

INVESTIGACION SOBRE LA PRECISION DE LA TRIANGULACION FUNDAMENTAL

ESTEBAN HORVAT
Instituto Geográfico Militar

Los análisis teóricos y la experiencia han mostrado que la triangulación fundamental argentina, consistente en cadenas de cuadriláteros o triángulos en cada grado par de latitudes y longitudes, aunque satisfactoriamente precisa en los elementos medidos, no asegura la alta precisión que generalmente se suponía para las coordenadas de los puntos. Esto, manifestado también en otros países, se debe al gran error longitudinal que es una consecuencia de la estructura del sistema fundamental, y solamente puede subsanarse mejorando esta estructura.

Con el fin de tener una prueba evidente en ese sentido, el Instituto Geográfico Militar, en colaboración con el Army Topographic Command (EE. UU.), ha realizado una investigación compensando las unidades 3H y 4H por dos procedimientos: a) Método clásico, conservando fijas las posiciones de los puntos fundamentales; b) El sistema en conjunto, sin posiciones fijas.

Los resultados muestran que, en la primera compensación, las correcciones angulares superan mucho la precisión de las observaciones, mientras que, en la segunda, la satisfacen aproximadamente.

Theoretical analysis and experience have shown that the argentinian basic network —chains of triangles or quadrilaterals through every even latitude and longitude point— do not assure the high precision generally assumed for the point coordinates in spite of its being satisfactorily accurate in their measured elements. This fact, also observed in other countries, evolves from the fundamental system structure and therefore it may only be eliminated improving the structure. In order to obtain a definitive evidence about it the Instituto Geográfico Militar and the Army Topographic Command (USA) coordinated facilities to carry out a research by adjusting units 3H and 4H following two methods: a) The classic one, keeping the positions of fundamental points fixed; b) the system as a whole, without fixed positions.

Results show that applying the first method, the angular corrections much exceed the precision of the observations whereas they approximately satisfy it when the second method is used.

1. La triangulación fundamental argentina, como es bien conocido, está constituida por cadenas proyectadas a lo largo de meridianos y paralelos de graduación múltiplo de dos. En cada intersección de cadenas se determina una base por medición directa y un punto de Laplace. Hasta el año 1959 un punto de Laplace se determinaba también aproximadamente en la mitad de los tramos meridianos, lo que se ha suspendido por razones económicas. En la época actual regularmente se mide una base en el medio de los tramos. Por regla general las cadenas se componen de cuadriláteros con dos diagonales; en algunos casos aislados, se reemplaza tal cuadrilátero con otras figuras, con un punto central. Solamente la parte del sistema fundamental que pertenece al Arco de Meridiano Argentino, representa una cadena de triángulos simples.

Las superficies dentro de los cuadriláteros de cadenas fundamentales, se cubren posteriormente en forma sistemática con la red secundaria de 1er. orden, llamada malla. Es claro que el sistema de una malla tiene que sufrir un forzamiento por las posiciones fijas de los puntos periféricos del sistema fundamental.

En consecuencia, la triangulación argentina de 1er. orden tiene dos partes esenciales: las cadenas fundamentales y las mallas. La primera parte representa un sistema libre sin condiciones forzadas, excepto las que tienen su origen en las bases fundamentales y en los puntos de Laplace. Al contrario el sistema secundario tiene un número considerable de condiciones forzadas, originadas por las posiciones invariables de los puntos fundamentales. La malla sin tener en cuenta las condiciones matemáticas, tiene alrededor de 60 a 80 condiciones forzadas.

2

Al empezar la triangulación fundamental según la Ley de la Carta, se planeaba resolver la densificación de triangulación en las mallas, dividiendo las mismas por cadenas secundarias en el sentido de los paralelos y meridianos, y cubriendo los vacíos restantes con las pequeñas redes de 4 a 5 puntos de relleno. La experiencia en la realización de esta solución, tenía las siguientes dificultades:

- a. El reconocimiento y elección de puntos de cadenas secundarias tropezaba con el inconveniente de ser obligatoria una determinada posición de estos puntos.
- b. Los vacíos restantes, de pequeña superficie, tenían en su periferia forzamientos demasiado grandes. Se hacía imposible la distribución razonable de los errores causados por estos forzamientos.

Con el fin de eliminar estas dificultades, se han suprimido las cadenas secundarias y se ha aceptado la solución actual, es decir, la malla con una red completa sin forzamientos internos. Esta es indudablemente una solución mejor en todo sentido, aunque más complicada en cuanto a la compensación de la malla.

La primera unidad a la que se ha aplicado una compensación correcta y rigurosa, es la malla 4H. En esa época se utilizaban las cadenas secundarias. Los cuatro tramos de éstas se han compensado en conjunto tomando en consideración todas las condiciones forzadas. Los resultados en cuanto a magnitud de errores, han mostrado que estos son mayores de lo que se esperaba del análisis de las condiciones geométricas, pero aceptables si se consideran los forzamientos causados por las posiciones invariables de los puntos fundamentales. Empero, en la compensación de los puntos restantes, en particular en el cuarto sudeste, se han evidenciado errores de direcciones de hasta 6'', lo que resulta inaceptable frente a la precisión con que se realizaron

las mediciones, tanto en el sistema fundamental como así también en el secundario. En el primer momento este resultado se ha interpretado solamente como una consecuencia comprensible de los inconvenientes del planteo de cadenas secundarias. En consecuencia, se han suprimido estas cadenas y aceptado la solución actual.

Como se ha mostrado con las experiencias posteriores, en particular con la unidad 4E, el inconveniente no era solamente por esta causa. También al compensar las mallas como unidades homogéneas los errores procedentes de la compensación resultaron mayores, a veces inesperadamente superiores de lo que podría esperarse en comparación con la precisión real de observaciones y con el forzamiento supuesto de los puntos fundamentales. Los análisis y estudios realizados, indican que estos fenómenos tienen su raíz en los inconvenientes estructurales de la misma triangulación fundamental.

3

Estas experiencias y las inquietudes originadas, no son problemas típicamente argentinos. También en otros países, con la triangulación fundamental de esta forma, se conocen problemas de naturaleza similar.

Son conocidos por ejemplo, los inconvenientes que surgieron en Yugoslavia, cuando se empezaron a rellenar los vacíos relativamente pequeños en la vieja triangulación Austro-húngara. Allí hubo errores de direcciones que superaron los 10". Sin embargo, cuando se realizó la compensación del sistema viejo y de relleno en forma conjunta, los inconvenientes desaparecieron y los errores residuales correspondieron casi por completo a la precisión original de observaciones.

Son conocidas también las dificultades que surgieron cuando Suiza quiso intercalar su triangulación de 1er. orden en la red europea, compensada después de la segunda guerra mundial.

Una prueba convincente se ha obtenido en el Instituto Geográfico Militar (IGM) mediante el estudio teórico del valor real de las cadenas de triángulos y de su comparación con la trilateración.

La investigación se ha hecho sobre la siguiente idea fundamental; Si analizamos un sistema trigonométrico, lo fundamental, desde el punto de vista práctico, es conocer la precisión con que ha sido fijado un punto, determinado por ejemplo, mediante una cadena de triángulos o triláteros. Para mayor claridad, tiene que considerarse su error longitudinal —en el sentido de la dirección de cadena— y su error transversal, en el sentido perpendicular a esta dirección.

El análisis en este sentido lleva a las siguientes conclusiones:

- 1 En la triangulación, el incremento de errores de lados por propagación de errores angulares, muestra una tendencia acumulativa. Esto es comprensible si se considera que un lado en mitad de cadena, es una función de un par de ángulos de cada uno de los triángulos considerados a partir de cualquiera de los extremos de la misma. En consecuencia, el error en sentido longitudinal tiene una tendencia perjudicial y como resultado lógico puede aparecer un error en el punto final y en esta dirección. Este error puede ser relativamente muy grande, de 1 a 2 m. si el error medio angular está dentro de $\pm 0'', 5$.

Por el contrario, el error transversal, por no depender prácticamente de los lados y de sus errores, no está sometido a esta tendencia de acumulación. Generalmente es una simple función de errores angulares y corresponde a una propagación nor-

mal de errores. Agregando aquí la influencia positiva de un acimut conocido en el final de la cadena (proporcionado por la ecuación de Laplace), resulta que el error transversal se mantiene dentro de límites aceptables y de acuerdo con la precisión de las observaciones.

- 2 En la trilateración aparece el fenómeno contrario en función de su estructura y de la naturaleza de los datos medidos.

Aquí el error transversal tiene un inconveniente parecido al que sufre el error longitudinal en la triangulación y, en consecuencia, en el final de la cadena resulta demasiado grande e inaceptable, si no se miden los ángulos de una poligonal de puntos en el sentido longitudinal. Por otra parte, el error longitudinal en la trilateración queda en los límites de la propagación normal de errores y su magnitud es completamente aceptable.

4

Ahora conviene hacer un análisis crítico de la teoría de errores, de las fórmulas para los errores medios y también de la misma compensación de sistemas trigonométricos.

Todas estas teorías parten de una suposición: el carácter accidental de los errores de medición. ¿Qué ocurre y que consecuencias se originan, si esta suposición no se cumple? . Esta pregunta tiene una gran importancia y las consecuencias, si la respuesta resulta negativa, pueden ser muy desagradables.

Los errores de observación, como es sabido, dependen entre otras causas de condiciones de ambiente, las que varían permanentemente. En cuanto a lo que a estos respecta, tenemos que aceptar un hecho indudable: ellos dependen de causas internas (instrumentos y observador) y de externas (las circunstancias dominantes en el período de observación).

Solamente en una serie de observaciones, hechas en un período largo de tiempo, pueden manifestarse todas las variaciones posibles de circunstancias externas y, en consecuencia, podría en este caso suponerse que los errores —aunque ahora mayores— conservan suficientemente su carácter accidental. Al contrario, las observaciones hechas en un período relativamente corto (por ejemplo 2 ó 3 días), siempre pueden sufrir y sufren la influencia de las circunstancias existentes, que con toda probabilidad pueden tener una influencia unilateral y por eso sistemática.

De esto resulta que nuestras observaciones que se realizan en períodos breves, conservan sin duda alguna, parte de estas influencias sistemáticas y, en consecuencia, los errores no son puramente accidentales, por lo que tenemos que reconciliarnos con la existencia de errores sistemáticos y buscar la disminución de la influencia negativa de los mismos, ya sea por medio de una nueva estructura del sistema, o mediante el cambio de los métodos y técnicas de observación.

En el caso concreto una ayuda estructural sería reemplazar las cadenas trigonométricas por redes completas y sin vacíos. Esto no es tampoco posible para un país de extensión tan grande como la República Argentina. No tanto por lo irrealizable de esta solución, como por los inconvenientes puramente prácticos. No es posible esperar el cierre del último triángulo para tener el sistema fundamental de apoyo geodésico.

Dada la existencia de errores sistemáticos, resulta que, por la teoría de errores, los errores medios del promedio en particular, no son siempre una medida fidedigna de la precisión real de una serie de observaciones.

Si esto es así, conviene considerar con una precaución razonable los análisis que se hacen experimentalmente (sobre la base de observaciones realizadas de la precisión de una serie de observaciones).

5

Estas reflexiones y suposiciones, hechas sobre la base de consideraciones teóricas o deducidas de resultados iniciales, necesitan una confirmación basada en un ejemplo concreto y suficientemente amplio. Con este fin se han elegido las unidades 3H y 4H, caracterizada la primera por un acuerdo aceptable entre el sistema fundamental y el intercalado (malla 3H), y la segunda por una discrepancia acentuada entre el marco fundamental y el sistema intercalado (malla 4H).

En las unidades 3H y 4H tenemos:

- 1. 125 puntos de cadenas fundamentales.
- 2. 39 puntos en la malla 3H
- 3. 38 puntos en la malla 4H

202 puntos en total.

En la compensación por coordenadas se necesita formar y resolver el siguiente número de ecuaciones normales:

En el sistema fundamental	233	(descontadas las condiciones fijas)
En la malla 3H	78	
En la malla 4H	76	

Esto significa que para compensar el sistema fundamental e intercalado en conjunto, tiene que resolverse un sistema de 387 ecuaciones normales.

Como en el momento de emprender este estudio el Instituto Geográfico Militar no tenía posibilidades prácticas para realizar el cálculo respectivo, se ha recurrido a la ayuda del U. S. Army Topographic Command, el que se ha encargado de realizar este cálculo.

La compensación se ha hecho de la siguiente manera:

- A.1 Compensación del sistema fundamental, consistente en 7 tramos de cadenas (6 de cuadriláteros de dos diagonales y 1 de triángulos) con 9 puntos de Laplace y 6 bases fundamentales. Este sistema figura como un sistema libre sin condiciones forzadas excepto las que resultan de las ecuaciones de Laplace y las bases fijas (15 condiciones).
- A.2 Compensación de la malla 3H, sobre la base de las posiciones invariables de los puntos fundamentales.
- A.3 Compensación de la malla 4H sobre la misma base que la 3H.
- B Compensación de todo el sistema, considerando las cadenas fundamentales y las mallas como una unidad homogénea, es decir, sin ninguna posición forzada.

En adelante llamaremos al primer conjunto de compensación: compensación A.

El análisis y el estudio de los resultados obtenidos se han realizado bajo los siguientes aspectos:

- a Desplazamiento de puntos originados por la compensación B, comparándolo con la compensación A.
- b Comparación de correcciones (o errores) de observación de ambas compensaciones.

En cuanto al primero como se suponía —basándose en los estudios teóricos— el movimiento tenía que corresponder al error longitudinal como el más probable. Respecto al segundo se esperaba en la B mejor acuerdo con la precisión de las observaciones que en la compensación A.

Las suposiciones se han cumplido realmente.

En el **grafico 1** mediante vectores se representan los desplazamientos de los puntos.

Se observa que:

- a En la cadena 5 predomina el desplazamiento Norte-Sur, lo que corresponde a la dirección de cadena casi completamente.
- b En todas las otras partes predomina el desplazamiento Oeste-Este.
- c En el sector centro y sur de la malla 4H, la dirección y sentido de estos vectores no se manifiestan tan claramente; se produce una variación paulatina de los mismos, de la posición Oeste-Este a la Norte-Sur.
- d Se observa que en la malla 3H predomina un desplazamiento bastante uniforme (Oeste-Este). Con este hecho se confirma lo mencionado anteriormente: que en ésta, el acuerdo entre la parte fundamental y la intercalada es bastante aceptable. Al contrario, en la 4H, la dirección y magnitud del desplazamiento es la consecuencia del desacuerdo ya destacado.

En el **gráfico 2** presentamos para algunos triángulos del sistema total los siguientes tres valores característicos:

- 1 El error promediado de un ángulo de la compensación A (*).
- 2 El mismo error de la B.
- 3 El error de cierre del triángulo.

Se observa claramente que estos errores son considerablemente mayores en la compensación A que en la B. También se observa que los errores promediados de la B corresponden mejor a los errores de cierre. En particular, si los últimos son mayores, el error promediado de B casi corresponde a un tercio del error de cierre. Este hecho es de por sí positivo, ya que representa un indicio de que un mayor error de cierre no origina la propagación del error y se compensa dentro del mismo triángulo.

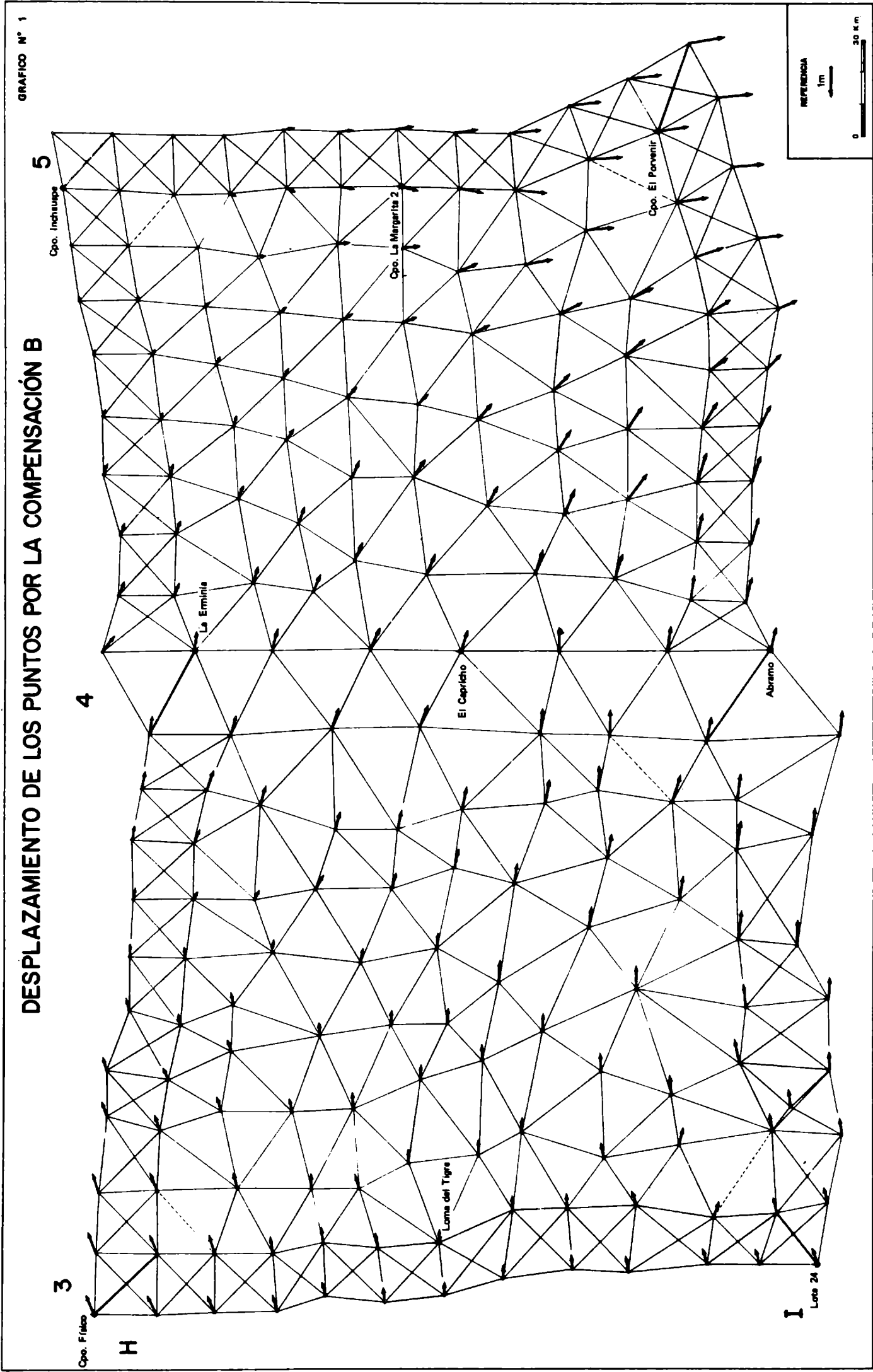
6

En las planillas 1, 2 y 3 analizamos más detalladamente los resultados de las dos compensaciones, en cuanto a las correcciones angulares.

En la **planilla 1** consideramos las correcciones según su magnitud y frecuencia, para el sistema total, de la siguiente manera:

- 1 Correcciones promediadas deducidas de los errores de cierre, ordenadas según el intervalo 0'' , 5.

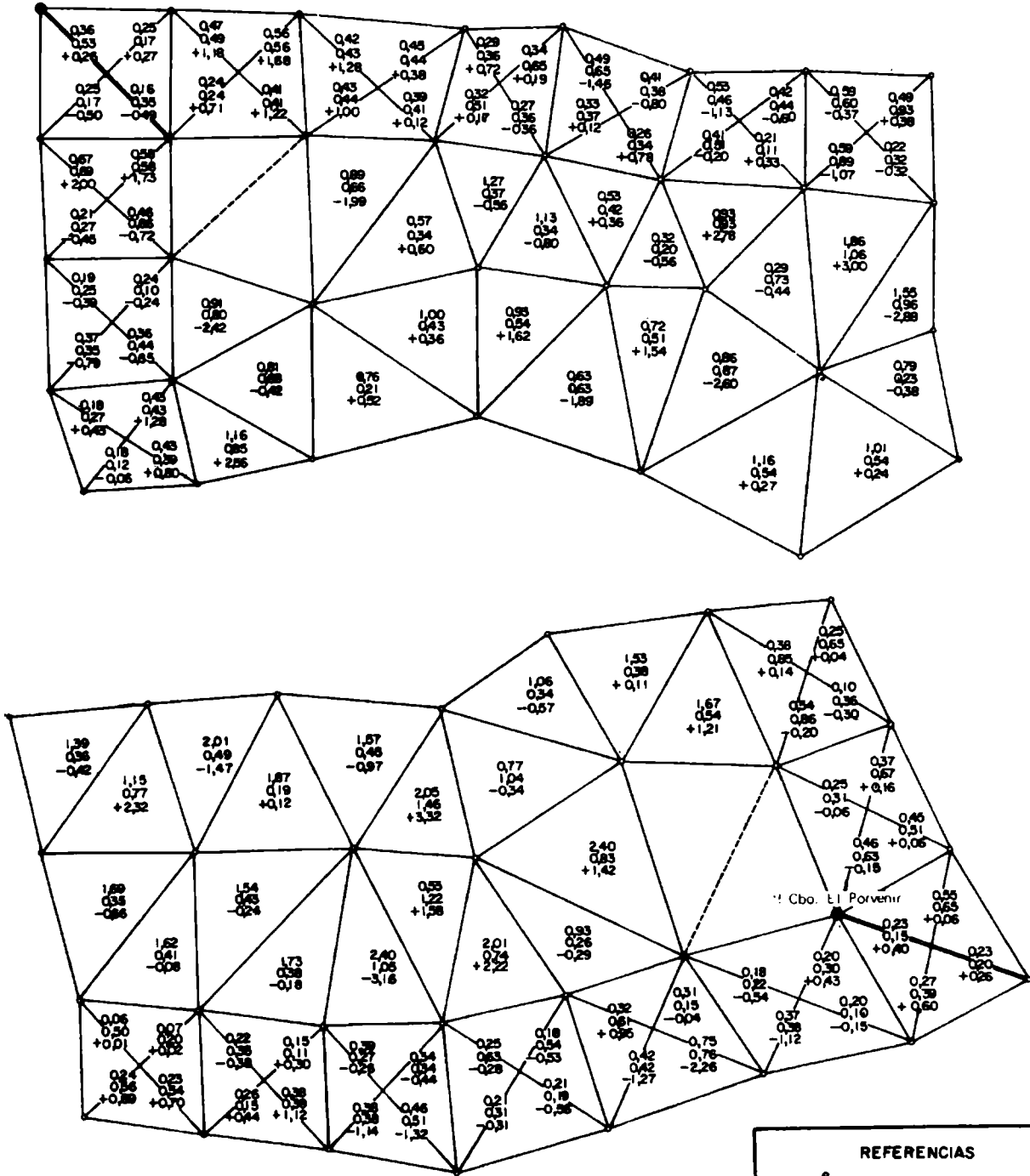
(*) Error promediado de un ángulo es el simple promedio de las tres correcciones (sin considerar el signo) de los ángulos que forman el triángulo.



MUESTRA PARCIAL DE LOS
ERRORES PROMEDIADOS DE
LAS COMPENSACIONES A y B

Gráfico N° 2

Cpo. Fisco



SISTEMA TOTAL

PLANTILLA 1

Magnitud		Correcciones de- ducidas de los errores de cierre		Correcciones promediadas				Correcciones verdaderas			
				Compensación A		Compensación B		Compensación A		Compensación B	
				Nº de triángulos	%	Nº de triángulos	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
De	a	Nº de triángulos	%	Nº de triángulos	%	Nº de triángulos	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0º0	0º5	363	82,13	230	52,04	267	60,41	750	56,56	831	62,67
0,5	1,0	73	16,51	114	25,79	162	36,65	294	22,17	379	28,58
1,0	1,5	6	1,36	59	13,35	13	2,95	121	9,13	92	6,94
1,5	2,0			29	6,56			89	6,71	17	1,28
2,0	2,5			10	2,26			39	2,94	7	0,53
2,5	3,0							18	1,36		
3,0	3,5							10	0,75		
3,5	4,0							2	0,15		
4,0	4,5							2	0,15		
más que 4,5								1	0,08		
Corrección media		± 0º41		± 0º85		± 0º54		± 0º97		± 0º61	
Corrección promediada		± 0,28		± 0,66		± 0,47		± 0,68		± 0,49	

- 2 Correcciones promediadas deducidas del promedio simple para cada triángulo, ordenadas según el mismo intervalo y para ambas compensaciones.
- 3 Correcciones verdaderas de ángulos con igual intervalo y compensación A y B.
Para cada intervalo y grupo tenemos la frecuencia (en 1 y 2 el número de triángulos, y para 3 el número de ángulos) y además el porcentaje de cada grupo.
Los errores medios son los siguientes:

Error medio deducido		para un ángulo	para una dirección
1 de los errores de cierre		$\pm 0'',41$	$\pm 0'',29$
2 de las correcciones promediadas	A	$\pm 0'',85$	$\pm 0'',60$
	B	$\pm 0'',54$	$\pm 0'',38$
3 de las correcciones verdaderas	A	$\pm 0'',97$	$\pm 0'',69$
	B	$\pm 0'',61$	$\pm 0'',43$

Se observa que el error medio de una dirección en la compensación B es $\pm 0'',43$, lo que coincide muy bien con el valor obtenido hasta ahora en la compensación de nuestra triangulación fundamental. Destacamos este hecho porque en la compensación B intervienen también las observaciones correspondientes a las mallas, las que según una suposición razonable pueden ser menos precisas que las cadenas fundamentales.

De todo el análisis resulta que las partes más críticas de este conjunto están representadas por el tramo correspondiente a la cadena 5 y la malla 4H. Por esta razón hemos hecho el análisis separado para estas dos partes.

En la **planilla 2** tenemos los errores en el tramo de la cadena 5, ordenadas con un intervalo de 0'' 1 según la frecuencia y porcentaje. La compensación A, naturalmente, tiene mayor frecuencia de errores pequeños que la compensación B, pero la corrección media de la B ($\pm 0'', 50$ para un ángulo, ó $\pm 0'', 35$ para una dirección) es menor que el error medio general de la triangulación fundamental. Este hecho habla en forma muy clara en favor de la tesis mencionada, de que también dentro de los límites de la alta precisión angular la propagación o acumulación de errores puede originar un desplazamiento de las posiciones de los puntos en dirección longitudinal.

CADENA 5

PLANILLA 2

Magnitud		Compensación A		Compensación B	
de	a	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0,0	0,1	26	19,70	22	16,67
0,1	0,2	32	24,24	25	18,94
0,2	0,3	27	20,45	21	15,91
0,3	0,4	20	15,15	13	9,85
0,4	0,5	10	7,58	11	8,33
0,5	0,6	9	6,82	13	9,85
0,6	0,7	4	3,03	6	4,55
0,7	0,8	3	2,27	5	3,79
0,8	0,9	1	0,76	4	3,03
0,9	1,0			3	2,27
1,0	1,1			2	1,52
1,1	1,2			3	2,27
1,2	1,3			2	1,52
1,3	1,4			2	1,52
Corrección media		$\pm 0'',33$		$\pm 0'',50$	
Corrección promediada		$\pm 0,27$		$\pm 0,39$	

En la **planilla 3** tenemos igual análisis para la malla 4H. Las correcciones son ahora ordenadas con intervalos de 0'', 2 según su frecuencia y porcentaje. Se observa que en las dos compensaciones figuran las correcciones:

de 0'' a 1''	en A 135 veces;	en B 258 veces.
de 1'' a 2''	111	42
de 2'' a 3''	44	3
de 3'' a 4''	11	—
de 4'' a 5''	2	—

Las correcciones tan grandes en la compensación A pueden justificarse solamente con los forzamientos de posiciones fijas de los puntos fundamentales. En cuanto a la compensación B, las correcciones, según sus magnitudes y frecuencia, están de acuerdo con la precisión real de las observaciones.

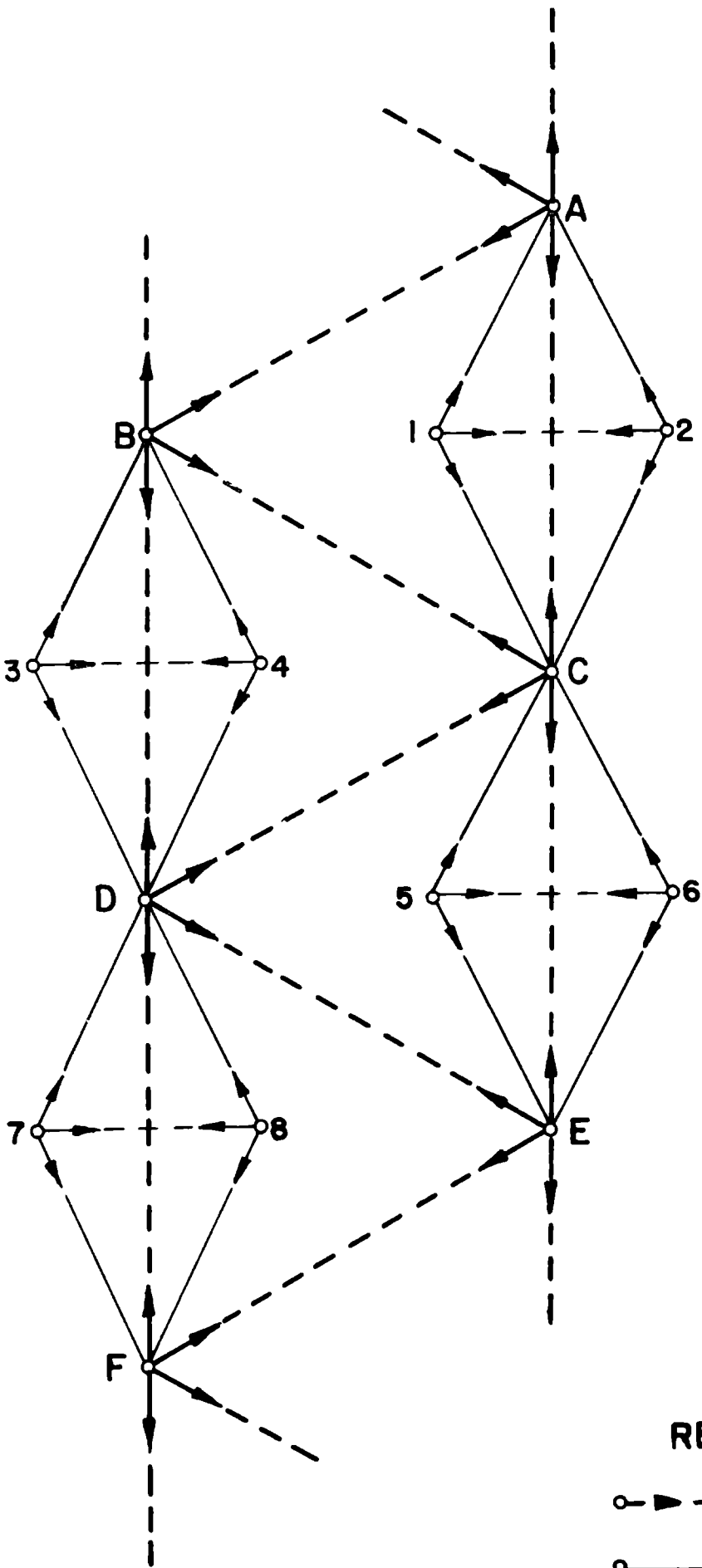
Es interesante que la corrección media de $\pm 0''\ 69$ para el ángulo y $\pm 0''\ 49$ para la dirección, en la compensación B, se encuentra muy cerca de la precisión de la triangulación fundamental, mientras que en la A, con $\pm 1''\ 56$ y $\pm 1''\ 10$ respectivamente, de ninguna manera corresponden a la precisión real de las observaciones.

MALLA 4 H

PLANILLA 3

Magnitud		Compensación A		Compensación B	
de	a	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0,0	0,2	30	9,90	74	24,42
0,2	0,4	25	8,25	58	19,14
0,4	0,6	31	10,23	58	19,14
0,6	0,8	22	7,26	36	11,88
0,8	1,0	27	8,91	32	10,56
1,0	1,2	19	6,27	23	7,59
1,2	1,4	22	7,26	11	3,63
1,4	1,6	21	6,93	6	1,98
1,6	1,8	22	7,26	1	0,33
1,8	2,0	27	8,91	1	0,33
2,0	2,2	14	4,62	2	0,66
2,2	2,4	15	4,95		
2,4	2,6	3	0,99	1	0,33
2,6	2,8	4	1,32		
2,8	3,0	8	2,64		
3,0	3,5	7	2,31		
3,5	4,0	4	1,32		
4,0	4,5	1	0,33		
4,5	5,0	1	0,33		
Corrección media		$\pm 1,56$		$\pm 0,69$	
Corrección promediada		$\pm 1,28$		$\pm 0,55$	

Gráfico N° 3



Todos los análisis, deducidos de las investigaciones teóricas o de las pruebas prácticas, confirman sin duda alguna, que la triangulación fundamental formada por las cadenas tiene un grave inconveniente estructural. Este puede originar, y origina efectivamente en muchos casos, un error longitudinal también con observaciones suficientemente precisas. Esta deficiencia estructural puede subsanarse solamente corrigiendo la estructura del sistema fundamental.

Con el reemplazo de la triangulación por trilateración el problema no se resuelve, ya que la última, por sus inconvenientes estructurales, tiene un defecto aún mayor: el error transversal demasiado grande y una falta de ecuaciones de condición.

De las características particulares de ambos métodos (uno tiene el error longitudinal grande y, el otro, el transversal) nace una idea natural: **la combinación de ambos tiende a eliminar todos los inconvenientes estructurales**. La triangulación combinada con la medición de lados en el sentido longitudinal de las cadenas, conserva el error transversal y disminuye el longitudinal satisfactoriamente.

En consecuencia, la triangulación fundamental argentina puede reforzarse con la medición de los lados. Las posibilidades actuales (instrumentos modernos) hacen realizable esta operación sin un aumento de gastos generales. Si se reemplazan las cadenas de cuadriláteros por las de triángulos, los gastos de la medición mencionada de lados se cubrirían con el ahorro obtenido por este reemplazo. Teniendo un sistema fundamental reforzado puede resolverse el problema de densificación dentro de las mallas, por ejemplo con la red poligonal de precisión. Esta posibilidad, realizable solamente con las cadenas reforzadas, significa un ahorro de tiempo y aún mayor de dinero.

Conviene realizar la medición de los lados de tal manera que esta operación, al mismo tiempo, sirva para simplificar la densificación de la red fundamental. Una solución en este sentido se presenta en el **grafico 3**. Aquí se prevé medir los lados en el sentido longitudinal, en forma indirecta, mediante la observación de ángulos y lados en los puntos de segundo orden 1 y 2, 3 y 4, etc. Según los análisis teóricos el error medio de los lados AC, BD, CE, etc, es de $\pm 0,06$ a $\pm 0,10$ m. mientras que los errores producidos en los valores de las coordenadas de los puntos 1 y 2, 3 y 4, etc. son de $\pm 0,06$ m. Ambas precisiones pueden considerarse aceptables para los fines previstos.

Sin embargo, no insistimos en esta solución exactamente. Lo que tenemos que considerar como obligatorio es lo siguiente: las cadenas fundamentales tienen que reforzarse mediante la medición de lados, si se quiere tener en la triangulación fundamental una base segura para formar el sistema suficientemente preciso de los puntos de apoyo geodésico. La forma como tiene que realizarse esta operación es el problema a estudiar, en cuanto a la organización, costos y posibilidades, pero lo esencial es que ella es una necesidad inevitable.