{ m}$

$\cos z = \dfrac{\Delta v}{di}$

$R\phi^P = R_{P-P2} - \overline{az}_{P2} = 173^g.2726 - 399^g.9998 = 173^g.2728$

3.



$$\sin z_2 = \frac{dh}{di} \Rightarrow dh = di \sin z_2$$

$$\cos z_2 = \frac{dv}{di} \Rightarrow dv = di \cos z_2$$

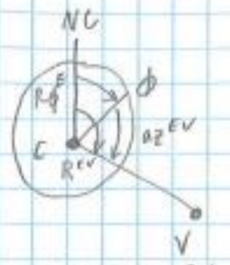
$$\tan z_1 = \frac{dh}{dv_1} \Rightarrow dv_1 = \frac{dh}{\tan z_1}$$

$250.000 + ai + dV_1 =$ cota P $= 269.605$ m

$250.000 + ai + dV - aV =$ cota B $= 251.605$ m

altura = cota P − cota B = 18.00 m

4. A' — A — 1 — 2 — 3 — B — B'



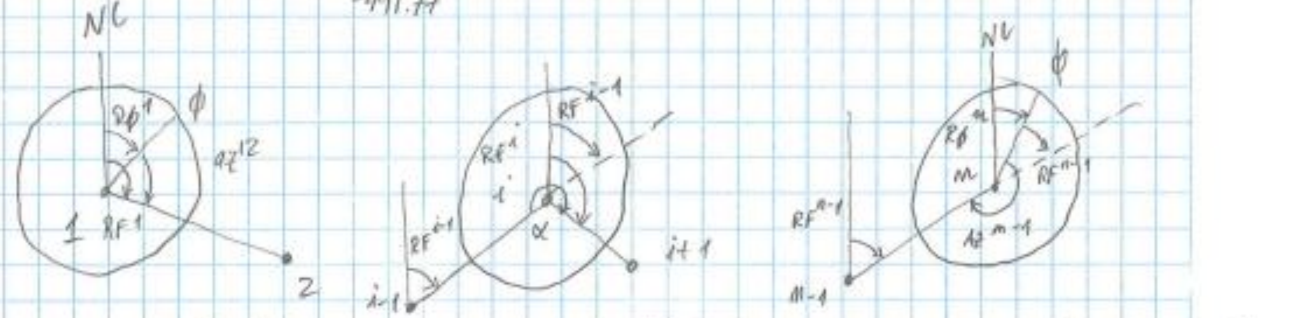
$R^{EV} = R\phi^E + az^{EV}$

$$R\phi^A = R^{AA'} - az^{AA'} = \operatorname{atan}\frac{M_{A'}-M_A}{P_{A'}-P_A} - 247^g.73 = \operatorname{atan}\frac{-18268.28+18662.13}{63752.15-64132.46} - 247.73 =$$

$$= \operatorname{atan}\underbrace{\frac{393.85}{-380.31}}_{3Q} - 247^g.73 = 148^g.89 - 247^g.73 = 301^g.16$$

$$R\phi^B = R^{BB'} - az^{BB'} = \operatorname{atan}\frac{M_{B'}-M_B}{P_{B'}-P_B} - 110^g.79 = \operatorname{atan}\frac{-18803.67+18906.72}{63494.98-63986.75} - 110^g.79 =$$

$$= \operatorname{atan}\frac{103.05}{-491.77} - 110^g.79 = 186^g.85 - 110^g.79 = 76^g.06$$



estação 1: $RF^1 = R\phi^1 + az^{12}$ estação i: $RF^i = RF^{i-1} - 200 + \alpha$ estação n: $R\phi^n + Az^{n-1} - 200 - RF^{n-1} = E_\alpha$

$= RF^{i-1} - 200 + Az^{i+1} - Az^{i-1}$

1 $RF^A = R\phi^A + 349^g.88 = 251^g.04$

i
$$\begin{cases} RF^1 = 251^g.04 - 200^g + 16^g.60 - 146^g.25 = 321^g.39 \\ RF^2 = 321^g.39 - 200^g + 100^g.12 - 369^g.72 = 251^g.79 \\ RF^3 = 251^g.79 - 200^g + 226^g.62 - 15^g.94 = 262^g.47 \end{cases}$$

5 $76.06 + 386^g.37 - 200^g - 262^g.47 = E_\alpha = -0^g.04$

$\sqrt{5}/100 = 0.022$ $2\sqrt{5}/100 = 0.044$ $4\sqrt{5}/100 = 0.089$

$$\boxed{\overline{RF}(i) = RF(i) + i \times E_\alpha / n^{\circ}RF}$$

$$\left.\begin{aligned} \overline{RF}^A &= 251^g.04 - 0.04/4 = 251^g.03 \\ \overline{RF}^1 &= 321^g.39 - 2\times 0.04/4 = 321^g.37 \\ \overline{RF}^2 &= 251^g.79 - 3\times 0.04/4 = 251^g.76 \\ \overline{RF}^3 &= 262^g.47 - 4\times 0.04/4 = 262^g.43 \end{aligned}\right\} \quad E_\alpha = 76^g.06 + 386^g.37 - 200 - 262^g.43 = 0$$