



PRÁCTICA DE CAMPO 1

Topografía Altimétrica
Curso: Año 2024

Grupo: Fernandez, Silvina - Gonzalez, Valentin - Quian, Eliana
Docentes: Ing. Agrim. Magali Martinez, Ing. Agrim. Martin Wainstein
Docente práctico: Ing. Agrim. Micaela Gracia

ÍNDICE

1. OBJETIVOS
2. MARCO TEÓRICO
3. INSTRUMENTAL UTILIZADO
4. METODOLOGÍA
5. CROQUIS DE RELEVAMIENTO
6. OBSERVACIONES
7. CONCLUSIONES
8. BIBLIOGRAFÍA
9. ANEXOS

1 - OBJETIVOS

- Aprender el manejo de instrumental altimétrico y sus accesorios
- Evaluar la precisión del instrumental y sus accesorios

2 - MARCO TEÓRICO

ALTIMETRÍA

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano o superficie de referencia.

DESNIVEL

El desnivel entre dos puntos, es la distancia vertical entre las superficies equipotenciales que pasan por dichos puntos. El desnivel también puede definirse como la diferencia de elevación o cota entre ambos puntos: $\Delta h = Q_B - Q_A$.

COTA

Se denomina cota del punto a la distancia medida sobre la normal, entre éste y una superficie de referencia. Dependiendo de la superficie de referencia, se denominará la cota. Las cotas pueden referirse a superficies o planos de referencias arbitrarios (el cero de una obra) o superficies convenidas o decretadas (cero oficiales, geoide, etc).

PLANO DE REFERENCIA

En topografía clásica, las superficies de referencia pueden llegar a considerarse como planas, es por ello que serán análogas a la definición de una superficie de referencia, con la salvedad de que el ámbito de definición se encuentra acotado a los límites topográficos; en geodesia lo correcto es hablar de superficies de referencia.

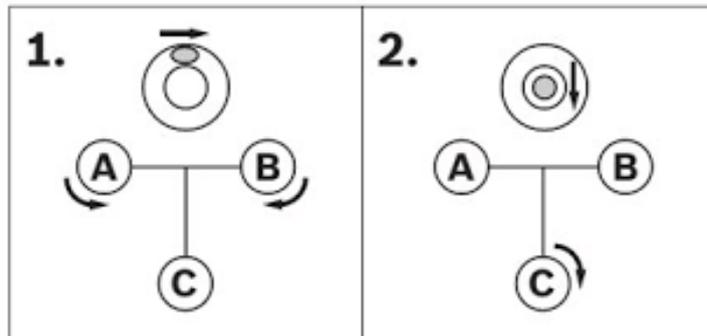
- Por último, una columna para registrar cualquier observación o comentario referente al punto.

PUNTOS DE CAMBIO

Los puntos de cambio se refieren a aquellos puntos donde, en una nivelación geométrica compuesta, se tendrán 2 planos colimadores distintos.

PUESTA EN ESTACIÓN DEL NIVEL OPTICO

- 1) Coloque el instrumento sobre la estación tratando que la base del trípode esté lo más nivelada posible. Debe tenerse cuidado de extender las patas del trípode hasta una altura conveniente para que el proceso de medición se haga en forma cómoda y rápida.
- 2) Fije una de las patas del trípode firmemente al terreno y levante las otras dos.
- 3) Fije las patas del trípode firmemente al terreno.
- 4) Deslizando las patas extensibles del trípode, centre la burbuja del nivel esférico de la base del nivel.
- 5) Con los tornillos nivelantes, vuelva a centrar la burbuja del nivel esférico.

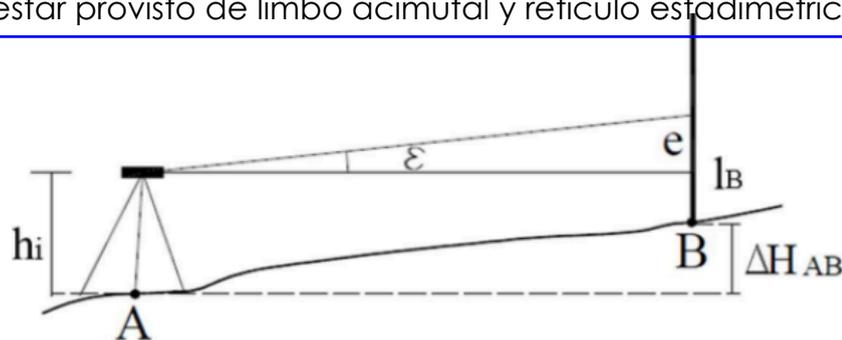


NIVELACIÓN GEOMÉTRICA – MÉTODO DEL PUNTO EXTREMO

En éste, el instrumento se estaciona sobre uno de los puntos y se coloca la mira en el otro. Si la visual es horizontal el desnivel vendrá dado por la expresión:

$$\Delta H_{AB} = hi_A - l_B$$

Siendo $hi(A)$, la altura del instrumento en el punto A, y $l(B)$ la lectura de la mira en el punto B. Este método exige el empleo de niveles exactamente corregidos, ya que los errores sistemáticos residuales se transmiten íntegramente a la lectura de mira, así como los de curvatura y refracción. Además la altura hi del instrumento no siempre es posible medirla con la precisión necesaria, por todo esto, no es aconsejable utilizar este método para nivelaciones que requieren cierta precisión. Cuando estacionado el nivel en un punto se hallen los desniveles, por el método del punto extremo, a una serie de puntos situados alrededor del de estación, recibe el nombre de nivelación radial, que no es sino una repetición del método del punto extremo. La nivelación radial es útil cuando se pretende levantar altimétricamente una zona de terreno, estacionando en el centro y tomando los puntos que la definen. Generalmente será necesario, en este caso, levantar también la situación planimétrica de estos puntos, por lo que el nivel deberá estar provisto de limbo acimutal y retículo estadimétrico.



NIVELACIÓN GEOMÉTRICA – MÉTODO DEL PUNTO MEDIO

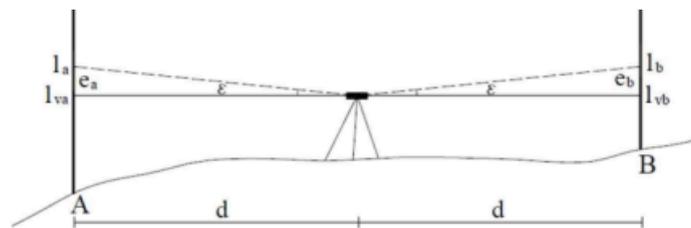
Consiste en estacionar el nivel a la misma distancia de los puntos cuyo desnivel queremos determinar. La Diferencia de las lecturas de las miras nos dará el desnivel verdadero entre los puntos, aún estando el instrumento descorregido, ya que al ser el ángulo ϵ de la visual con la horizontal el mismo en ambas direcciones, y ser iguales las distancias, el error de lectura en cada mira también será igual, por lo que, al hacer la diferencia, éstos se eliminan.

Este es el método más aconsejable, pues como vemos se eliminan los errores sistemáticos del nivel, y también la influencia de los errores debido a la curvatura terrestre y la refracción atmosférica.

$$\Delta H_{AB} = l_{vA} - l_{vB} = (l_A - e_A) - (l_B - e_B)$$

$$\Delta H_{AB} = [l_A - (d \times \tan \epsilon)] - [l_B - (d \times \tan \epsilon)]$$

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$



Consideremos un nivel descorregido con un error ϵ , y los errores asociados de curvatura y refracción. Consideremos 2 puntos A y B, de los cuales queremos hallar el desnivel entre ellos, estando a una distancia $2d$. El nivel descorregido lo colocaremos (a pasos) aproximadamente a igual distancia entre los puntos A y B. El desnivel entre los puntos A y B será:

$$\Delta H_{AB} = l_{vA} - l_{vB} = \left(l_A - e_A + \frac{(1-k)d^2}{2R} \right) - \left(l_B - e_B + \frac{(1-k)d'^2}{2R} \right)$$

$$\Delta H_{AB} = \left[l_A - (d \times \tan \epsilon) + \frac{(1-k)d^2}{2R} \right] - \left[l_B - (d' \times \tan \epsilon) + \frac{(1-k)d'^2}{2R} \right]$$

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B - (\tan \epsilon)(d' - d) + \frac{(1-k)(d^2 - d'^2)}{2R}$$

INSTRUMENTAL PARA NIVELACIÓN

Nivel de anteojo o equialtímetro

Un nivel de anteojo, nivel óptico o equialtímetro es un instrumento topográfico que permite determinar el desnivel entre dos puntos mediante visuales horizontales dirigidas a miras verticales. En su forma más elemental, está constituido por un nivel tubular adosado a un anteojo astronómico, de forma tal que el eje de colimación de éste sea paralelo al eje del nivel tubular. Este instrumento va montado sobre un trípode mediante un tornillo ad-hoc y gira alrededor de un eje de rotación.



- **OBJETIVO:** sistema de lentes que permiten maximizar la imagen de los objetos enfocados
- **TORNILLO DE ENFOQUE:** permite visualizar los objetos enfocados con mayor claridad y nitidez
- **OCULAR:** permite enfocar los hilos del retículo y eliminar así el error de paralaje
- **TORNILLOS CALANTES o DE NIVELACIÓN:** permiten el movimiento de la base del nivel con la finalidad de verticalizar el eje principal (que siga la dirección de la plomada)
- **COMPENSADOR:** sistema de prismas suspendidos que funcionan según el principio del péndulo, asegurando así que el eje de colimación permanezca horizontal.
- **TORNILLO PARA PEQUEÑOS MOVIMIENTOS:** permite el movimiento del instrumento en torno al eje principal. Es necesario para acercar la visual primaria al objetivo.

- BASE DEL NIVEL: base del instrumento que permite su apoyo y posterior fijación al trípode.
- CÍRCULO HORIZONTAL: permite la lectura de ángulos horizontales (con baja precisión)
- NIVEL ESFÉRICO: permite horizontalizar la base del nivel.

Evaluación de existencia de error de eje de colimación

El método inglés se basa en determinar la existencia o no de error de eje de colimación, siendo su procedimiento el siguiente: Dados un segmento AB, tal que la distancia entre los puntos permite realizar una nivelación geométrica simple (por ej. 40m). estacionar el nivel equidistante al segmento AB y determinar el desnivel (ΔH_{AB}). Dicho desnivel se considerará libre de error de eje de colimación (ver teórico). Posteriormente, se ubica el nivel en el extremo del segmento, aproximadamente a 1m del punto A. y se vuelve a medir el desnivel ($\Delta H'_{AB}$). Si el desnivel es el mismo, el instrumento se encuentra libre de error de eje de colimación. Si el desnivel es distinto de cero, y superior a los errores aleatorios del procedimiento. Existirá un error de eje de colimación y su error será:

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B + (d_B - d_A) \times \tan \varepsilon$$

Evaluación de la precisión del instrumental

La norma ISO 17123-2:2001 establece un procedimiento para evaluar niveles ópticos y digitales.

El procedimiento establecido se encuentra destinado a verificaciones en campo sin la necesidad de equipo auxiliar especial y están diseñados deliberadamente para minimizar las influencias atmosféricas. No se proponen como pruebas de aceptación o evaluaciones de rendimiento que sean más completas por naturaleza.

Las pruebas se encuentran influenciadas por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de temperatura; Se recomienda un cielo nublado y baja velocidad del viento. Se recomienda prever las condiciones meteorológicas reales en el momento de la medición y el tipo de superficie sobre el cual se realizan las mediciones.

La norma establece dos procedimientos (procedimiento simplificado y completo).

Procedimiento completo

Este procedimiento se adopta para determinar la mejor medida de precisión alcanzable de un nivel particular y su equipo auxiliar en condiciones de campo y requiere la adopción de longitudes de visión iguales (variación máxima $\pm 10\%$) Normalmente está destinado a pruebas de campo de niveles que se utilizarán para nivelación más precisa, aplicaciones lineales y otros estudios mayores, por ejemplo, en ingeniería civil.

Preparación de la prueba:

Elegir una zona lo más horizontal posible para minimizar los efectos de la refracción. Determinar 2 puntos (A, B) a una distancia aproximadamente de 60 metros, las miras deben colocarse sobre puntos fijos y que tengan el

menor movimiento posible. Se recomienda que el suelo sea estable, y que no esté conformado por asfalto u hormigón, en caso de que le dé luz directa al nivel, utilizar un paraguas.

La Norma recomienda dejar un par de minutos para que el instrumental se aclimate con la temperatura ambiente (2 min por grado Celsius de diferencia). Realizar 2 series de medidas Lectura Atrás (Punto A) – Lectura Adelante (Punto B) estando el nivel equidistante a los puntos: o Realizar 10 mediciones, para cada ΔH , cambiando el plano colimador en cada desnivel o Luego realizar otras 10 mediciones, pero con Lectura Atrás (Punto B) – Lectura Adelante (Punto A). Luego de las 20 mediciones, intercambiar las miras y volver a realizar las 20 mediciones de igual forma que el punto anterior.

Cálculos:

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; j = 1, \dots, 40$$

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \text{ donde } \bar{d}_1 \text{ es la media aritmética de los } \Delta H_{AB} \text{ para la primera serie de medidas}$$

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} \text{ donde } \bar{d}_2 \text{ es la media aritmética de los } \Delta H_{AB} \text{ para la segunda serie de medidas}$$

Los residuales van a ser:

- $r_j = \bar{d}_1 - d_j$ para $j = 1, \dots, 20$
- $r_j = \bar{d}_2 - d_j$ para $j = 21, \dots, 40$

Entonces la desviación estándar experimental será:

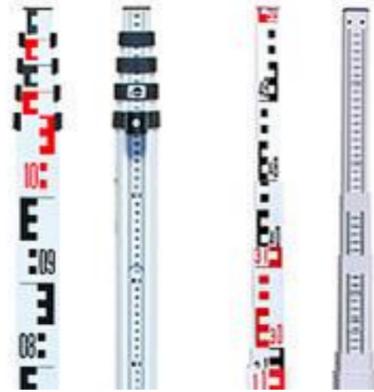
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}}$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1000m}{60m}} = s \times 2,89 \text{ (desviación estándar por kilometro en nivelaciones de doble recorrido).}$$

3 – INSTRUMENTAL UTILIZADO



1 - Nivel óptico y trípode



2- Mira



3- Nivelta



4- Galápago

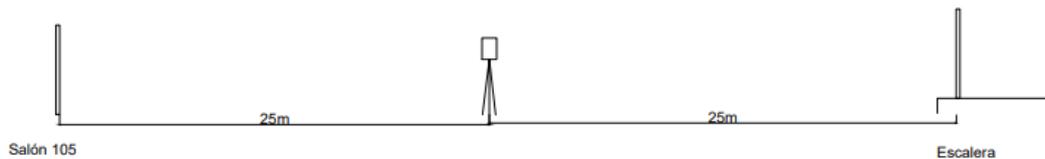


5-Cinta métrica

4 - METODOLOGÍA

1. Marcamos dos puntos A y B, a una distancia de 50m en el hall del primer piso de la Facultad. Esta distancia fue la máxima posible dada las limitaciones del lugar. Ambos puntos señalizados con galápagos.
2. El punto A se fijó en el piso, mientras que el punto B se ubicó sobre un banco, tal como se ilustra en el croquis.
3. Se posicionó el nivel de manera equidistante entre los dos puntos, a una distancia de 25 metros de cada uno.
4. Se realizaron un total de 20 observaciones en ambos puntos, tras lo cual se intercambiaron las miras y se efectuaron 20 observaciones adicionales.

5 - CROQUIS DEL RELEVAMIENTO



6 - OBSERVACIONES

Datos de campo:

ESTACIÓN	PUNTO	ADELANTE	ATRÁS	ΔH
1	1	1,410	1,000	0,410
	2	1,390	1,000	0,390
	3	1,390	1,000	0,390
	4	1,395	0,990	0,405
	5	1,380	0,980	0,400
	6	1,370	--	--
	7	1,332	0,940	0,392
	8	1,339	0,947	0,392
	9	1,339	0,947	0,392
	10	1,338	0,944	0,394
2	11	1,420	1,029	0,391
	12	1,400	1,026	0,374
	13	1,410	1,020	0,390
	14	1,410	1,019	0,391
	15	1,400	1,012	0,388
	16	1,409	1,012	0,397
	17	1,409	1,012	0,397
	18	1,408	1,012	0,396
	19	1,409	1,012	0,397
	20	1,380	0,983	0,397
3	21	1,379	0,985	0,394
	22	1,361	0,969	0,392
	23	1,350	0,960	0,390
	24	1,350	0,960	0,390
	25	1,345	0,951	0,394
	26	1,345	0,952	0,393
	27	1,346	0,952	0,394
	28	1,292	0,900	0,392
	29	1,293	0,900	0,393
	30	1,291	0,900	0,391
4	31	0,930	1,324	0,394

	32	0,930	1,322	0,392
	33	0,930	1,322	0,392
	34	0,929	1,321	0,392
5	35	0,920	1,312	0,392
	36	0,990	1,509	0,519
	37	1,090	1,487	0,397
6	38	0,981	1,375	0,394
	39	0,981	1,374	0,393
	40	0,981	1,374	0,393

Los datos presentados en la tabla han sido depurados, en el cual se identificaron y eliminaron errores groseros que fueron detectados visualmente.

Cálculos:

Primera serie de 20 medidas:

ESTACIÓN	PUNTO	ADELANTE	ATRÁS	ΔH	RESIDUALES
1	1	1,410	1,000	0,410	0,0162
	2	1,390	1,000	0,390	0,0038
	3	1,390	1,000	0,390	0,0038
	4	1,395	0,990	0,405	0,0112
	5	1,380	0,980	0,400	0,0062
	7	1,332	0,940	0,392	0,0018
	8	1,339	0,947	0,392	0,0018
	9	1,339	0,947	0,392	0,0018
	10	1,338	0,944	0,394	0,0002
	2	11	1,420	1,029	0,391
12		1,400	1,026	0,374	0,0198
13		1,410	1,020	0,390	0,0038
14		1,410	1,019	0,391	0,0028
15		1,400	1,012	0,388	0,0058
16		1,409	1,012	0,397	0,0032
17		1,409	1,012	0,397	0,0032

	18	1,408	1,012	0,396	0,0022
	19	1,409	1,012	0,397	0,0032
	20	1,380	0,983	0,397	0,0032

Media Aritmética: 0,394 Sumatoria de residuales: 0,097

Segunda serie de 20 medias, posterior al cambio de miras:

ESTACIÓN	PUNTO	ADELANTE	ATRÁS	ΔH	RESIDUALES
3	21	1,379	0,985	0,394	0,0013
	22	1,361	0,969	0,392	0,0007
	23	1,350	0,960	0,390	0,0027
	24	1,350	0,960	0,390	0,0027
	25	1,345	0,951	0,394	0,0013
	26	1,345	0,952	0,393	0,0003
	27	1,346	0,952	0,394	0,0013
	28	1,292	0,900	0,392	0,0007
	29	1,293	0,900	0,393	0,0003
	30	1,291	0,900	0,391	0,0017
4	31	0,930	1,324	0,394	0,0013
	32	0,930	1,322	0,392	0,0007
	33	0,930	1,322	0,392	0,0007
	34	0,929	1,321	0,392	0,0007
5	35	0,920	1,312	0,392	0,0007
	37	1,090	1,487	0,397	0,0043
6	38	0,981	1,375	0,394	0,0013
	39	0,981	1,374	0,393	0,0003
	40	0,981	1,374	0,393	0,0003

(Intercambio de mira)

Media Aritmética: 0,393 Sumatoria de residuales: 0,023

De las dos tablas sacamos:

Suma de residuales: 0,120 Desviación estándar experimental: 0,020

2da depuración :

Las medidas marcadas en rojo no fueron tomadas en cuenta en los cálculos

Primera serie de 20 medidas:

ESTACIÓN	PUNTO	ADELANTE	ATRÁS	ΔH	RESIDUALES
1	1	1,410	1,000	0,410	0,2136
	2	1,390	1,000	0,390	0,2336
	3	1,390	1,000	0,390	0,2336
	4	1,395	0,990	0,405	0,2186
	5	1,380	0,980	0,400	0,2236
	7	1,332	0,940	0,392	0,2316
	8	1,339	0,947	0,392	0,2316
	9	1,339	0,947	0,392	0,2316
	10	1,338	0,944	0,394	0,2296
	2	11	1,420	1,029	0,391
12		1,400	1,026	0,374	0,2496
13		1,410	1,020	0,390	0,2336
14		1,410	1,019	0,391	0,2326
15		1,400	1,012	0,388	0,2356
16		1,409	1,012	0,397	0,2266
17		1,409	1,012	0,397	0,2266
18		1,408	1,012	0,396	0,2276
19		1,409	1,012	0,397	0,2266
20		1,380	0,983	0,397	0,2266

Media Aritmética: 0,394 Sumatoria de residuales: 0,030

Segunda serie de 20 medias, posterior al cambio de miras:

ESTACIÓN	PUNTO	ADELANTE	ATRÁS	ΔH	RESIDUALES
3	20	1,379	0,985	0,394	0,0206
	21	1,361	0,969	0,392	0,0226
	22	1,350	0,960	0,390	0,0246
	23	1,350	0,960	0,390	0,0246
	24	1,345	0,951	0,394	0,0206
	25	1,345	0,952	0,393	0,0216
	26	1,346	0,952	0,394	0,0206
	27	1,292	0,900	0,392	0,0226
	28	1,293	0,900	0,393	0,0216
	29	1,291	0,900	0,391	0,0236
4	30	0,930	1,324	0,394	0,0206
	31	0,930	1,322	0,392	0,0226
	32	0,930	1,322	0,392	0,0226
	33	0,929	1,321	0,392	0,0226
5	34	0,920	1,312	0,392	0,0226
	35	1,090	1,487	0,397	0,0176
6	36	0,981	1,375	0,394	0,0206
	37	0,981	1,374	0,393	0,0216
	38	0,981	1,374	0,393	0,0216

(Intercambio de mira)

Media Aritmética: 0,393 Sumatoria de residuales: 0,023

Suma de residuales: 0,053 Desviación estándar experimental: 0,009

7 - CONCLUSIONES

El práctico se realizó dentro del hall del primer piso de la Facultad debido a las condiciones climáticas. Esta circunstancia presentó algunas dificultades, referente a la nivelación sobre un piso liso, lo que provocó que el equipo se desestabilizara en varias ocasiones.

Debido a las limitaciones espaciales del hall, los puntos A y B se situaron a una distancia de 25 metros entre sí, lo cual fue la máxima distancia posible en ese entorno.

En el proceso de medición, se observó que las primeras cinco lecturas no se realizaron con la precisión milimétrica requerida. Estas lecturas iniciales mostraron inconsistencias, lo que motivó su exclusión de los cálculos posteriores.

Los cálculos preliminares arrojaron una desviación estándar de 0.020 metros, lo cual indicaba una variabilidad significativa en las mediciones. Se detectaron diferencias de desnivel superiores a 0.004 metros, lo que también influyó en la calidad de los datos recogidos.

Tras una segunda depuración de los datos, eliminando los errores groseros y las mediciones menos precisas, se recalculó la desviación estándar, obteniendo un valor de 0.009 metros. Esta mejora notable en la precisión de los resultados sugiere que, aunque las condiciones no fueron ideales, los procedimientos de depuración y corrección aplicados fueron efectivos en la obtención de datos más fiables.

La reducción de la desviación estándar de 0.020 metros a 0.009 metros refleja una mejor comprensión y manejo del instrumental, así como una correcta identificación y eliminación de los errores sistemáticos y aleatorios presentes en las mediciones iniciales.



8 - BIBLIOGRAFÍA

- Notas del Eva de Topografía Altimétrica y Planimétrica
- Apuntes de clase.

Est	Punt	Dist	Adelante	Atas	ΔH
Valencia	1		1,40	1,029	0,381
	2		1,40	1,026	0,384
	3		1,41	1,020	0,392
	4		1,41	1,019	0,391
	5		1,40	1,012	0,388
	6		1,409	1,012	0,397
	7		1,409	1,012	0,397
	8		1,408	1,012	0,396
	9		1,409	1,012	0,397
	10		1,380	0,983	0,397

1,209

1,029

Est	Ho	Pst	102 Adelante	102 Atras	ΔH
ELI	1		1,379	0,488	0,3214
	2		1,361	0,469	0,392
	3		1,325	0,488	0,391
	4		1,350	0,460	0,390
	5		1,350	0,460	0,390
	6		1,345	0,454	0,395
	7		1,346	0,482	0,393
	8		1,346	0,452	0,394
	9		1,292	0,40	0,392
	10		1,293	0,40	0,393
	11		1,291	0,40	0,391

Est	Pto	ESQUERA Adelante	102 Atras	ΔH
Silvi		0,930	1,324	0,394
		0,930	1,322	0,392
		0,930	1,322	0,392
		0,929	1,321	0,392
Vale	ΔH	0,392	1,312	0,920
			1,509	0,990
		0,397	1,487	1,090
		0,981	1,375	0,394
		0,981	1,374	0,393
		0,981	1,374	0,393

Est	Pto	102		ΔH
		Adelante	Atras	
<u>ELI</u>	1	1,379	0,985	0,394
	2	1,361	0,969	0,392
	3	1,365	0,985	0,381
	3	1,350	0,960	0,390
	4	1,350	0,960	0,390
	5	1,345	0,950	0,395
	6	1,346	0,982	0,393
	7	1,346	0,952	0,394
	8	1,292	0,90	0,392
	9	1,293	0,90	0,393
	10	1,291	0,90	0,391

Est	Pto	ESCAMERA		ΔH
		Adelante	Atras	
Silvi		0,930	1,324	0,394
		0,930	1,322	0,392
		0,930	1,322	0,392
		0,929	1,321	0,392
vale		0,392	1,312	0,920
			1,502	0,990
		0,397	1,487	1,090
		0,981	1,375	0,394
		0,981	1,374	0,393
		0,982	1,374	0,393