

AUXILIAR N° 2
TOPOGRAFIA

Profesor: Iván Bejarano

Auxiliares: Cristian Cruz
Carlos Rozas

24 de Septiembre del 2008

Pregunta N°1 (Primavera 2005):

A usted como experto topográfico se le solicita estimar la longitud que deberá tener una tubería enterrada que nace en un punto A y termina en un punto E tal como se muestra en la figura.

Tramo AB: usted se moviliza en automóvil desde A a B por un tramo recto de camino con pendiente de $i = 10\%$ (por cada 100 [m] hor. sube 10 [m] en altura). Su automóvil, que pesa 2 [Ton] distribuye uniformemente su carga en las cuatro ruedas de ancho 15 [cm.], radio $R = 30$ [cm.] e infladas a 28 [psi] (1 [psi] = 0,07051 [kgf/cm²]), alcanza a dar $n = 984,1$ vueltas de neumático (odómetro del auto).

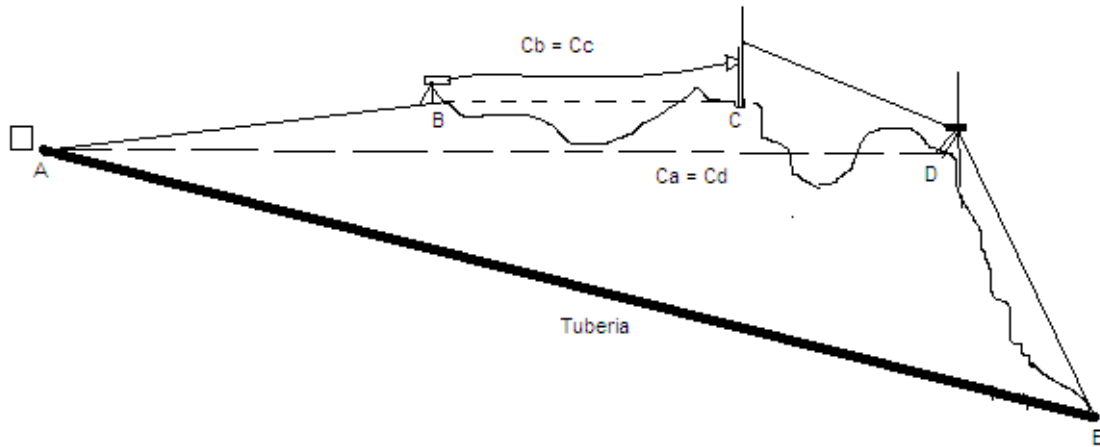
Nota: El radio medio se puede calcular como: $R_m = \frac{R(2\pi - \theta) + R_{\min}\theta}{2\pi}$, donde θ es el ángulo entre los bordes de contacto del neumático con el pavimento. (Suponga que el neumático está en contacto a través de todo su ancho).

Tramo BC: Medición con distanciómetro de longitud de onda $\lambda = 0,1$ [m], que para la medición contabiliza $n = 9700$ longitudes de onda completas y una fase de $\phi = 3\pi / 4$.

Tramo CD: Medición con taquímetro obteniéndose $ES = 1,346$ [m], $EI = 0,215$ [m], $Zd = 76,724$ [grad], $Zt = 323,274$ [grad].

Tramo DE: Angulo vertical entre DE $Z = 147,31$ [grad], medición de nivelación geométrica cerrada del tipo precisa con los siguientes datos:

Punto	L atrás [m]	L adelante [m]
D	1,424	
PC1	0,110	1,615
PC2	0,012	1,861
PC3	0,216	2,711
E	3,881	2,932
PC4	3,600	0,023
PC5		0,106



Indicaciones:

Ca = Cd
Cb = Cc

Precisiones:

Tramo AB: $\sigma_n = 0,2$; $\sigma_i = 0$; $\sigma_R = 0,001m$ ($\sigma_R = \sigma_{\bar{R}}$)

Tramo BC: $\sigma_\lambda = 0,0001m$; $\sigma_n = 0,1$; $\sigma_\phi = 0$

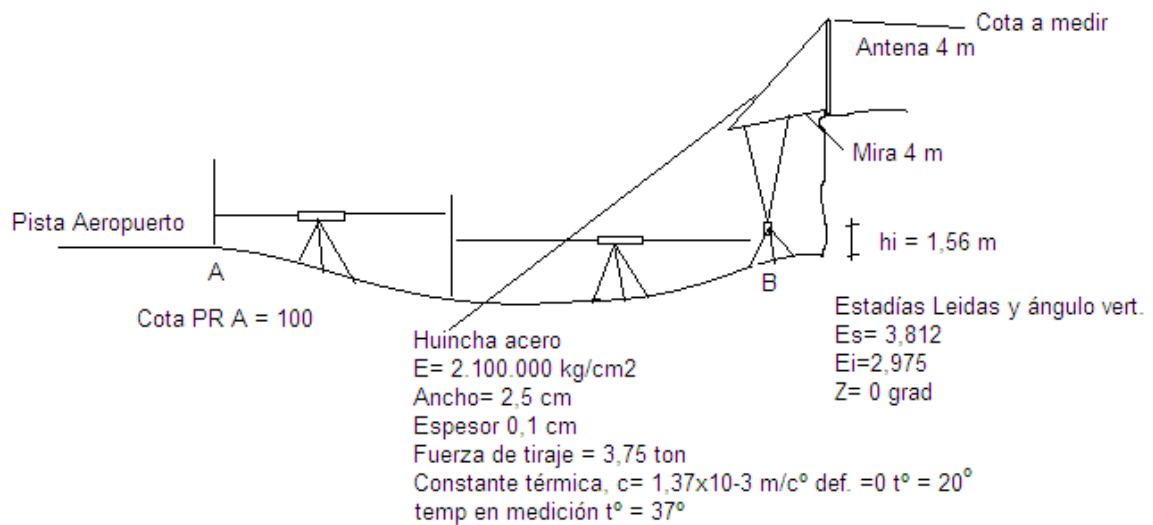
Tramo CD: $\sigma_Z = 0,005grad$; $\sigma_{ES} = \sigma_{EI} = 0$

Tramo DE: $\sigma_{HM} = 0,005m$

Con los datos suministrados, se solicita calcular el costo más desfavorable del trazado de la tubería suponiendo que el costo por ml es de $P = 108,12$ US\$.

Pregunta N°2 (Otoño 2006):

Para la implementación de una antena de aeropuerto se necesita verificar el cumplimiento de la altura máxima de ésta respecto a la pista de aterrizaje. Para lo anterior se plantea medir el desnivel desde un punto de cota conocida (PR A) hasta la cúspide de la antena. La configuración de medición se muestra en la figura adjunta. En el tramo AB se efectuó una nivelación geométrica del tipo precisa, mientras que en el tramo B hasta la punta de la antena se efectúa mediante una observación taquimétrica. Se pide verificar que la cota (Incluyendo la antena) no supere los 183,15 [m] de altura (cota crítica de despegue).



Datos Tramo AB:

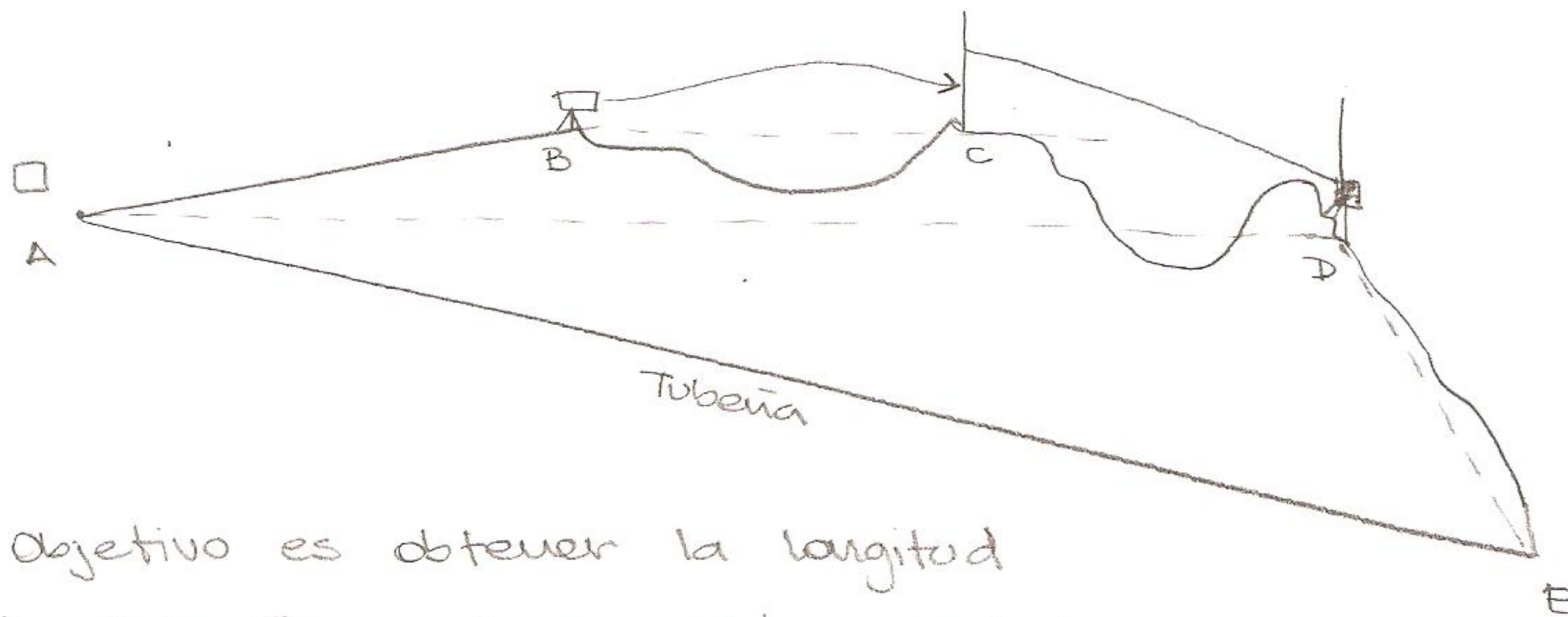
Puntos	Lect. Atrás	Lect. Adel
A	1.351	
PC1	0.318	2.026
PC2	1.825	1.421
PC3	2.341	1.331
B	3.015	1.995
PC4	2.143	3.326
PC5	0.880	1.614
A		0.165

Tramo B-Antena. Se realiza una observación sobre una mira de 4 m. Dicha mira se sostiene con una huincha con constantes elásticas y térmicas conocidas indicadas en la figura, y tensada con una fuerza de $P = 3,75$ Ton. (se pide considerar estos efectos en la medición). La lectura de la huincha en esta configuración es de $L_0 = 6,423$ m. (huincha de 2,5 cm ancho y 0,1 cm espesor). Además en esta configuración se miden las estadias superior, inferior y el ángulo vertical Z.

AUXILIAR 1 TOPOGRAFÍA

CARLOS ROZAS R.
13/04/07

P11



$$C_B = C_C$$

$$C_A = C_D$$

El objetivo es obtener la longitud de la tubería y la precisión asociada, pues ésta determina el costo más desfavorable

$$\text{Precio} = \text{Precio metro lineal} \cdot (\text{Largo tubería} + \triangleleft \text{Largo tubería})$$

Tramo A-B:

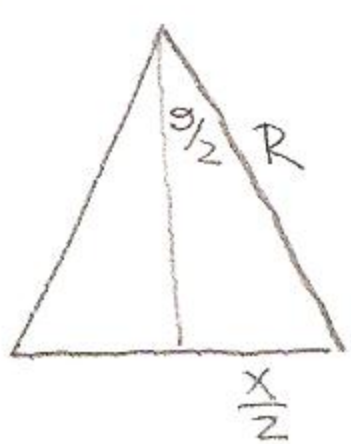
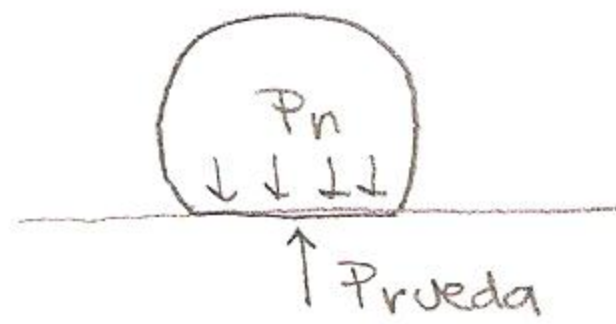
$$P_{\text{peso}} = 2.000 \text{ kg}$$

$$P_{\text{rueda}} = 500 \text{ kg}$$

$$P_{\text{neumático}} = 28 \text{ psi} = 28 \cdot 0,07031 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1,97 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{\text{rueda}} = A \cdot P_{\text{neumático}} \Rightarrow A = \frac{P_{\text{rueda}}}{P_{\text{neum}}} = \frac{500}{1,974} = 253,81 \text{ cm}^2$$

Impronta:  $\Rightarrow x = \frac{253,81}{15} = 16,92 \text{ cm}$



$$\text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{x}{2R}$$

$$\text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{16,92}{2 \cdot 30} = 0,282$$

$$\theta = 0,572 \text{ rad}$$

$$R_{\text{min}} = R \cos \frac{\theta}{2} = 30 \cdot \cos(0,286)$$

$$R_{\text{min}} = 28,78 \text{ cm}$$

$$\bar{R} = \frac{R(2\pi - \theta) + R_{\text{min}} \theta}{2\pi}$$

$$\bar{R} = \frac{30(2\pi - 0,572) + 28,78 \cdot 0,572}{2\pi}$$

$$\bar{R} = 29,89 \text{ cm}$$

Luego, $d_i = n \cdot 2\pi \bar{R} = 984,1 \cdot 2\pi \cdot 0,2989 = 1848,18 \text{ m}$

$$i = 10\% \Rightarrow i = \tan^{-1}(0,1) = 0,0996$$

$$Dh_{AB} = d_i \cdot \cos(i) = 1848,18 \cdot \cos(0,0996) = 1839,01 \text{ m}$$

Tramo BC:

Distanciómetro: $Dh_{BC} = \lambda \left(n + \frac{\phi}{2\pi} \right) = 0,1 \left(9700 + \frac{3\pi}{4 \cdot 2\pi} \right)$

$Dh_{BC} = 970,038 \text{ m}$

Tramo CD:

$Dh = KQ \text{ sen}^2(z)$

$Q = ES - EI = 1,346 - 0,215 = 1,131 \text{ m}$

Directa: $Dh_D = 100 \cdot 1,131 \cdot \text{sen}^2(76,724) = 98,643 \text{ m}$

Tránsito: $Dh_T = 100 \cdot 1,131 \cdot \text{sen}^2(400 - 323,274) = 98,645 \text{ m}$

$\Rightarrow Dh_{CD} = 98,644 \text{ m}$

Tramo DE:

Pto	Latras	Lad	$du(+)^{s/c}$	$du(-)^{s/c}$	$du^c(+)$	$du^c(-)$
D	1,424					
PC1	0,110	1,615		0,191		0,1909
PC2	0,012	1,861		1,751		1,7504
PC3	0,216	2,711		2,699		2,6981
E	3,881	2,932		2,716		2,7151
PC4	3,600	0,023	3,858		3,8593	
PC5		0,106	3,494		3,4952	
	<u>9,243</u>	<u>9,248</u>	<u>7,352</u>	<u>7,357</u>	<u>7,3545</u>	<u>7,3545</u>

$e_c = -0,005$

$e_u = -0,00034$

$du^c = du^{s/c} - e_u du^{s/c}$

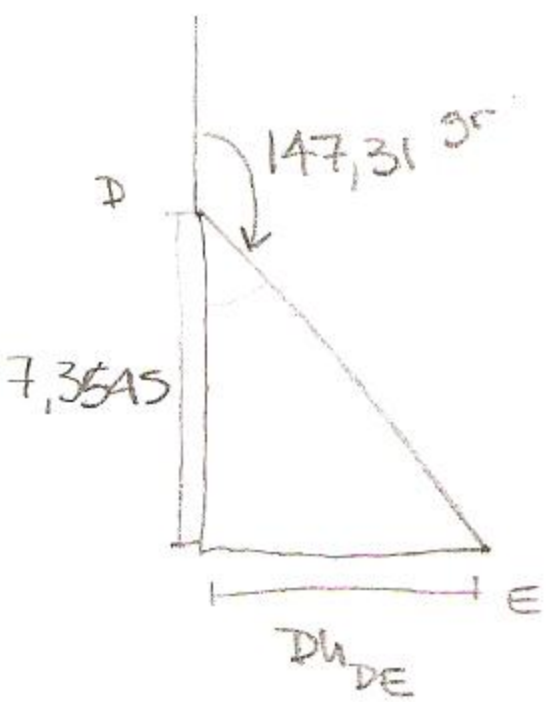
$Dh_{DE} = 7,3545 \cdot \tan(200 - 147,31) = 8,003 \text{ m}$

Finalmente:

$Dh_{TOTAL} = 1839,01 + 970,038 + 98,644 + 8,003 = 2915,7$

$L_{TUBERÍA} = \sqrt{Dh_{TOTAL}^2 + dh_{DE}^2} = \sqrt{2915,7^2 + 7,3545^2}$

$L_{TUBERÍA} = 2915,7 \text{ m}$



Precisiones:

Tramo AB:

$$\Delta_{di} = 2\pi \sqrt{\frac{R^2}{R} \Delta_n^2 + n^2 \Delta_R^2} = 2\pi \sqrt{(0,2989 \cdot 0,2)^2 + (984,1 \cdot 0,001)^2}$$

$$\Delta_{di} = 6,19 \text{ m}$$

$$\Delta_i = 0 \Rightarrow \Delta_{Dh} = 6,19 \text{ m}$$

Tramo BC:

$$\Delta_{Dh} = \sqrt{\left(n + \frac{\phi}{2\pi}\right)^2 \Delta_\lambda^2 + \lambda^2 \Delta_n^2} = \sqrt{\left(9700 + \frac{3}{8}\right)^2 \cdot 10^{-8} + 0,1^2 \cdot 0,1^2}$$

$$\Delta_{Dh} = 0,97 \text{ m}$$

Tramo CD:

$$\Delta_{Dh} = \sqrt{\left(\frac{\partial Dh}{\partial z}\right)^2 \Delta_z^2} = 2 k G \sin(z) \cos(z) \Delta_z = k G \sin(2z) \cdot \Delta_z$$

$$\Delta_z = 0,005 \cdot \frac{\pi}{200}$$

$$\Delta_{Dh_D} = 0,006 \text{ m}$$

$$\Delta_{Dh_T} = 0,006 \text{ m}$$

$$\Delta_{Dh} = 0,004 \text{ m}$$

Tramo DE:

$$\Delta_{Dh} = \sqrt{((0,005)^2 + (0,005)^2) \cdot 4} = 0,005 \sqrt{8} = 0,014 \text{ m}$$

$$Dh_{DE} = dn \cdot \tan(z') \Rightarrow \Delta_{Dh} = \sqrt{dn^2 \cdot \sec^4(z) \cdot \Delta_z^2 + \tan^2(z') \cdot \Delta_{dn}^2}$$

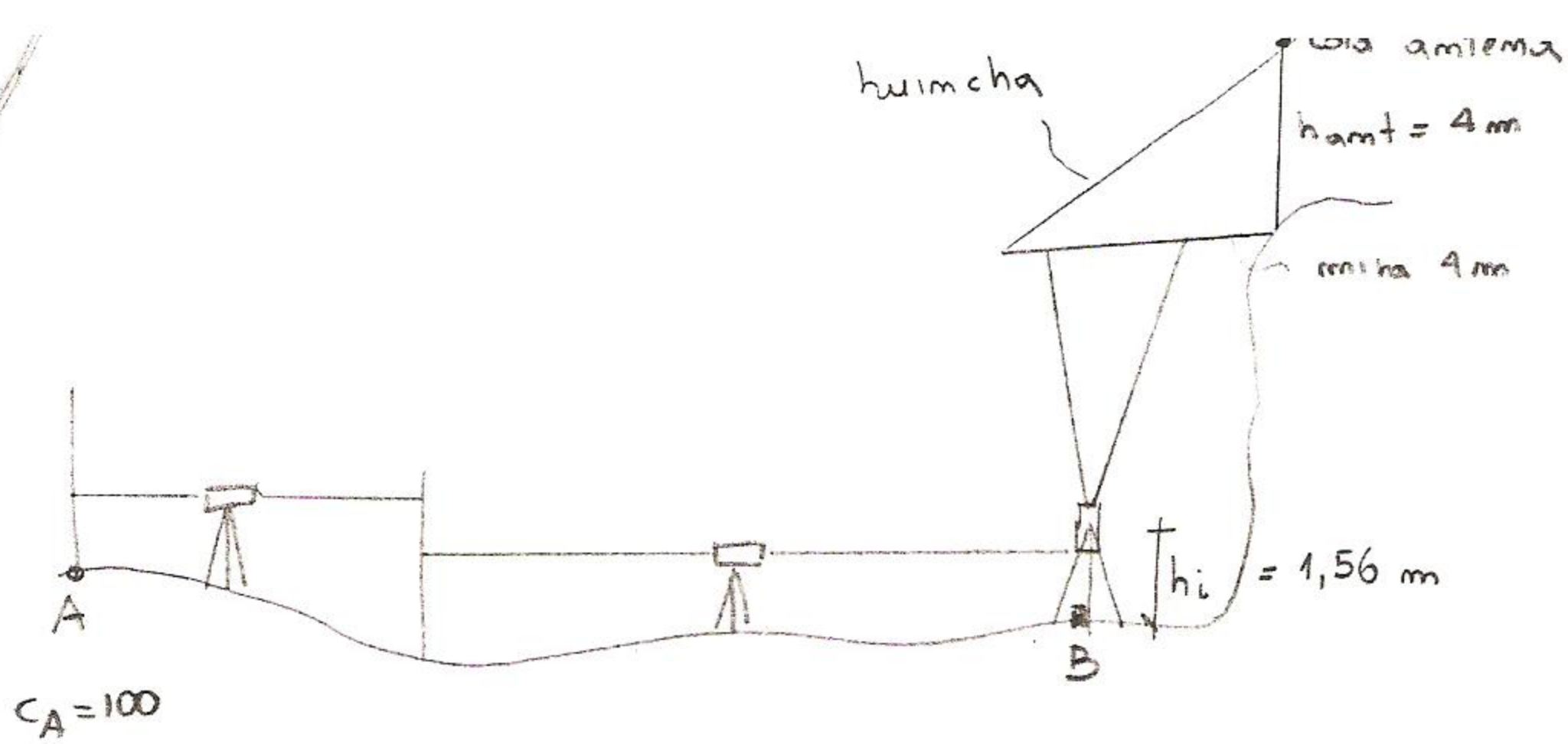
$$\Delta_z = 0,005 \cdot \frac{\pi}{200}$$

$$\Delta_{Dh} = 0,013 \text{ m}$$

$$\Delta_{Dh \text{ TOTAL}} = \sqrt{\Delta_{DhAB}^2 + \Delta_{DhBC}^2 + \Delta_{DhCD}^2 + \Delta_{DhDE}^2} = 6,27 \text{ m}$$

$$\Delta_{L \text{ Tuberia}} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot Dh_{TOTAL}}{\sqrt{Dh_{TOTAL}^2 + dn^2}}\right)^2 \cdot \Delta_{Dh_{TOTAL}}^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot dn}{\sqrt{Dh_{TOTAL}^2 + dn^2}}\right)^2 \cdot \Delta_{dn}^2}$$
$$= 6,3 \text{ m}$$

Luego $\Phi = 108,12 (2915,7 + 6,3) = 315927 \text{ US\$}$



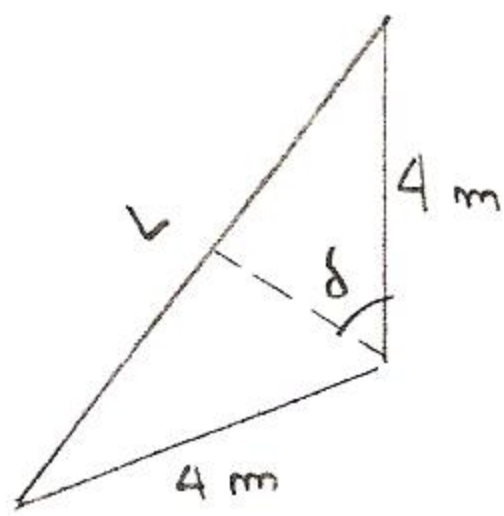
Tramo A-B

Punto	lect At	lect Ad	s/c dm(+)	s/c dm(-)	c dm(+)	c dm(-)	cota	
A	1,351						100,000	A
PC1	0,318	2,026		0,675		0,67419 (0,674)	99,326	PC1
PC2	1,825	1,421		1,103		1,10167 (1,102)	98,224	PC2
PC3	2,341	1,331	0,494		0,49459 (0,495)		98,719	PC3
B	3,015	1,995	0,346		0,34641 (0,346)		99,065	B
PC4	2,143	3,326		0,311		0,3106 (0,311)	98,754	PC4
PC5	0,880	1,614	0,529		0,52963 (0,530)		99,284	PC5
A		0,165	0,715		0,71585 (0,716)		100	PC6
Σ	11,873	11,878	2,084	2,089	2,087 = 2,087			

$$e_c = -0,005 < e_{adm} = 3,2\sqrt{7} = 8,5 \text{ mm } \checkmark$$

$$C_B = 99,065$$

Ejercicio caso de la Huimcha



$$L_0 = 5,423 \text{ m}$$

$$\text{Area huimcha} = 0,1 \times 2,5 \text{ cm} = 0,25 \text{ cm}^2$$

$$P = 3,75 \text{ Ton} = 3750 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = 15.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2.100.000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma = E \epsilon \quad \epsilon = 0,0071 = \frac{\Delta l}{L}$$

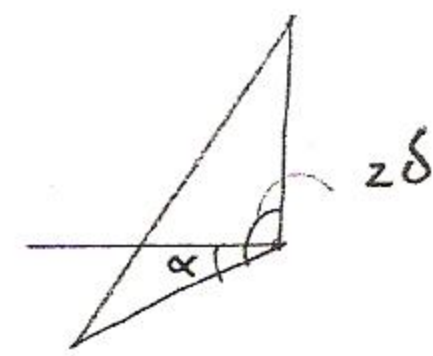
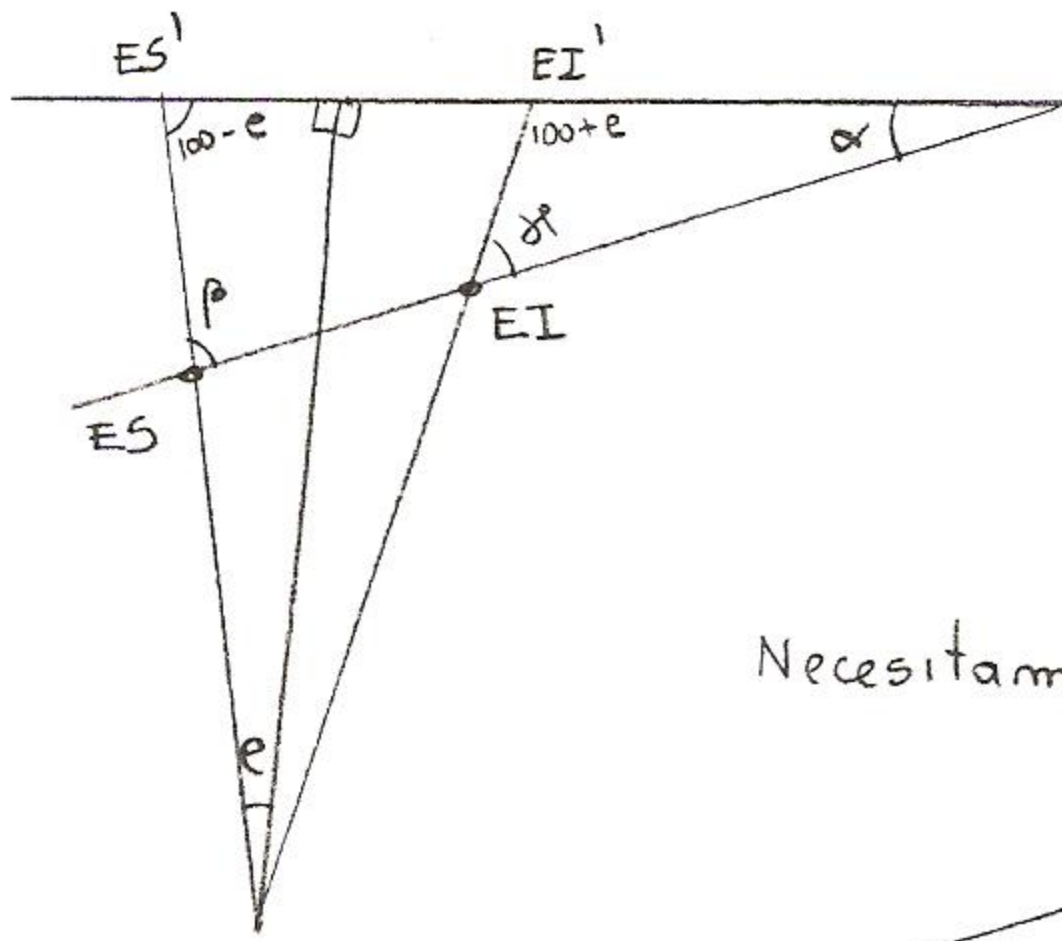
$$\Delta L_\sigma = 0,0071 \times 5,423 \text{ m}$$

$$\Delta L_\sigma = 0,046 \text{ m}$$

Por temp. $\Delta L_{\Delta t} = L \alpha \Delta t$
 $t_{base} = 20^\circ$
 $t_{medic.} = 37^\circ$
 $= 5,423 \times 1,37 \times 10^{-3} \text{ m/C} \times (37 - 20)$

$$\Delta L_{\Delta t} = 0,150 \text{ m}$$

$$L = L_0 + \Delta L_\sigma + \Delta L_{\Delta t} = 5,423 + 0,046 + 0,150 = 5,619$$

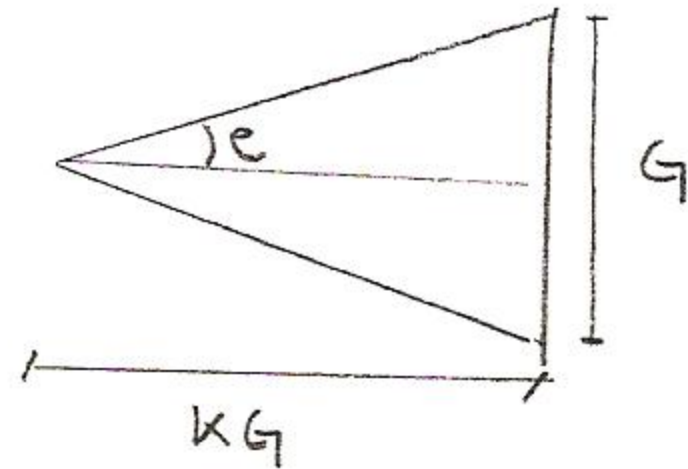


$$\alpha = 2\delta - 100$$

$$\alpha = 2 \times 62,03 - 100$$

$$\alpha = 24,0673^\circ$$

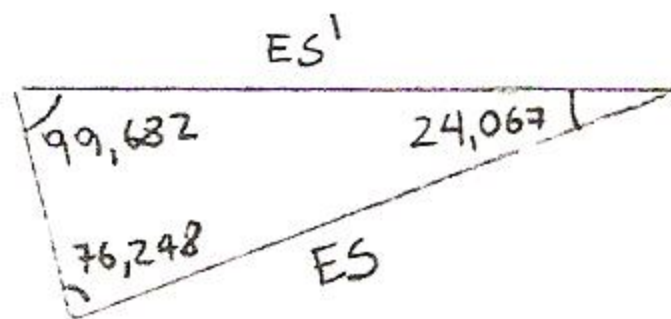
Necesitamos calcular e?



$$Dh = KG$$

$$\operatorname{tg} e = \frac{G/2}{KG} = \frac{1}{2 \times 100}$$

$$\operatorname{tg} e = 0,005 \quad e = 0,3183^\circ$$



$$\beta = 76,248^\circ$$

$$ES = 3,812$$

$$\frac{\sin 99,682}{3,812} = \frac{\sin 76,248}{ES'}$$

$$ES' = 3,550$$



$$\delta = 75,615^\circ \quad EI = 2,975$$

$$\frac{\sin 100,318}{2,975} = \frac{\sin 75,615}{EI'}$$

$$EI' = 2,759$$

Distancia taquimétrica : $Dh = KG \sin^2 z'$

$$z' = 100 + z$$

$$z = 0$$

$$\Rightarrow Dh = KG = 100 \cdot (ES' - EI')$$

$$z' = 100$$

$$Dh = 79,1 \text{ m}$$

$$\text{Cota Antena} = C_B + h_{\text{inst}} + Dh + h_{\text{antena}}$$

$$= 99,065 + 1,56 + 79,1 + 4$$

$$\text{Cota Antena} = 183,725 \text{ m}$$