

## 1. TRAMO A-B

### 1.1. Dh Mira Horizontal: Brazo 1 m

$$\alpha_1 = 0.162^\circ \quad \alpha_2 = 0.164^\circ$$

$$Dh = \frac{1}{\tan(\alpha)} \Rightarrow Dh_1 = 392.97 \text{ m} \quad Dh_2 = 388.18 \text{ m}$$

$$Dh_{AB} = 390.58 \text{ m} \quad \langle 0.3 \text{ puntos} \rangle$$

$$\sigma_{Dh} = \sqrt{\left[ \frac{\partial Dh}{\partial \alpha} \cdot \sigma_\alpha \right]^2} \quad \frac{\partial Dh}{\partial \alpha} = \frac{-\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = -\operatorname{cosec}^2 \alpha$$

$$\sigma_\alpha = 0.005 \cdot \frac{\pi}{200} \text{ rad} \Rightarrow \sigma_{Dh1} = 12 \text{ m} \quad \sigma_{Dh2} = 11 \text{ m}$$

$$\sigma_{Dh} = \sqrt{0.5 \cdot \sigma_{Dh1}^2 + 0.5 \cdot \sigma_{Dh2}^2} = 12 \text{ m} \quad \langle 0.3 \text{ puntos} \rangle$$

$$\therefore Dh_{AB} = 391 \pm 12 \text{ m}$$

### 1.2. Nivelación Trigonométrica

$$h_i = 1.57 \text{ m} \pm 0.005 \text{ m}$$

$$h_j = h_m = 2.743 \text{ m} \pm 0.005 \text{ m}$$

$$Z = 78.312^\circ \pm 0.005^\circ$$

$$dn_{AB} = h_i - h_j + Dh \cdot \cotan(Z) + 6.66 \cdot 10^{-8} \cdot Dh^2$$

$$dn_{AB} = 137.45 \text{ m} \quad \langle 0.4 \text{ puntos} \rangle$$

$$\sigma_{dnAB} = \sqrt{\sigma_{h_i}^2 + \sigma_{h_j}^2 + \left( \cotan(Z) + 2 \cdot 6.66 \cdot 10^{-8} \cdot Dh \right)^2 \cdot \sigma_{Dh}^2 + \operatorname{cosec}^4(Z) \cdot Dh^2 \cdot \sigma_Z^2 \frac{\pi^2}{200^2}}$$

$$\sigma_{dnAB} = 4 < 5 \quad \text{O.K} \quad \langle 0.4 \text{ puntos} \rangle$$

$$\therefore dn_{AB} = 137 \pm 4 \text{ m}$$

## 2. TRAMO B-C:

Precisa  $ec < 3.2\sqrt{n}$ , con  $n = 5$ ,  $ec < 7.16 \text{ mm}$  ó  $0.007 \text{ m}$

En este caso,  $ec = 0.003 \text{ m} \Rightarrow$  Se puede compensar

Punto	Lat	Lad	dn <sup>s/c</sup>	dn <sup>c</sup>
B	3.502			
PC1	2.367	0.718	2.784	2.783
PC2	0.534	1.819	0.548	0.548
C	3.234	3.245	-2.711	-2.712
PC3	0.182	0.167	3.067	3.066
B		3.867	-3.685	-3.686
ec	0.003	eu	0.000234	

$$dn_{BC} = 2.783 + 0.548 - 2.712 = 0.620 \text{ m} \quad \langle 0.5 \text{ puntos} \rangle$$

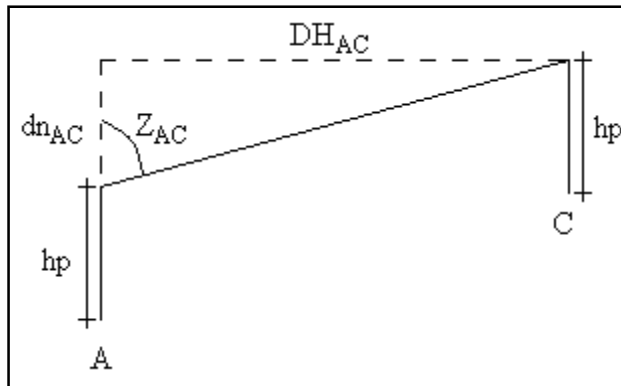
$$\sigma_{dnBC} = \sqrt{\sigma_{LAT}^2 + \sigma_{LAD}^2} = \sqrt{0.005^2 + 0.005^2} = 0.007$$

$$\therefore dn_{BC} = 0.620 \pm 0.007 \text{ m}$$

$$dn_{A-C} = 137 + 0.62 = 137.62 \text{ m}$$

$$\sigma_{dnAC} = \sqrt{\sigma_{dnAB}^2 + \sigma_{dnBC}^2} = \sqrt{4^2 + 0.007^2} = 4 \text{ m} \quad \langle 0.4 \text{ puntos} \rangle$$

$$\therefore dn_{A-C} = 137 \pm 4 \text{ m}$$



$$Z_{AC} = 86.234^\circ$$

$$\tan(Z_{AC}) = \frac{Dh_{AC}}{dn_{AC}} \Rightarrow Dh_{AC} = \tan(Z_{AC}) \cdot dn_{AC}$$

$$Dh_{AC} = 626.48 \text{ m} \quad \langle 0.4 \text{ puntos} \rangle$$

$$\sigma_{DhAC} = \sqrt{[\tan(Z_{AC}) \cdot \sigma_{dnAC}]^2 + \left[ dn_{AC} \cdot \sec^2(Z_{AC}) \cdot 0.005 \cdot \frac{\pi}{200} \right]^2}$$

$$\sigma_{DhAC} = 18 \text{ m} > 5 \text{ m} \quad \langle 0.4 \text{ puntos} \rangle$$

Como no se puede hacer variar la precisión de  $Z_{AC}$ , sólo se puede revisar el error del desnivel entre A y C.

Ahora analicemos la mayor componente del error del  $dn_{AC}$ :

$$dn_{AC} = dn_{AB} + dn_{BC}$$

en donde  $dn_{AB}$  representa la nivelación trigonométrica y  $dn_{BC}$  la nivelación geométrica cerrada.

$$\sigma_{dnAC} = \sigma_{dnAB} + \sigma_{dnBC}$$

$$\frac{\sigma_{dnAC}}{dn_{AC}} = \left( \frac{dn_{AB}}{dn_{AC}} \right) \cdot \frac{\sigma_{dnAB}}{dn_{AB}} + \left( \frac{dn_{BC}}{dn_{AC}} \right) \cdot \frac{\sigma_{dnBC}}{dn_{BC}}$$

$$\downarrow \qquad \qquad \downarrow$$

$$I_1 \qquad \qquad I_2$$

$$I_1 = \frac{137}{626.48} = 0.219 \qquad I_2 = \frac{0.62}{626.48} = 1 \cdot 10^{-3}$$

$\therefore$  El mayor error proviene de la nivelación taquimétrica  $\langle 0.8 \text{ puntos} \rangle$

Revisemos que componente aporta mayor error a la nivelación trigonométrica

$$dn_{AB} = h_i - h_j + Dh \cdot \cotan(Z) + 6.66 \cdot 10^{-8} \cdot Dh^2$$

$$\sigma_{dnAB} = \sigma_{hi} + \sigma_{hj} + (\cotan(Z) + 2 \cdot 6.66 \cdot 10^{-8} \cdot Dh) \cdot \sigma_{Dh} + \operatorname{cosec}^2(Z) \cdot Dh \cdot \sigma_Z \frac{\pi}{200}$$

$$\frac{\sigma_{dnAB}}{dn_{AB}} = \left( \frac{h_i}{dn_{AB}} \right) \cdot \frac{\sigma_{hi}}{h_i} + \left( \frac{h_j}{dn_{AB}} \right) \cdot \frac{\sigma_{hj}}{h_j} + \left( \frac{\cotan(Z) + 2 \cdot 6.66 \cdot 10^{-8} \cdot Dh}{dn_{AB}} \right) \cdot \frac{\sigma_{Dh}}{dn_{AB}} + \left( \frac{\operatorname{cosec}^2(Z) \cdot Dh \cdot \pi}{200 \cdot dn_{AB}} \right) \cdot \frac{\sigma_Z}{Z}$$

$$\downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow$$

$$I_1 \qquad \qquad I_2 \qquad \qquad I_3 \qquad \qquad I_4$$

$$I_1 = 0.0115$$

$$I_2 = 0.02$$

$$I_3 = 1.0119$$

$$I_4 = 3.952$$

El mayor que nos afecta es el del ángulo Z  
y luego el de la distancia horizontal.  
 $\langle 1.2 \text{ puntos} \rangle$

Por lo tanto, utilizo la opción 3 para mejorar el error: Taquímetro repetidor para la distancia horizontal y taquímetro eléctrico para la medición de Z para el desnivel trigonométrico, debo volver a calcular la precisión tanto de la distancia horizontal entre A y B como del desnivel entre A y B.

- Distancia Horizontal A-B

$$\sigma_{\alpha} = 0.0005 \cdot \frac{\pi}{200} \text{ rad} = 8 \cdot 10^{-6} \quad \sigma_{Dh1} = 1.2 \quad \sigma_{Dh2} = 1.2 \quad \therefore \sigma_{DhAB} = 1.2 \text{ m}$$

- Desnivel Trigonométrico A-B

$$\sigma_z = 0.0005 \cdot \frac{\pi}{200} \text{ rad} = 8 \cdot 10^{-6}$$

$$\sigma_{Dh} = 1.2$$

$$\Rightarrow \sigma_{dnAB} \approx 0.4 \text{ m}$$

Luego volvemos a revisar el error asociado al desnivel entre A y C y a la distancia horizontal.

$$\sigma_{dnAC} = \sqrt{0.4^2 + 0.007^2} = 0.4 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 0.005^g \quad \langle 1.0 \text{ puntos} \rangle$$

$$\therefore \sigma_{DhAC} = 1.84 \text{ m} < 5 \text{ m}$$