

MEMORIA

DEL

PLANO BASICO

DE

LIMA

PRESENTADO

POR

EL

INGENIERO N. DEVOTO

PROMOCION 1935

I N D I C E

INTRODUCCIONPág. 4

A.-PLAN DE TRABAJO Y ESTUDIO GENERAL.....Pág. 5

- 1) Planos anteriores de Lima.
- 2) Area y linderos del nuevo Plano
- 3) Base de Triangulación
- 4) Triangulaciones y poligonales
- 5) Nivelaciones.- Benchs Marks
- 6) Rellenos topográficos
- 7) Orientación y coordenadas
- 8) Control de errores y tolerancias
- 9) Organización de la Oficina:
 - a) Equipo
 - b) Personal
- 10) Archivos

B.-EJECUCION DEL PLANO.....Pág.11

I.- Triangulación primaria " 11

- 1) Señales, nomenclatura y reconocimientos
- 2) Trabajo de campo (libretas)
- 3) Trabajo de gabinete
 - a) Cierre de Horizonte
 - b) Compensación por cuadriláteros y polígonos
 - c) Resistencia de figuras
 - d) Cálculo de lados
 - e) Cálculo de azimuts
 - f) Cálculo de coordenadas rectángulares
 - g) Cálculo de coordenadas geográficas

II.-Triangulación secundaria.....Pág.27

- 1) Trabajo de campo (libretas)
- 2) Trabajo de gabinete
 - a) Cálculo de azimuts
 - b) Cálculo de lados
 - c) Cálculo de coordenadas.

III-Poligonales de controlPág.29

- 1) Trabajo de campo
- 2) Trabajo de gabinete
 - a) Cierre de ángulos (primer ajuste)
 - b) Cálculo de azimuts (segundo ajuste)
 - c) Cálculo de coordenadas rectángulares.

IV.-Relleno topográfico.....Pág.41

- 1) En campo
- 2) En zonas Urbanas

V.- NivelaciónPág.42

- 1) Primaria
- 2) Secundaria o de Buzones (complementaria de planimetría)
- 3) De poligonales

VI.-Dibujo de planosPág.46

- 1) Número de hojas y su posición
- 2) Colocación de puntos principales calculados por coordenadas
- 3) Colocación de puntos de relleno
- 4) Detalles planimétricos e interpolación de curvas
- 5) Revisión de hojas.Utilización de las fotografías y planos del archivo
- 6) Entintado y terminación del plano

VII.-Control y Ajuste del Plano.....	Pág.47
1) Triangulación primaria	
2) Triangulación secundaria.	
3) Poligonales de control	
4) Nivelación	
a) Control directo	
b) Control indirecto	
VIII-Registro del trabajo ejecutado.....	Pág.50
1) En el campo (marcas permanentes)	
a) Triangulación	
b) Poligonales	
c) Nivelación	
2) Oficina (tarjetas y libretas)	
a) Triangulación, poligonales y nivelación	
3) Archivo de planos	
a) Su importancia original	
b) Su clasificación	
c) Su control por sistema decimal.	
IX.- Conexiones del Plano de Lima con trabajos a anteriores.....	Pág.59
1) Con el Servicio Geográfico del Ejército	
2) Con el Servicio Aereofotográfico	
3) Con el Cuerpo de Ingenieros de Minas	
4) Con trabajos particulares.	
X .- Rendimiento.....	Pág.61
1) Personal	
2) Costo del Plano.	
3) Documentos y Planos que constituyen el Plano Básico de Lima.	
CONCLUSIONES GENERALES.....	Pág.62
1) Carácter permanente del Plano	
2) Conservación y mejoramiento	
3) Ventajas para ser aprovechado por otras dependencias del Gobierno	
4) Autocrítica a los trabajos ejecuta- dos para el Plano Básico de Lima.	
a) Base de partida mas cerca de Lima	
b) Mayor cantidad de puntos de con- trol.	
c) Rellenos con plancheta	
d) Uniformidad en el equipo de ins- trumentos.	
e) Control de azimuts.	

I N T R O D U C C I O N

A fines del año 1943, el Supremo Gobierno resolvió emprender la importante tarea de dar solución a los múltiples problemas creados por la deficiente red de desagües existentes en la Capital y que desde años atrás reclamaba su arreglo; para este fin se creó con fecha 7 de diciembre de 1943 la Sección de Estudios de Desagües y Plano Básico de Lima, ya no con el carácter limitado de dar solución al problema existente, sino que, en vista del rápido crecimiento de la población se contemplara el problema para un futuro de 40 años de la Lima Metropolitana.

El señor Ministro de Fomento Ingeniero A. Jochamowitz y el señor Sub-Director de Fomento Ingeniero Alberto Ureta Solar, fueron los principales propiciadores de llevar adelante esta obra, la orientación básica y el empeño puesto por ellos en la iniciación venciendo múltiples dificultades, ha comprometido el aprecio y estimación de los vecinos de la Capital, que hoy pueden contemplar que es una realidad la construcción de estas obras que están técnicamente ajustadas al plan integral de desagües estudiado.

El Ingeniero Ureta designó como Jefe de la Sección Estudios de Desagües y Plano Básico de Lima, al Ingeniero Alfonso Pons M., especializado en Estados Unidos en la categoría de Master en Ingeniería Sanitaria, por estos méritos era la persona más caracterizada y un seguro éxito para el estudio técnico-económico del problema; el Ingeniero Pons asume así la dirección de ésta Oficina habiendo realizado una labor brillante solucionando los múltiples problemas presentados, habiendo sido su labor reconocida ampliamente por autoridades extranjeras especializadas en el asunto.

Para hacer un estudio completo de desagües, era necesario un plano que abarcara las zonas libres y pobladas entre Chorrillos, Lima y Callao y no existiendo hasta esa fecha ninguno que llenara las necesidades que reclamaban un estudio de esta naturaleza, el Sub-Director de Obras Públicas Ingeniero Alberto Ureta Solar, ha solicitado del Ingeniero Pons, tuvo a bien contratarme depositando su confianza para que dirigiera el levantamiento taquimétrico de Lima a la escala de 1/2.000 y equidistancia de curvas de 1 metro, nombrandome Jefe del Plano Básico de Lima desde marzo de 1944 fecha en la que el trabajo fue iniciado.

A los 2 años el Plano quedaba prácticamente terminado teniendo 75 hojas terminadas; en todo momento se ha tratado de combinar la exactitud con la rapidez estableciendo así un máximo rendimiento para las exigencias técnicas de los estudios.

Con sumo placer he dirigido este levantamiento que ahora someto a la crítica de los ingenieros que por su experiencia puedan indicar mejores métodos de observación, de cálculo de organización de trabajo, y en fin de las variadas operaciones de la topografía demanda. Oiré gustoso en este sentido, los consejos de los técnicos que por la importancia del asunto se dignen revisar esta memoria.

A.- PLAN DE TRABAJO Y ESTUDIO GENERAL

1) Planos anteriores de Lima.

Como cuestión previa antes de iniciar el levantamiento del Plano Básico de Lima, era necesario conocer que planos existían a curvas de nivel de toda la zona o de parte de ella, y que documentos garantizaban la calidad del trabajo; después de una búsqueda en las diferentes dependencias del Estado y en Oficinas particulares, se constató, que un plano general a escala conveniente y a curvas de nivel no se había efectuado, y como una reseña de ésta investigación, indico los trabajos que por la importancia técnica, apesar de ser antiguos, merecen citarse:

- a) Plano del Callao por el Ing^o. C. Sutton (año 1,907)
Este plano comprende un levantamiento topográfico a curvas de nivel de la zona del Callao hasta La Legua, es antiguo y no se han encontrado los libros de cálculos ni puntos firmes de referencia; así la base de triangulación de éste trabajo, situada en la playa de la Mar Brava ha desaparecido hace ya algunos años y pudo muy bien haber servido como base de comprobación del presente trabajo.
- b) Plano del Cuerpo de Ingenieros de Minas (año 1919)
Este plano comprende la zona poblada de Lima en esa fecha, técnicamente el trabajo estaba controlado por una poligonal principal de contorno calculada por coordenadas, su nivelación ha dejado hasta el presente las cotas de muchas tapas de buzones referidas al nivel medio del mar, así como los primeros B.M. que han servido para la conexión con trabajos posteriores; así, con el plano básico de Lima han tenido muchos contactos que han servido de control y que indicaré mas adelante.
- c) Plano Director del Instituto Geográfico Militar.
Este plano ha servido parcialmente para orientar y se han tomado las coordenadas de origen de éste, la escala es de 1/20.000 i no ofrece muchos detalles, además su levantamiento comprende solamente, desde el Sur hasta la altura de Huaca Juliana.
- d) Plano de la Fundación.
Estos planos se encuentran a la escala de 1/1000, pero parecen ser copias del plano del C.I. de M. son planos parciales de algunas zonas de Lima, Pueblo Libre y Miraflores y no han sido utilizados.
- e) Planos Particulares
Algunos planos particulares de ciertas zonas de Lima se utilizaron solamente en detalles de planimetría, pues sus curvas de nivel en la mayoría de los casos estaban referidas a una cota arbitraria; se les ha dado importancia técnica, cuando se han conocido los métodos seguidos en el levantamiento, la libreta de cálculo de coordenadas así como también la fecha reciente del levantamiento.
- f) Planos Municipales.
No han tenido ningún carácter técnico, han servido unicamente para información en cuanto a nombre de avenidas y calles, ubicación de edificios, cuarteles iglesias, etc.

22) Area y linderos del nuevo Plano.

El estudio de desagües necesitaba un plano a la escala de 1/2000, que llenara ampliamente con sus detalles las exigencias que el proyecto requería.

El área por levantar inicialmente tenía los límites siguientes: por el norte con el río Rimac, considerándose además en la margen derecha una zona que llegaba hasta los contrafuertes de los cerros San Cristobal y Palao, por el sur con los contrafuertes del Morro Solar, por el este con el río Surco a partir de la hacienda Puente hasta el cruce con la pista Atocongo, siguiendo por esta hasta el cerro Pamplona, y por el oeste con la rive-ra del mar desde el río Rimac, La Punta hasta Chorri - llos. Esta área era de 15,400 hectáreas aproximadamente posteriormente durante los estudios de desagües al con-templar el crecimiento de la población se vió la nece - sidad de llevar el levantamiento por el lado este hasta los contrafuertes del cerro La Molina y Colorado Sur, ampliando así el área hasta más de 20,000 hectáreas. Como las áreas que se iban a levantar tienen un costo por m². alto y que año tras año va en aumento se contem-pló una triangulación primaria que tomara todos los pun-tos más destacados dentro de la zona considerada y así establecer un control preciso del levantamiento.

3) Base de Triangulación.

Como necesidad inmediata se trató de medir una base de partida lo mas cercana a Lima (zonass de mayor valor), pero se tropezó con la dificultad del equipo, pues no fue posible conseguir una wincha estandarizada; esta di-ficultad fué salvada por el Instituto Geográfico Mili - tar, entidad que nos proporcionó la longitud de un tra-mo de la base de Conchan medida por ellos para el ajus-te de su red fundamental de triangulación; ésta longi-tud es de 4,853,259 mts. de acuerdo con el comprobante que tenemos en nuestros archivos y que estan firmados por el Jefe del departamento de Topografía del I.G.M. Mayor Santos E. Baca O. Apesar de la distancia y no te-ner otra alternativa, fué necesario traer nuestra tri-angulación desde Conchan hasta La Punta siguiendo una cadena de triángulos cuyas compensaciones se han hecho rigurosamente por el método de los minimos cuadrados.

4) Triangulaciones y poligonales.

Sirviendonos de una copia de un plano aproximado a es - cala de 1/20.000, se ubicaron en el papel los lugares mas probables para utilizarlos como puntos de triangu-lación, y así después, previo reconocimiento de éstos se establecieron definitivamente 20 puntos de triangu-lación primaria. Dentro del plan de trabajo se contem-pló también la triangulación secundaria, cuyas caracte-rísticas debian ser las siguientes: puntos altos visi-bles astas de banderas firmes y verticales, torres de iglesias, tanques elevados etc., que fueren intercep-tados por tres visuales minimo desde los puntos prima-rio, que son todas estaciones ocupadas, a excepción del punto Guardia Chalaca que es excentrico. A continua-ción sobre el papel se proyectó 40 poligonales princi-pales de control que debian ser calculadas por coorde-nadas y estar cercanas a los puntos de triangulación para poder efectuar los amarres y hacer los controles tanto en azimut como en coordenadas en estos puntos. El área aproximada que encerraba cada una de éstas po-ligonales principales era de 3 Km.2, y afectando una forma de polígonos regulares en lo posible. Estas po-ligonales, orientadas y calculadas en posición con los lados del punto de triangulación mas cercano se - rían las columnas vertebrales de todo el relleno to - pográfico. Las poligonales secundarias se apoyarían

en las principales, y servirían para completar los rellenos restantes.

5) Nivelaciones.-Benchs Marks.

Así como se contempló para la planimetría, sobre una copia de un plano aproximado de Lima, se buscaron lugares donde podrían ubicarse los B.M. que serían necesarios, distribuyéndolos a una distancia mas o menos igual uno de otros y en número de 130. Para darles cotas absolutas a los B.M. considerados, el nivel medio del mar fue proporcionado por el Arsenal Naval, cuyo mareógrafo, controló las mareas por un período de 3 años.

La nivelación primaria o de B.M. fue proyectada sobre el plano, considerando 14 circuitos de nivelación, que pasando por todas las zonas por levantar dejaran nivelados a los B.M. que servirían para el control de las nivelaciones de relleno. Para ésta nivelación de B.M. no fue necesario contemplar la corrección de errores por el método de los mínimos cuadrados; pues las necesidades de los desagües no exigían una nivelación estricta y se proyectó seguir en estos circuitos el método profesional directo, adoptando una tolerancia, y dando disposiciones reglamentarias que debían ser observados por los operadores, como: visuales no mayores de 50 mts., vistas atrás y adelante mas o menos iguales, circuito a recorrer por pistas y veredas en las zonas pobladas y con planchuelas en las zonas de campo. En la oficina de los datos de las libretas se descompondrían los circuitos menores y se formarían artificialmente los circuitos principales de la nivelación de B.M., eliminando en lo posible en éstos, los recorridos efectuados en el campo. Este sistema ha dado amplia seguridad, no habiendo error de \pm 2 cts. entre el nivel medio del mar y el B.M. mas alejado. La nivelación de relleno o secundaria, consistiría en la nivelación de todas las tapas de buzones existentes formando circuitos que debían ser controlados en los B.M. mas cercanos. Los mismos buzones ya nivelados en algunos casos podrían servir también para controlar nivelaciones de ese tipo.

6) Rellenos topográficos.

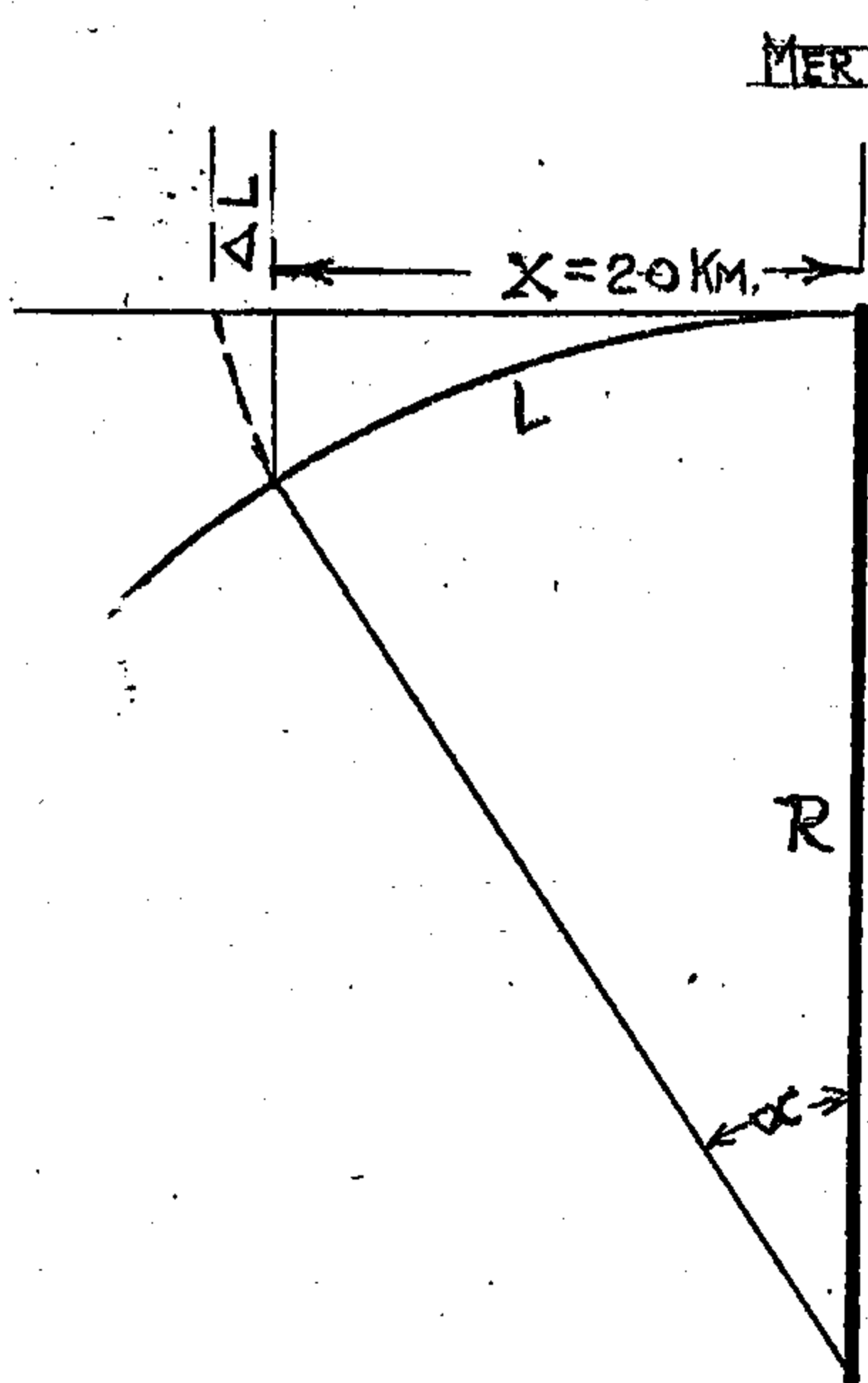
Para efectuar el relleno del plano se desdobló el trabajo en la siguiente forma: como más o menos el 40 % del área por levantar era zona poblada y necesitando la sección desagües los perfiles de las tapas de los buzones existentes se procedió en las zonas pobladas en la siguiente forma, se tomaban todos los detalles planimétricos de las esquinas, de las calles y avenidas, y con la nivelación de los buzones previamente ubicados mediante brigadas de buzonereros, que serían preparados convenientemente para éste fin, quindiancarían la posición de cada uno de ellos con relación a la pared mas cercana y a las bocacalles inmediatas. En esta forma con las cotas de los buzones se hacia la interpolación de las curvas de nivel.

En las zonas de campo el procedimiento era taquimétrico para todos los detalles del terreno, se tomaban ángulo horizontal, ángulo vertical y distancia y las estaciones de las poligonales se nivelaban. Así en el trabajo de oficina se calculaban las diferencias de altura y cotas de todos los puntos tomados; ubicados en el plano estos puntos con sus respectivas cotas se procedía a la interpolación de curvas.

7) Orientación y coordenadas.

Para el plano básico de Lima se tenía que tomar un origen de coordenadas y una orientación; como nosotros tenemos los datos proporcionados por el I.G.M. del extremo noroeste de la base de Conchan, cuyas coordena-

das planas y geográficas estaban referidas al meridiano 77° y al paralelo 12° con 300,000 y 250,000 respectivamente; estas coordenadas adopté para el plano básico de Lima así pues, la orientación del plano básico de Lima es la del meridiano 77° y las coordenadas de partida para todo el trabajo las del extremo noroeste de la base de Conchán referidas al sistema anteriormente indicado. La proyección que se consideró para el plano ha sido la "Plana Ortogonal", puesto que dada la poca extensión por levantar, los errores que se cometieran entre la proyección del arco sobre la tangente en el punto de origen (longitud 77° latitud 12°), en el caso mas desfavorable (20 Kms.) no llegaría sinó atener un error de 3 cms. como lo demuestra el cálculo que dan los libros de Geodesia y que para mayor claridad indico su desarrollo.



$$\Delta L = L - X$$

$$L = R \cdot \alpha \quad \alpha = \frac{L}{R}$$

$$X = R \cdot \text{sen} \alpha$$

$$X = R \left(\alpha - \frac{\alpha^3}{6} + \dots \right)$$

Remplazando valores

$$\Delta L = R\alpha - R\alpha + \frac{R\alpha^3}{6} = \frac{R\alpha^3}{6}$$

$$\alpha^3 = \frac{L^3}{R^3}$$

$$\Delta L = \frac{L^3}{6R^2}$$

PARA $X = 20. K$
 $LR = 6.370 K.$

$$\Delta L = \frac{20^3}{6 \times 6.370^2} = \frac{8.000}{243.000} = 0.03 \text{ mts.}$$

como se vé este error es muy pequeño y queda absorbido por los errores propios de la triangulación. Cálculo geodesico de los lados de la triangulación no era necesario empleandose el sistema de proyección indicado. Sin embargo el cálculo de convergencia de meridianos si se ha hecho para todas las hojas del plano que se proyectaron para la escala de 1/2,000

8) Control de errores y tolerancias

Tratándose de la triangulación primaria, y teniendo un teodolito al segundo Wild T.2 N° 2,219 se tomaron las disposiciones internacionales para obtener una triangulación de segundo orden, así se tomarían 6 observaciones para cada ángulo de la triangulación primaria y 2 observaciones para cada ángulo de la triangulación secundaria, tomándose para el primer caso 4 observaciones que no discreparan mas de 6" entre las lecturas extremas para un mismo ángulo, debiendo efectuarse las compensaciones angulares por cuadriláteros empleando el método riguroso de los minimos cuadrados.

Para la triangulación secundaria debía hacerse el control con las coordenadas que se calcularan por el lado común a dos triangulos diferentes a partir de 3 estaciones primarias, la discrepancia de las coordenadas del punto calculada por estos dos caminos no debía aceptarse mayor que la precisión gráfica del dibujo que a la escala de 1/2.000 el quinto de mm. representaría 40 cms. para la hipotenuza del triangulo de errores.

Iniciado el trabajo de triangulación se hizo un pedido a EE.UU. de una wincha estandarizada, para medir una ba-

se de comprobación y conocer el error real de la triangulación.

Las poligonales de control debían ser ejecutadas con Teodolito al minuto, y se darían disposiciones para realizar en lo posible que los lados de éstas no fueran menores de 100 mts. ni mayores de 250, el cierre geométrico debía tener su error inferior a un minuto por la raíz cuadrada del número de vértices, el error relativo en las coordenadas no mayor de $1/3.000$, el control de azimut se haría partiendo de un lado de la triangulación mas cercano a la poligonal, siguiendo por ésta hasta el otro punto común al lado de la triangulación y constataando la igualdad del azimut. El azimut del lado de la triangulación era inamovible, y cuando estas poligonales artificialmente formadas (un lado de triangulación), dos amarres a la poligonal y una parte de ésta) no cerraban con el mismo azimut del lado de triangulación entonces se corregían los minutos en los lados de la poligonal mas cortos, pues eran los lados mas probables de llevar el error. Como se vé por la explicación anterior que una poligonal tenía dos ajustes angulares, el primer ajuste era el de la poligonal independiente y el segundo el de la formación artificial de una parte de la poligonal de dos amarres y un lado de la triangulación, que se hacía en azimut, se procedía a continuación a calcular las coordenadas partiendo de las coordenadas de un extremo de un lado de la triangulación y cerrando en el otro.

Para la nivelación de B.M. de control se efectuaría empleando la formula de $0,01 \sqrt{D}$ (D en Kilómetros). Para la nivelación de relleno de buzones se empleó la formula $0,02 \sqrt{D}$. Para la nivelación de las estaciones de las poligonales se empleó la formula $0,03 \sqrt{D}$. En todos los casos cuando la tolerancia era sobrepasada, y el circuito no podía ser controlado en un punto anteriormente nivelado el circuito se ejecutaba de nuevo. Muchas disposiciones en general se han contemplado con el objeto de hacer un eficiente control de las diferentes operaciones topográficas que intervienen en un levantamiento de ésta importancia.

9) Organización de la Oficina:

a) Equipo, múltiples dificultades se tuvieron que obiar para obtener los aparatos necesarios para emprender esta labor; pues en plaza no se conseguían aparatos y muchos de los que se encontraron eran usados y en mal estado. El teodolito para la triangulación se consiguió de la Escuela de Ingenieros, un Wild T2 N° 2219 al segundo, con el cual hemos hecho todas las observaciones necesarias para las triangulaciones primarias y secundarias. Para la topografía no fue posible conseguir un equipo homogéneo, así tenemos aparatos de aproximación al 30" 20" y 1' y de marcas como Kassel, Kern, Wild, Zeiss, Keuffel y otros. En vista de la diversidad de marcas y aproximaciones, durante el trabajo se dictaron disposiciones, tanto para la lectura de los ángulos así como para la escritura de éstos en las libretas obteniendo uniformidad en el registro de trabajo. Para nivelaciones de primer orden conseguimos dos niveles de precisión Zeiss con los cuales se han hecho todas las nivelaciones de Benchs Marks. Los demás materiales como reglas para dibujar compases, escuadras, papeles etc. fue adquiriéndose progresivamente y hubo tiempo para acumularlos mientras se calculaban las libretas de campo. Para el trabajo de campo se tuvo en consideración el equipo de señales que se iban a emplear; así para la triangulación se consideraban cuadrípodes de madera sentados sobre los hitos de concreto de los puntos de triangulación. Para la nivelación primaria se contempló el tipo de B.M. de bronce con todas las características para reconocerlos y dejando en blanco espacios suficiente para gravar su al-

tura absoluta. Para las poligonales de control se consideró fijar en el terreno un 30% de sus puntos mediante clavos empotrados en pistas, veredas e hitos en el campo. En esta forma podrían ser replanteadas en cualquier momento.

Como parte íntimamente ligada a la organización se previó una nomenclatura para los puntos de triangulación primaria, secundaria, poligonales de control, nivelación de B.M., para circuitos y así como también para nivelación de relleno por zonas.

- b) Personal. La parte más importante para obtener un trabajo bueno ha sido la de conseguir el personal de ingenieros y topógrafos que efectuaran las labores de campo de acuerdo con el plan previsto.

En vista de que no era posible conseguir personal eficiente para relleno de topografía con plancheta, pues ésta es la solución más rápida en esta clase de trabajos, pero con el inconveniente de que el plancheta debe ser una persona en quien se puede delegar entera confianza. Y no consiguiendo éste personal me decidí por los rellenos con teodolito ya que en ésta forma podía obtener un máximo control sobre el personal que no tenía la experiencia necesaria como para delegar en ellos gran parte de la responsabilidad del trabajo. En vista de estas circunstancias y de acuerdo con las funciones a desempeñarse se crearon inicialmente las siguientes brigadas de campo:

- 1a. Brigada.- Triangulación (Primaria y secundaria)
- 2a. Brigada.- Primera de nivelación primaria (B.M.)
- 3a. Brigada.- Segunda de nivelación primaria (B.M.)
- 4a. Brigada.- Primera de nivelación de relleno
- 5a. Brigada.- Segunda de nivelación de relleno
- 6a. Brigada.- Primera de Topografía (Polig.de control)
- 7a. Brigada.- Segunda de Topografía (Polig.de control)

Las Brigadas de triangulación y de poligonales de control eran las que iban a formar la red planimétrica de ajuste para el plano de Lima. Las Brigadas de nivelación de B.M. establecerían los puntos de control altimétrico de las nivelaciones secundarias posteriores; conjuntamente con las labores de planimetría se llevaría a cabo la nivelación de B.M., puesto que estos trabajos no se interferían.

Una vez que este marco de control fuera calculado, las Brigadas se prepararían para las siguientes funciones específicas:

- 1a. Brigada.- Primera de relleno topográfico
- 2a. Brigada.- Segunda de relleno topográfico
- 3a. Brigada.- Tercera de relleno topográfico
- 4a. Brigada.- Cuarta de relleno Topográfico
- 5a. Brigada.- Primera de nivelación de relleno
- 6a. Brigada.- Segunda de nivelación de relleno
- 7a. Brigada.- Tercera de nivelación de poligonales de campo (Terciarias)

En este estado y a medida que el tiempo transcurriera dando un volumen apreciable acumulado de trabajo debía contratarse el personal de dibujantes.

Las labores de Gabinete fueron previstas con el siguiente personal:

- Un Calculista de triangulación
- Un Calculista de libretas de campo
- Dos Ayudantes calculistas de libretas de campo
- Siete Dibujantes
- Un Archivero
- Un Registrador de avance de labores

La parte administrativa de la Oficina era común para toda la sección de Estudios de desagües y Plano Bá -

sico de Lima.

10) Archivos.

Era de primordial importancia crear el archivo para hacer el registro de todos los trabajos a ejecutar, como planos, perfiles, planos especiales etc. que durante el transcurso de los trabajos fueran necesarios dibujar, al mismo tiempo que se archivarían todos los planos levantados por entidades oficiales o particulares comprendidos dentro del area de éste plano.

Este archivo comprendería también la ordenación y clasificación de todas las libretas de campo y se crearía un archivo de tarjetas para todos los puntos principales del trabajo que estuvieran firmemente puestos en el terreno, (puntos de triangulación primaria, 30% de los puntos de las poligonales de control, Benchs Marks, etc.). El sistema empleado para el archivo fue inicialmente, siguiendo las letras del alfabeto y un número correlativo. Posteriormente y por ser más práctico se adoptó el sistema decimal para todos los archivos.

B.- EJECUCION DEL PLANO

I.-Triangulación primaria.

1) Señales, nomenclatura y reconocimientos.

Previo los reconocimientos necesarios se establecieron los puntos principales de triangulación y que formaban una red de triángulos cuyos ángulos no eran mayores de 120° ni menores de 30° ; así se fijaron 20 puntos de triangulación primaria (19 estaciones ocupadas y una excentrica), formandose así 4 cuadriláteros y 3 polígonos para la compensación de los ángulos por el método de los mínimos cuadrados. El único cuadrilátero cuyas condiciones topográficas no han sido buenas, ha sido el cuadrilátero de Conchán pues se tuvo que aceptar un ángulo menor de 30° ; pues el cerro Lomo de Corvina imposibilitaba visuales en la dirección Noreste y a puntos de distancias convenientes. El cálculo de resistencia de figuras ha venido a probar que es éste el cuadrilátero de condiciones más desfavorables; los demás cuadriláteros y polígonos han tenido una conformación regular y bajas resistencias de figuras. El trabajo de campo se ha registrado en la libreta de triangulación N°.1 y para ilustración copio la página N°.22. Este registro se ha hecho para todos los 19 vertices que son estaciones ocupadas.

La estación excéntrica fue calculada de acuerdo con las normas establecidas en el curso de topografía encontrándose los ángulos al centro de la estación que intervienen en la compensación del polígono correspondiente. Ver Plano de Triangulación pág.13

2) Trabajo de campo.

El trabajo de campo para la triangulación primaria se ejecutaba todos los días útiles de 8 a 12 m., únicamente 2 estaciones del cuadrilátero de Conchán fue necesario trabajar de noche ya que durante el día era prácticamente imposible hacer las observaciones. Durante el día para la observación de los ángulos, fue necesario emplear espejos sobre los puntos de triangulación consiguiendose así menor discrepancia en los ángulos leídos. El registro de la libreta de triangulación se llevaba como indica la copia de la página 22 tomándose además de los puntos de triangulación primaria una serie de puntos altos visibles como, torres de Iglesias, astas de banderas, etc. que pudieran servir para punto de la triangulación secundaria.

VERTICE	PUN. VISADO	ANGULOS				PROM. Segundas	PROMEDIO ANGULOS	OBSERVACIONES Y CROQUIS
		1ª serie	2ª serie	3ª serie	4ª serie			
Ed. Jorge CHAVEZ								
	Huaca Juliana	0°00'10"	90°00'12"	180°00'09"	270°00'14"	-	0°00'00"	
	HUACA MAGDALENA	62°25'54"	152°25'53"	242°25'54"	332°25'51"	43"	62°25'42"	
	HUACA ARAMBURU	98°04'06"	188°03'56"	278°04'06"	8°03'56"	49"	98°03'49"	
	HUACA Condé de las T.	122°21'30"	212°21'25"	ruledado	32°21'30"	15"	122°21'16"	
	Cerro PALAO	no está	la bandedola			-	-	
	Cerro Puente Palo	175°01'15"	265°01'15"	355°01'23"	85°01'16"	05"	175°01'05"	
	Cerro San Cristóbal	216°41'16"	306°41'14"	38°41'21"	126°41'14"	03"	216°41'03"	
	Cerro Agutino	264°45'58"	354°45'52"	84°46'02"	174°45'58"	44"	264°45'44"	
	Cerro Monterrice	298°59'57"	28°59'53"	119°00'00"	208°59'57"	45"	298°59'45"	
Cerro	Huaca Juliana	0°00'12"	90°00'11"	180°00'14"	270°00'10"			

FECHA: Miércoles 3 de Mayo 1944

SITIO: Edificio Jorge Chavez

APARATO: Wild T2 N° 2219

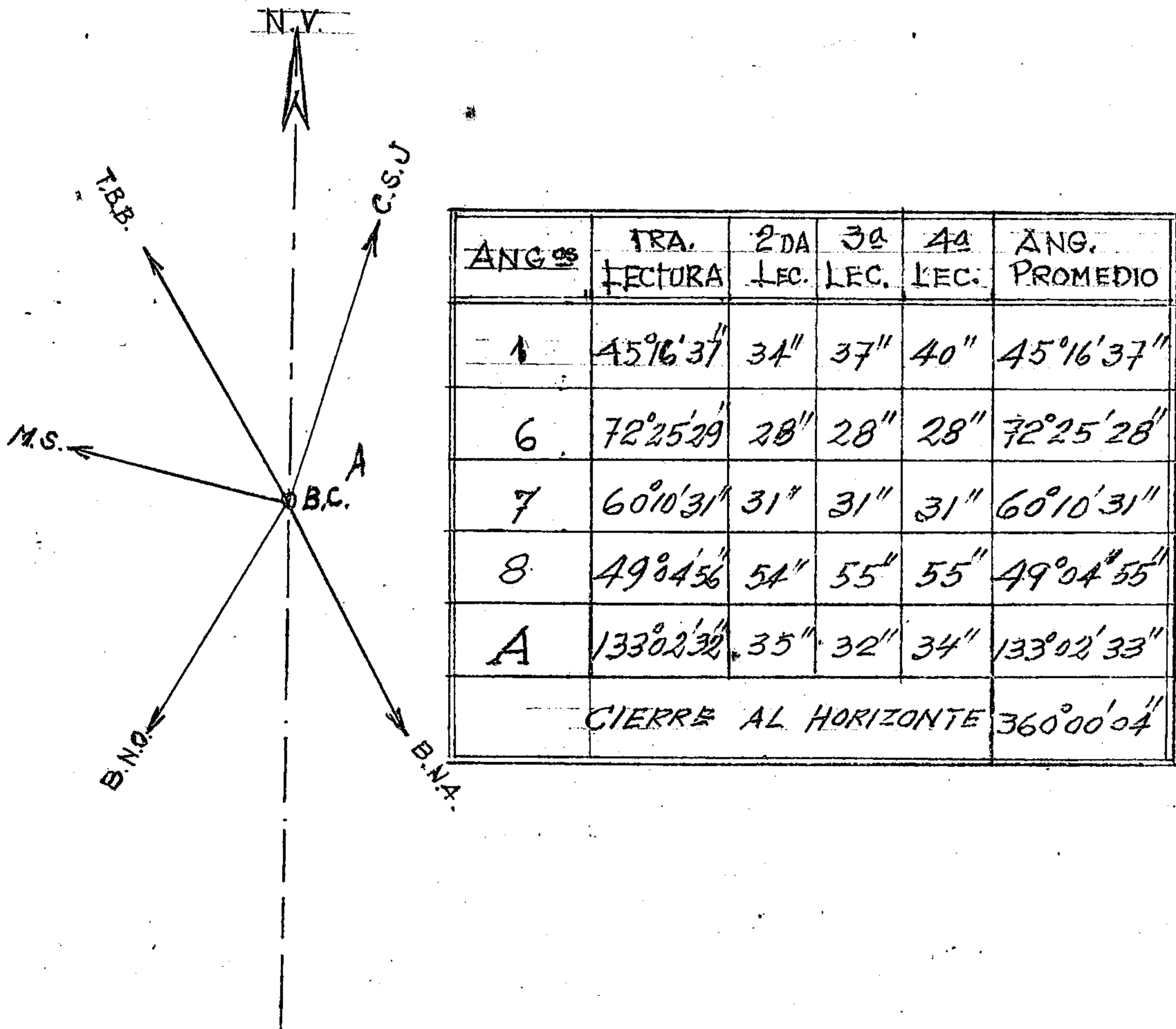
OPERADOR: Eng. N.D.

3) Trabajo de Gabinete

a) Cierre de Horizonte.

Con los datos de los ángulos promedios sacados de la libreta de triangulación se iniciaron los trabajos de gabinete para establecer por coordenadas la posición de los diferentes puntos de la triangulación primaria.

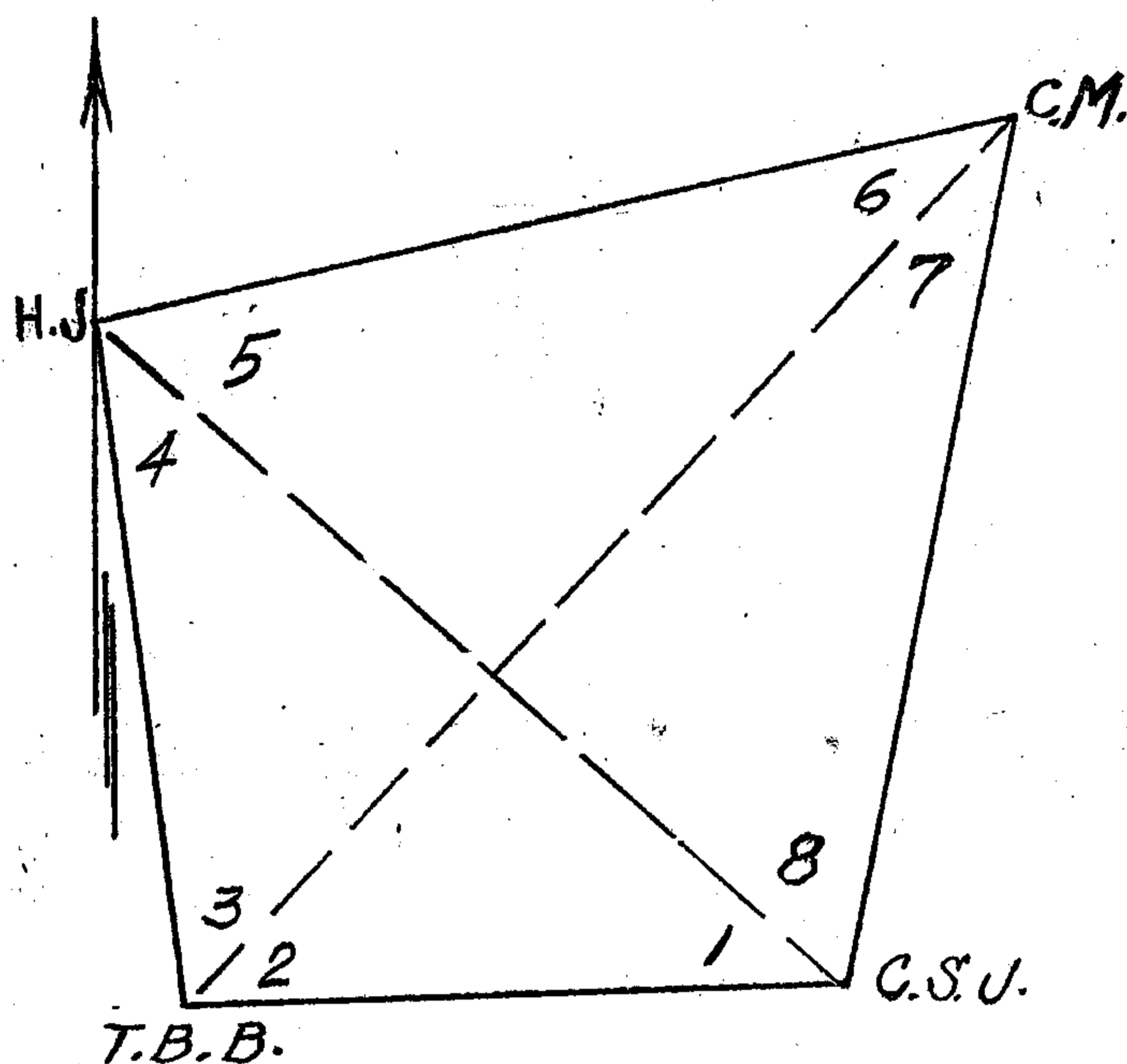
Primeramente se hicieron los cierres al horizonte siguiendo un registro y tomando los ángulos que no discreparan más de 6", y para mayor claridad copio la página 13 del libro 2 de la estación "Bandelora Cerro" (B.C.).



Esta operación se ha hecho para todas las demás estaciones. Dejo constancia que la repartición proporcional al número de ángulos que debe hacerse del error de cierre al horizonte, no se ha hecho; pues consideraciones personales sobre el aparato Wild T2 N°.2219, me hicieron sospechar un pequeño arrastre en el eje; además en la mayor parte de los casos el ángulo exterior que no entra en los cálculos era muchas veces mayor que los ángulos que debían intervenir en éste; y también el error de cierre al horizonte en la mayor parte de los casos ha sido muy pequeño. Como una seguridad se tomó un cuadrilátero y se calculó con los ángulos corregidos al horizonte, para el caso más desfavorable, y se obtuvo los mismos valores que con los ángulos no corregidos al horizonte. Los pequeños errores se vé han quedado redondeados dentro del segundo de aproximación con que intervienen los ángulos en el resto de los cálculos.

b) Compensación por cuadriláteros y polígonos.-

Los ángulos promedios sacados directamente de los cuadros intervienen en la compensación por cuadriláteros y polígonos y siguiendo el método de mínimos cuadrados se ha adoptado un cuadro para mayor claridad en las operaciones. Las hojas de las páginas siguientes indican un cálculo del cuadrilátero de Miraflores pag. 65 libro N°.2 y copia de los cálculos del polígono de Lima pag. 81 libro N°.2.



TERCER CUADRILATERO

MIRAFLORES

(ES COPIA DE LA PAG. 63 DEL LIBRO N° 2)

	ANG. OBS	ANG. COMP		ANG. OBS.	ANG. COMP.
1	34°42'18"	34°42'15"	1	34°42'18"	34°42'15"
2	40°48'51"	40°48'47"	2	40°48'51"	40°48'47"
3	65°17'15"	65°17'15"	3	65°17'15"	65°17'15"
4	39°11'44"	39°11'43"	4	39°11'44"	39°11'43"
5	44°22'52"	44°22'54"		<u>180°00'08"</u>	<u>180°00'00"</u>
6	31°08'07"	31°08'08"	5	44°22'52"	44°22'54"
7	33°50'54"	33°50'54"	6	31°08'07"	31°08'08"
8	70°38'05"	70°38'04"	7	33°50'54"	33°50'54"
	<u>360°00'06"</u>	<u>360°00'00"</u>	8	70°38'05"	70°38'04"
				<u>179°59'58"</u>	<u>180°00'00"</u>
1	34°42'18"	34°42'15"	3	65°17'15"	65°17'15"
2	40°48'51"	40°48'47"	4	39°11'44"	39°11'43"
7	33°50'54"	33°50'54"	5	44°22'52"	44°22'54"
8	70°38'05"	70°38'04"	6	31°08'07"	31°08'08"
	<u>180°00'08"</u>	<u>180°00'00"</u>		<u>179°59'58"</u>	<u>180°00'00"</u>

	ANG. OBS.	d	d2	LOGARITMO	SENO
1	34°42'18"	30.4	924.16	9.7553803	
2	40°48'51"	24.3	590.49		9.8153172
3	65°17'15"	9.7	94.09	9.9582853	
4	39°11'44"	25.8	665.64		9.8006959
5	44°22'52"	21.5	462.25	9.8447429	
6	31°08'07"	34.9	1218.01		9.7135413
7	33°50'54"	31.4	985.96	9.7458524	
8	70°38'05"	7.4	54.76		9.9747068
	<u>360°00'06"</u>		<u>4995.36</u>	<u>39.3042609</u>	<u>39.3042612</u>
	E _I = -6		D ₄	<u>+612</u>	
				E ₄ = +003	

(1) = 34°42'18"; (5) = 44°22'52" (3) = 65°17'15", (7) = 33°50'54"
 (2) = 40°48'51"; (6) = 31°08'07" (4) = 39°11'44"; (8) = 70°38'05"
 75°31'09" 75°30'59" 104°28'59" 104°28'59"

E₂ = - 10

E₃ = 0

(d₁ - d₂) = 30.4 - 24.3 = + 6.1

(d₃ - d₄) = 9.7 - 25.8 = -16.1

(d₅ - d₆) = 21.5 - 34.9 = -13.4

(d₇ - d₈) = 31.4 - 7.4 = +24.0

(d₁ - d₂) = + 6.1 (d₃ - d₄) = -16.1

-(d₅ - d₆) = +13.4 -(d₇ - d₈) = -24.0

D₁ = + 0.6

D₂ = +19.5

D₃ = -40.1

E₁ = - 6

E₂ = - 10

E₃ = 0

E₄ = + 3

D₁ = + 0.6

D₂ = +19.5

D₃ = -40.1

D₄ = + 4995.36

D ₁ ² =	0.36	1/8 D ₂ ² =	0.0450	1/8 E ₁ D ₁ =	0.450
D ₂ ² =	380.25	1/4 D ₂ ² =	95.0625	1/4 E ₂ D ₂ =	48.750
D ₃ ² =	1608.01	1/4 D ₃ ² =	402.0025	1/4 E ₃ D ₃ =	0.000
			+ 497.1100		- 49.200

K₄ = $\frac{+ 3.000 + 49.200}{4995.360 - 497.110} = + 0.012$

K₁ = $\frac{- 6.000}{8} - 0.007 = - 0.751$

K₂ = $\frac{- 10.000}{4} - 0.226 = - 2.557$

K₃ = $\frac{0.000 + 0.481}{4} = + 0.112$

$$V_1 = -0.751 - 2.557 + 0.353 = -2".96$$

$$V_2 = -0.751 + 2.557 - 0.282 = -3".59$$

$$V_3 = -0.751 + 0.112 + 0.113 = -0".53$$

$$V_4 = -0.751 + 0.112 - 0.299 = -0".94$$

$$V_5 = -0.751 + 2.557 + 0.249 = +2".06$$

$$V_6 = -0.751 + 2.557 - 0.405 = +1".40$$

$$V_7 = -0.751 - 0.112 + 0.364 = -0".50$$

$$V_8 = -0.751 - 0.112 - 0.086 = -0".95$$

$$(1) = 34^\circ 42' 18'' - 2".96 = 34^\circ 42' 15".04 \quad \underline{34^\circ 42' 15''}$$

$$(2) = 40^\circ 48' 51'' - 3".59 = 40^\circ 48' 47".41 \quad \underline{40^\circ 48' 47''}$$

$$(3) = 65^\circ 17' 15'' - 0".53 = 65^\circ 17' 14".47 \quad \underline{65^\circ 17' 15''}$$

$$(4) = 39^\circ 11' 44'' - 0".94 = 39^\circ 11' 43".06 \quad \underline{39^\circ 11' 43''}$$

$$(5) = 44^\circ 22' 52'' + 2".06 = 44^\circ 22' 54".06 \quad \underline{44^\circ 22' 54''}$$

$$(6) = 31^\circ 08' 07'' + 1".40 = 31^\circ 08' 08".40 \quad \underline{31^\circ 08' 08''}$$

$$(7) = 33^\circ 50' 54'' - 0".50 = 33^\circ 50' 53".50 \quad \underline{33^\circ 50' 54''}$$

$$(8) = 70^\circ 38' 05'' - 0".95 = 70^\circ 38' 04".05 \quad \underline{70^\circ 38' 04''}$$

$$(1) = 34^\circ 42' 15'' ; (5) = 44^\circ 22' 54'' \quad (3) = 65^\circ 17' 15'' ; (7) = 33^\circ 50' 54''$$

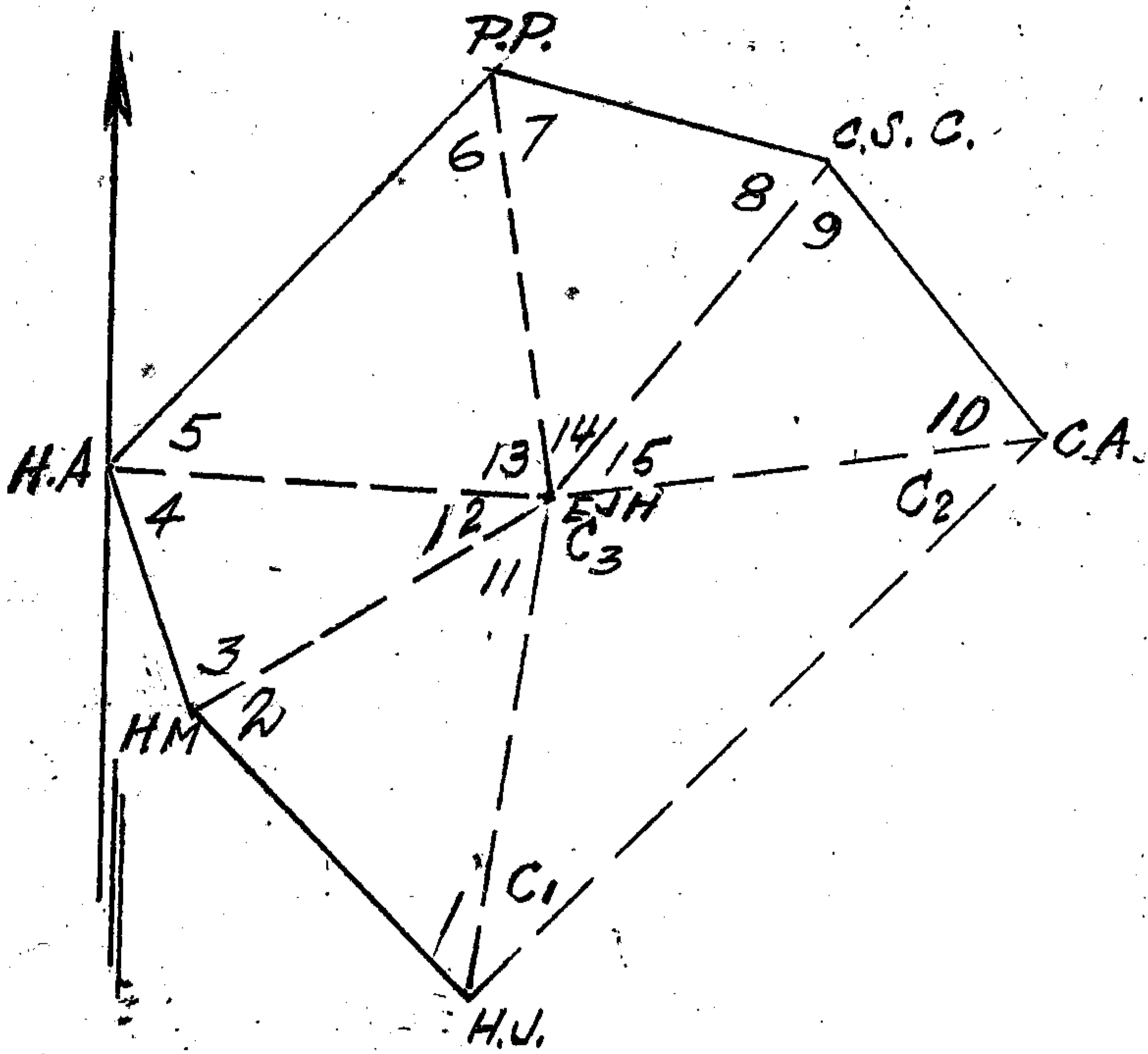
$$(2) = \underline{40^\circ 48' 47''} ; (6) = \underline{31^\circ 08' 08''} \quad (4) = \underline{39^\circ 11' 43''} ; (8) = \underline{70^\circ 38' 04''}$$

$$75^\circ 31' 02''$$

$$75^\circ 31' 02''$$

$$104^\circ 28' 58''$$

$$104^\circ 28' 58''$$



PRIMER POLIGONO

L I M A

(ES COPIA DE LA PAG 71 DEL LIBRO N°2)

ANG. OBS.		ANG. COMP.		ANG. OBS.		ANG. COMP.	
1	49°54'47"	49°54'49"	11	62°25'44"	62°25'42"		
2	67°39'33"	67°39'29"	12	35°38'06"	35°38'09"		
3	89°06'29"	89°06'31"	13	76°57'14"	76°57'13"		
4	55°15'21"	55°15'20"	14	41°39'59"	41°39'57"		
5	44°12'41"	44°12'44"	15	48°04'41"	48°04'43"		
6	58°50'08"	58°50'03"	c3	(95°14'16")	(95°14'16")		
7	54°40'05"	54°40'05"		360°00'00"	360°00'00"		
8	83°40'01"	83°39'58"		E' = 0			
9	75°25'37"	75°25'39"					
10	56°29'39"	56°29'38"	1	49°54'47"	49°54'49"		
c1	(48°46'03")	(48°46'03")	2	67°39'33"	67°39'29"		
c2	(35°59'41")	(35°59'41")	11	62°25'44"	62°25'42"		
	720°00'05"	720°00'00"		180°00'04"	180°00'00"		
				E ₁ = -4			
7	54°40'05"	54°40'05"	3	89°06'29"	89°06'31"		
8	83°40'01"	83°39'58"	4	55°15'21"	55°15'20"		
14	41°39'59"	41°39'57"	12	35°38'06"	35°38'09"		
	180°00'05"	180°00'00"		179°59'56"	180°00'00"		
	E ₄ = -5			E ₂ = +4			
9	75°25'37"	75°25'39"	5	44°12'41"	44°12'44"		
10	56°29'38"	56°29'38"	6	58°50'08"	58°50'03"		
15	48°04'41"	48°04'43"	13	76°57'14"	76°57'13"		
	179°59'57"	180°00'00"		180°00'03"	180°00'00"		
	E ₅ = +3			E ₃ = -3			

	ANG. OBS.	d	d ²	LOGARITMO -	SENO +
1	49°54'47"	17.7	313.29	9.8837001	
2	67°39'33"	8.7	75.69		9.9661131
3	89°06'29"	0.0	0.00	9.9999474	
4	55°15'21"	14.6	213.16		9.9147160
5	44°12'41"	21.7	470.89	9.8434244	
6	58°50'08"	12.8	163.84		9.9323142
7	54°40'05"	14.9	222.01	9.9115919	
8	83°40'01"	2.3	5.29		9.9973416
9	75°25'37"	5.4	29.16	9.9857980	
10	56°29'39"	13.9	193.21		9.9210773

e1	48°46'03"	-----	-----	9.8762416	
e2	35°59'41"	-----	-----		9.7691636

	720°00'05"		1686.54	59.5007034	59.5007258
			(d ²)	$\frac{+7258}{E'' = +224}$	

$E_1 = -4$
 $E_2 = +4$
 $E_3 = -3$
 $E_4 = -5$
 $E_5 = +3$
 $(E) = -5$

$E^1 = 0.0$
 $E'' = +224$
 $t = 5 = N^{\circ} \text{ de } \triangle^s$

$1/3 (E) = - 1.667$

$(d_1 - d_2) = D_1 = 17.7 - 8.7 = + 9.0$	$D_1^2 = 81.00$	$E_1 D_1 = (-4) \cdot 9 = - 36.0$
$(d_3 - d_4) = D_2 = 0.0 - 14.6 = -14.6$	$D_2^2 = 213.16$	$E_2 D_2 = 4 \cdot (-14.6) = - 58.4$
$(d_5 - d_6) = D_3 = 21.7 - 12.8 = + 8.9$	$D_3^2 = 79.21$	$E_3 D_3 = (-3) \cdot 8.9 = - 26.7$
$(d_7 - d_8) = D_4 = 14.9 - 2.3 = +12.6$	$D_4^2 = 158.76$	$E_4 D_4 = (-5) \cdot 12.6 = - 63.0$
$(d_9 - d_{10}) = D_5 = 5.4 - 13.9 = - 8.5$	$D_5^2 = 72.25$	$E_5 D_5 = 3 \cdot (-8.5) = - 25.5$
<u>$(D) = + 7.4$</u>	<u>$(D^2) = 604.38$</u>	<u>$(ED) = -209.6$</u>

$(D)^2 = + 54.760; 1/3 (ED) = - 69.867; 1/3 (D^2) = - 201.460$

$$K'' = \frac{224.000 + 69.867 + 1.234}{1686.540 - 201.460 - 1.825} = + 0.198$$

$$K' = \frac{0.000 + 5.000 + 1.465}{10} = + 0.647$$

$$V_1 = 1/3 (- 4.000 - 0.647 + 8.732) = + 1''36$$

$$V_3 = 1/3 (+ 4.000 - 0.647 + 2.891) = + 2''08$$

$$V_5 = 1/3 (- 3.000 - 0.647 + 11.128) = + 2''49$$

$$V_7 = 1/3 (- 5.000 - 0.647 + 6.356) = + 0''24$$

$$V_9 = 1/3 (+ 3.000 - 0.647 + 4.891) = + 2''41$$

$$V_2 = 1.36 - 5.23 = - 3''87$$

$$V_{11} = - 4.00 + 2.51 = - 1''49$$

$$V_4 = 2.08 - 2.89 = - 0''81$$

$$V_{12} = + 4.00 - 1.27 = + 2''73$$

$$V_6 = 2.49 - 6.83 = - 4''34$$

$$V_{13} = - 3.00 + 1.85 = - 1''15$$

$$V_8 = 0.24 - 3.41 = - 3''17$$

$$V_{14} = - 5.00 + 2.93 = - 2''07$$

$$V_{10} = 2.41 - 3.82 = - 1''41$$

$$V_{15} = + 3.00 - 1.00 = + 2''00$$

$$(1) = 49^{\circ}54'47'' + 1''36 = 49^{\circ}54'48''36 \text{ --- } 49^{\circ}54'49'' \quad (+)$$

$$(2) = 67^{\circ}39'33'' - 3''87 = 67^{\circ}39'29''13 \text{ --- } 67^{\circ}39'29''$$

$$(3) = 89^{\circ}06'29'' + 2''08 = 89^{\circ}06'31''08 \text{ --- } 89^{\circ}06'31''$$

$$(4) = 55^{\circ}15'21'' - 0''81 = 55^{\circ}15'20''19 \text{ --- } 55^{\circ}15'20''$$

$$(5) = 44^{\circ}12'41'' + 2''49 = 44^{\circ}12'43''49 \text{ --- } 44^{\circ}12'44''$$

$$(6) = 58^{\circ}50'08'' - 4''34 = 58^{\circ}50'03''66 \text{ --- } 58^{\circ}50'03'' \quad (-)$$

$$(7) = 54^{\circ}40'05'' + 0''24 = 54^{\circ}40'05''24 \text{ --- } 54^{\circ}40'05''$$

$$(8) = 83^{\circ}40'01'' - 3''17 = 83^{\circ}39'57''83 \text{ --- } 83^{\circ}39'58''$$

$$(9) = 75^{\circ}25'37'' + 2''41 = 75^{\circ}25'39''41 \text{ --- } 75^{\circ}25'39''$$

$$(10) = 56^{\circ}29'39'' - 1''41 = 56^{\circ}29'37''59 \text{ --- } 56^{\circ}29'38''$$

$$(11) = 62^{\circ}25'44'' - 1''49 = 62^{\circ}25'42''51 \text{ --- } 62^{\circ}25'42''$$

$$(12) = 35^{\circ}38'06'' + 2''73 = 35^{\circ}38'08''73 \text{ --- } 35^{\circ}38'09''$$

$$(13) = 76^{\circ}57'14'' - 1''15 = 76^{\circ}57'12''85 \text{ --- } 76^{\circ}57'13''$$

$$(14) = 41^{\circ}39'59'' - 2''07 = 41^{\circ}39'56''93 \text{ --- } 41^{\circ}39'57''$$

$$(15) = 48^{\circ}04'41'' + 2''00 = 48^{\circ}04'43''00 \text{ --- } 48^{\circ}04'43''$$

Como se vé por los calculos anteriormente expuestos, en el cuadrilátero de Miraflores se ha aplicado el método riguroso de la Teoría de Errores mediante las ecuaciones correlativas que sirven para calcular los valores de las correcciones que hay que efectuar, en los ángulos y llegar así, al cierre de las condiciones tanto de ángulos como de lados. En el caso del polígono de Lima los ángulos c_1 , c_2 , y c_3 han intervenido simplemente como constantes, pues estos ángulos fueron corregidos en el cuadrilátero anterior. En general, para toda la triangulación primaria del plano de Lima se han encontrado por este procedimiento los valores más probables de los ángulos que satisfacen todas las condiciones de la figura.

e) Resistencia de Figuras.

Para calcular los lados de la triangulación se ha seguido el camino de menor resistencia, y para lo cual se hizo un cálculo, para los 4 cuadriláteros y 3 polígonos de la triangulación, para ilustración muestro el cálculo de resistencia del cuadrilátero de Miraflores, copia de la página 55 del Libro N°.3 del archivo.

d) Cálculo de lados.

Después de conocidas las resistencias de las figuras se procedió al cálculo de los lados tomando los triángulos correspondientes y partiendo de la base de Conchán cuya longitud es de 4.853,259 mts. Este cálculo se ha hecho para los 21 triángulos de la red primaria; y el procedimiento seguido es el que muestro en la pág. 23 que es copia de la pág. 81 del Libro N°.3. Por el procedimiento seguido en el cálculo se puede ver como se controlaba un lado por 2 caminos y así eliminar las equivocaciones.

e) Cálculo de azimuts.

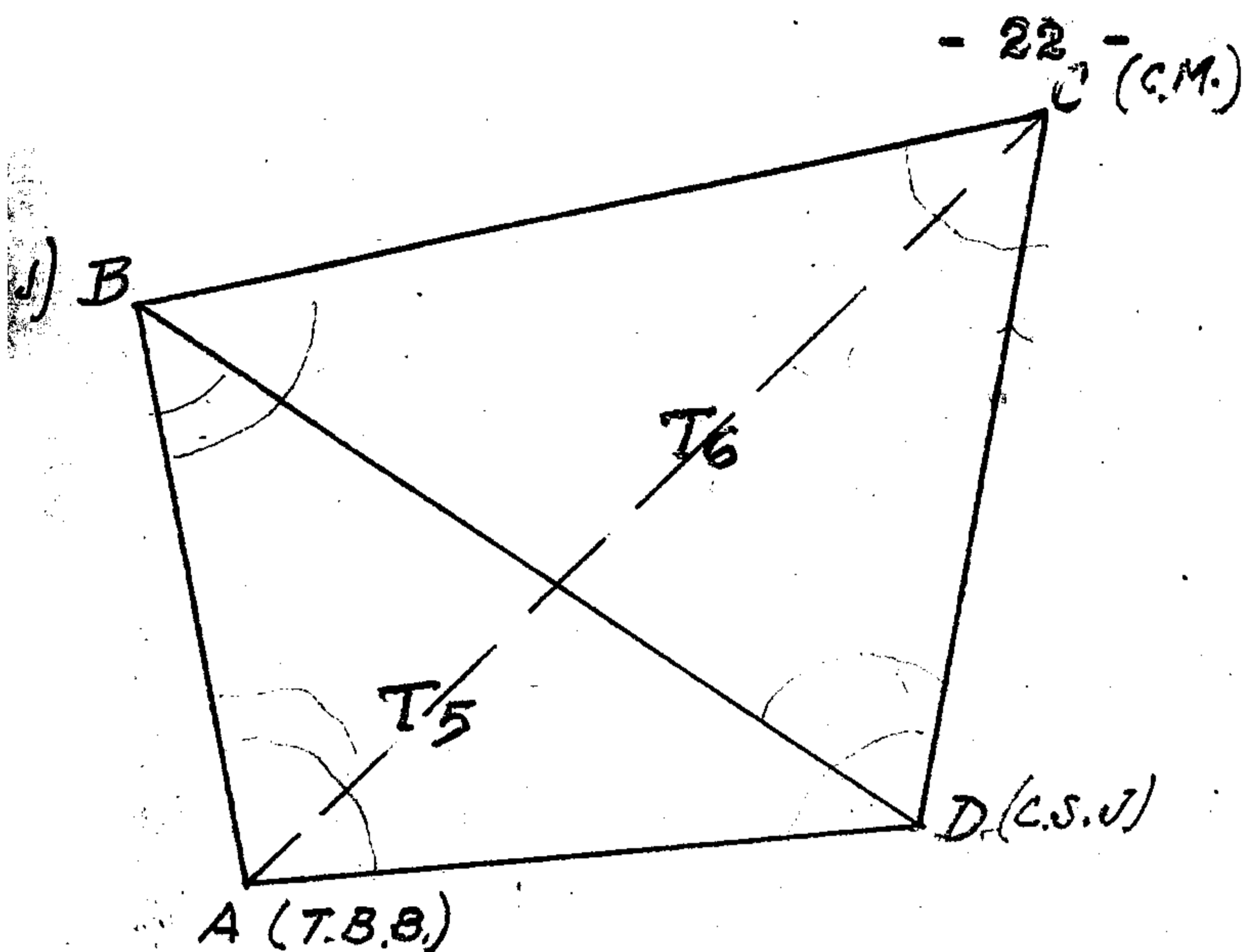
Para el cálculo de azimuts se ha tomado como base la orientación del tramo de la base de Conchán que ha servido para la triangulación, referido al meridiano 77° , y que es de $114^\circ 29' 19''$. El método seguido es el que muestro en la pág. 24 que es copia de la pág. 17 del Libro de cálculos N°.3 del archivo,

f) Cálculo de coordenadas rectangulares.

Para el cálculo de las coordenadas rectangulares, se tomaron como base las del extremo Noroeste de la Base de Conchán ($X = 298.350,21$ y $Y = 225.731,80$) que están referidas al punto de longitud 77° y latitud 12° con coordenadas planas 300.000 y 250.000 respectivamente. Para mayor claridad copio la pág. 9 del Libro N°.4 en la pág. 25. Aquí se puede ver la disposición indicando los lados, los rumbos, la longitud de los lados, las coordenadas parciales y totales de los puntos. Se ha procedido así en los 21 triángulos de la red primaria.

g) Cálculo de coordenadas geográficas.

Únicamente por razones de control se han calculado algunas coordenadas geográficas de puntos de triangulación y cuyo cálculo lo había efectuado el Instituto Geográfico Militar y que la Oficina tenía únicamente en coordenadas rectangulares. Los coeficientes P Q y R para el cálculo, han sido las que dan las Tablas del Esferoide de Clarke, pues Tablas del Esferoide internacional de Hayford no fue posible obtener; sin embargo la diferencia entre los valores P Q R para estas 2 Tablas, es muy pequeño para latitud de 12° en que se ha realizado este trabajo. Mostramos en la pág. 26 el cálculo para las coordenadas geográficas de la Torre de la Iglesia de María Auxiliadora y que es copia de la pág. 107 del Libro de cálculos del archivo, N°.4.

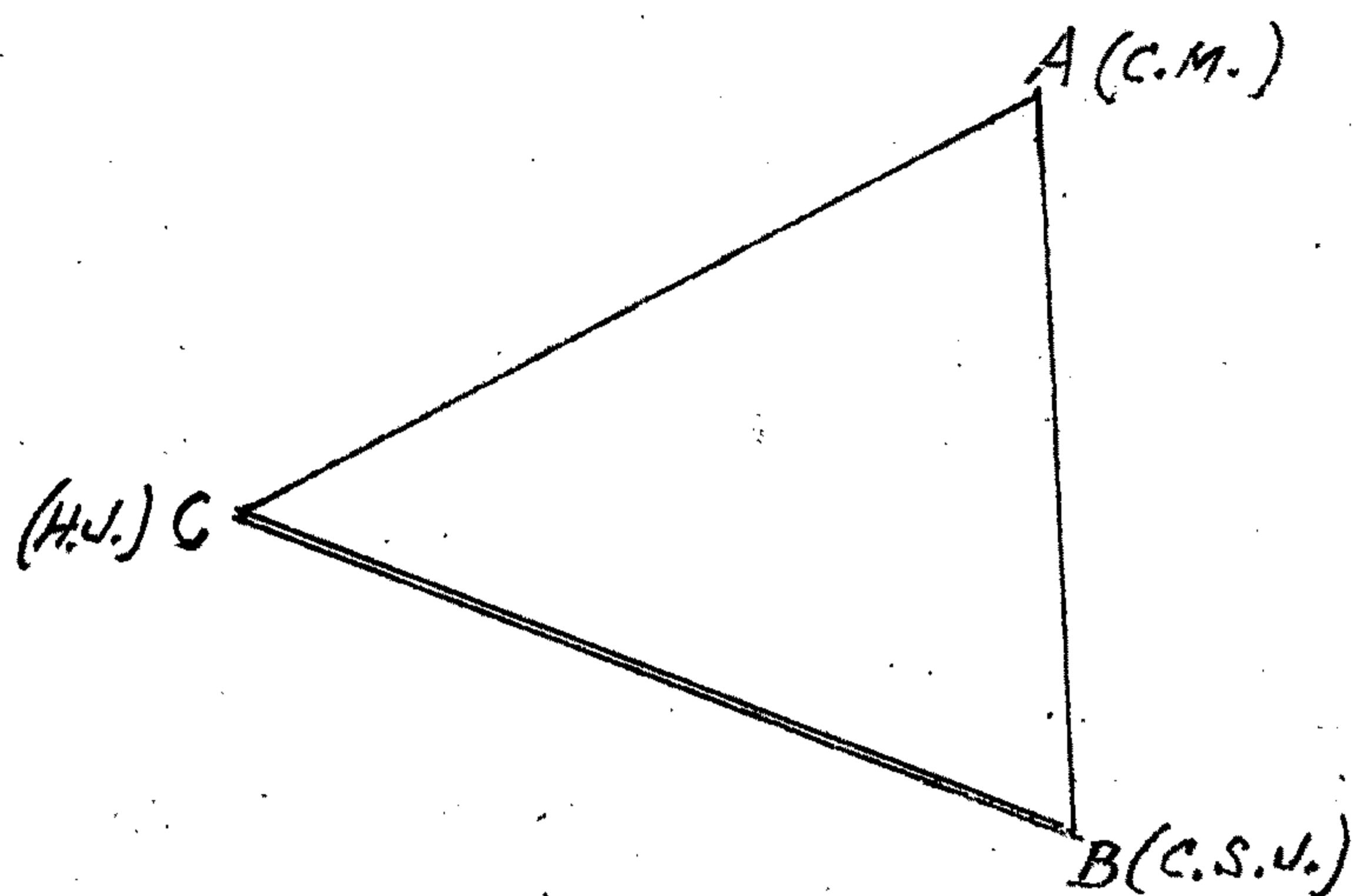


CUADRILATERO N° 3

MIRAFLORES

(ES COPIA DE LA PAG. 55 DEL LIBRO N° 5)

CADENAS	TRIANGULOS	ANGULOS		MIFZLOG. 1"		RESISTENCIA	
				d x	d ² / 4	dm ² / dm	dn ² / dn
	A B D	B	39°11'43"	2.58	6.66	5.46	4.61
		A	106°06'02"	0.61	0.37		
			-1.57	7.03			
	D B C	C	64°59'02"	0.98	0.96		
D		70°38'04"	0.74	0.55			
		0.72	1.51	2.23	7.69		
	A C D	C	33°50'54"	3.14	9.86	8.38	5.75
		D	105°20'19"	-0.58	0.34		
			-1.82	10.20			
	A B C	B	83°34'37"	0.23	0.05		
A		65°17'15"	0.97	0.94			
		0.22	0.99	1.21	9.59		
	A C D	C	33°50'54"	3.14	9.86	23.47	18.14
		A	40°48'47"	2.44	5.95		
			7.66	15.81			
	D B C	B	44°22'54"	2.15	4.62		
D		70°38'04"	0.74	0.55			
		1.59	5.17	6.76	30.23		
	A B D	B	39°11'43"	2.58	6.66	23.74	24.15
		D	34°42'15"	3.04	9.24		
			7.84	15.90			
	A B C	C	31°08'08"	3.49	12.18		
A		65°17'15"	0.97	0.94			
		3.39	13.12	16.51	40.25		



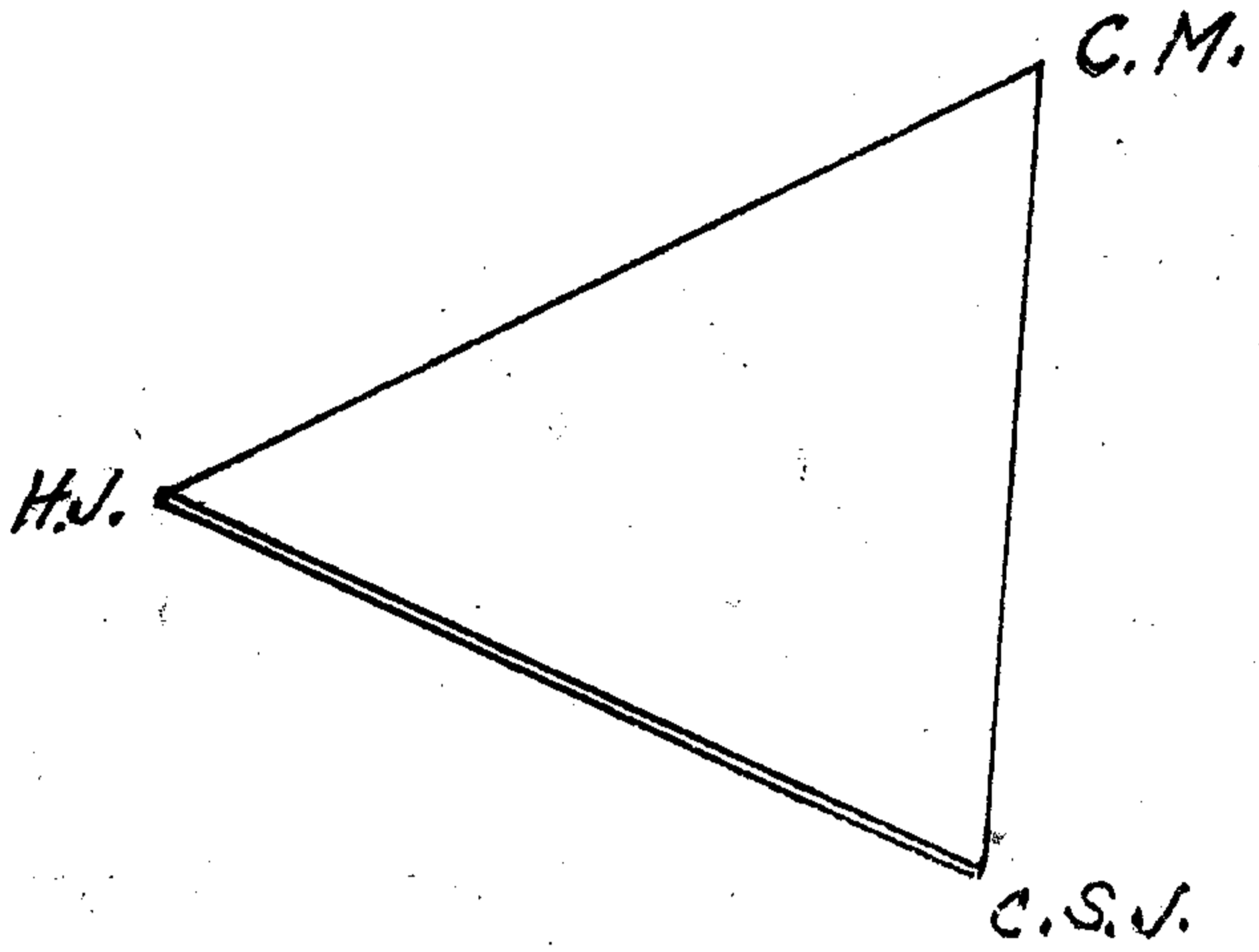
TRIANGULO N° 6

C. M. - C. S. J. - H. J.

(ES COPIA DE LA PAG.
81 DEL LIBRO N° 3)

VERTICES		ANGULOS
C. M.	A	64° 59' 02"
C. S. J.	B	70° 38' 04"
H. J.	C	44° 22' 54"
		180° 00' 000"

LADOS	VALOR NUMERICO	ANGULOS	LOG. SENOS
B - C <u>Base Calcu.</u>	7000.332	64°59'02"	3.8451187
		44°22'54"	0.0427812
			9.8447472
A - B	5403.151		3.7326471
		44°22'54"	0.1552528
		70°38'04"	9.9747061
A - C	7287.960		3.8626060
B - C	7000.332		3.8451187
		64°59'02"	0.0427812
		70°38'04"	9.9747061
A - C	7287.960		3.8626060



TRIANGULO N°6

H. J. - C. M. - C.S.J.

(ES COPIA DE LA PAG. 17 DEL LIBRO N°3)

VERTICES	ANGULOS
C. S. J.	70° 38' 04"
C. M.	64° 59' 02"
H. J.	44° 22' 54"
	<hr/> 180° 00' 00"
Azimat: H.J. - C.S.J.	119° 26' 11"

DIRECCIONES	VERTICES	AZIMUTS
H. J. - C.S.J.	C. S. J.	119° 26' 11"
C. M. - C.S.J.		+ 70° 38' 04"
C.S.J. - C.M.	C. M.	<hr/> 190° 04' 15"
H. J. - C.M.		- 180°
C. M. - H.J.	H. J.	<hr/> 10° 04' 15"
C.S.J. - H.J.		+ 64° 59' 02"
H. J. - C.S.J.		<hr/> 75° 03' 17"
		+ 180°
		<hr/> 255° 03' 17"
		+ 44° 22' 54"
		<hr/> 299° 26' 11"
		- 180°
		<hr/> 119° 26' 11"

TRIANGULO N° 1

Es copia de la pág 9 del Libro N° 4

B. P. 4. B. N. O. B. C.

LADOS	AZIMUT	RUMBO	LONGITUD	COORDENADAS			PUNTO
				ΔX	ΔY	Y	

B. P. 4. - B. N. O.	204° 29' 19"	65° 30' 41"	4853.259	3.6860335	3.6860335	298350.21	225731.80	B. N. O.
		N - O		9.9590623	9.6175375			
				3.6450958	3.3035710			

B. N. O. - B. P. 4.	114° 29' 19"	65° 30' 41"	4853.259	4416.678	- 2011.736	302766.89	223720.06	B. P. 4.
		S - E		3.7453817	3.7453817			
				9.6952657	9.9387515			

B. P. 4. - B. C.	330° 16' 50"	29° 43' 10"	5563.930	2758.358	+ 4832.070	300008.55	228552.13	B. C.
		N - O		3.5147806	3.5147806			
				9.7048929	9.9355199			
				3.2196735	3.4503005			

B. C. - B. N. O.	210° 27' 19"	30° 27' 19"	3271.754	1658.340	- 2820.334	298350.21	225731.80	B. N. O.
		S - O						

Es copia de la página 107 del Libro N°. 4.

PUNTO - TORRE IGLESIA MARIA AUXILIADORA

A. - ORIGEN	B. - T.I.M.A.																												
$la = -77^{\circ}00'00''$ $X = 300000$ $la = -12^{\circ}00'00''$ $Y = 250000$	$x = -5402.99$ mts. $= -17726.36$ ps. $y = -7181.16$ " $= -23560.26$ " $lb = 12^{\circ}03'53''.69$ $Lb = 77^{\circ}02'58''.64$ $\Delta A = 37''.34$																												
<p>1. - <u>la. Aprox. de Diferencia de Lt</u></p> $\Delta'1 = \frac{y}{p \text{ sen. } 1''} = y.P.$ <table border="0"> <tr> <td>$\text{Log. } y (-23560.26)$</td> <td>$= 4.3721801$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } P (la)$</td> <td>$= 3.9964974$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } \Delta'1$</td> <td>$= 2.3686775$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta'1$</td> <td>$= -233''71$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$= -3'53''71$</td> </tr> <tr> <td>$1/2 \Delta'1$</td> <td>$= -1'56''86$</td> </tr> </table>	$\text{Log. } y (-23560.26)$	$= 4.3721801$	$\text{Log. } P (la)$	$= 3.9964974$	$\text{Log. } \Delta'1$	$= 2.3686775$	$\Delta'1$	$= -233''71$		$= -3'53''71$	$1/2 \Delta'1$	$= -1'56''86$	<p>6. - <u>Latitud del Punto</u></p> $n = (1'_b - 1'_a) = \frac{x^2}{2 p'_b V'_b \text{ sen } 1''} \text{tg } 1'_b$ <table border="0"> <tr> <td>$2 \text{Log. } x$</td> <td>$= 8.4972390$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } PQR (1'_b)$</td> <td>$= 11.70458$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } N$</td> <td>$= 2.20182$</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>$= 40''015$</td> </tr> <tr> <td>$y.P$</td> <td>$= -353''71$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta 1$</td> <td>$= -3'53''71$</td> </tr> <tr> <td>la</td> <td>$= -12^{\circ}00'00''00$</td> </tr> <tr> <td>la</td> <td>$= -12^{\circ}03'53''69$</td> </tr> </table>	$2 \text{Log. } x$	$= 8.4972390$	$\text{Log. } PQR (1'_b)$	$= 11.70458$	$\text{Log. } N$	$= 2.20182$	N	$= 40''015$	$y.P$	$= -353''71$	$\Delta 1$	$= -3'53''71$	la	$= -12^{\circ}00'00''00$	la	$= -12^{\circ}03'53''69$
$\text{Log. } y (-23560.26)$	$= 4.3721801$																												
$\text{Log. } P (la)$	$= 3.9964974$																												
$\text{Log. } \Delta'1$	$= 2.3686775$																												
$\Delta'1$	$= -233''71$																												
	$= -3'53''71$																												
$1/2 \Delta'1$	$= -1'56''86$																												
$2 \text{Log. } x$	$= 8.4972390$																												
$\text{Log. } PQR (1'_b)$	$= 11.70458$																												
$\text{Log. } N$	$= 2.20182$																												
N	$= 40''015$																												
$y.P$	$= -353''71$																												
$\Delta 1$	$= -3'53''71$																												
la	$= -12^{\circ}00'00''00$																												
la	$= -12^{\circ}03'53''69$																												
<p>2. - <u>la. Aprox. de Latitud del Punt.</u></p> $1'_b = la + \Delta'1$ <table border="0"> <tr> <td>la</td> <td>$= -12^{\circ}00'00''00$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta'1$</td> <td>$= 3'53''71$</td> </tr> <tr> <td>$1'_b$</td> <td>$= -12^{\circ}03'53''71$</td> </tr> </table>	la	$= -12^{\circ}00'00''00$	$\Delta'1$	$= 3'53''71$	$1'_b$	$= -12^{\circ}03'53''71$	<p>7. - <u>Longitud del Punto</u></p> $\Delta L = (1'_a - 1'_b) \cdot x \cdot \text{sec} (1'_b - \frac{2}{3}N) PQ$ <table border="0"> <tr> <td>$\text{Log. } x$</td> <td>$= -4.2486195$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. sec} (120353'')$</td> <td>$= 0.0097005$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } P (1'_b)$</td> <td>$= 3.9964964$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } Q (1'_b)$</td> <td>$= 1.99717200$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } \Delta L$</td> <td>$= 2.2519884$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta L$</td> <td>$= -178''64$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$= -2'58''64$</td> </tr> <tr> <td>la</td> <td>$= -77^{\circ}00'00''00$</td> </tr> <tr> <td>Lb</td> <td>$= -77^{\circ}02'58''64$</td> </tr> </table>	$\text{Log. } x$	$= -4.2486195$	$\text{Log. sec} (120353'')$	$= 0.0097005$	$\text{Log. } P (1'_b)$	$= 3.9964964$	$\text{Log. } Q (1'_b)$	$= 1.99717200$	$\text{Log. } \Delta L$	$= 2.2519884$	ΔL	$= -178''64$		$= -2'58''64$	la	$= -77^{\circ}00'00''00$	Lb	$= -77^{\circ}02'58''64$				
la	$= -12^{\circ}00'00''00$																												
$\Delta'1$	$= 3'53''71$																												
$1'_b$	$= -12^{\circ}03'53''71$																												
$\text{Log. } x$	$= -4.2486195$																												
$\text{Log. sec} (120353'')$	$= 0.0097005$																												
$\text{Log. } P (1'_b)$	$= 3.9964964$																												
$\text{Log. } Q (1'_b)$	$= 1.99717200$																												
$\text{Log. } \Delta L$	$= 2.2519884$																												
ΔL	$= -178''64$																												
	$= -2'58''64$																												
la	$= -77^{\circ}00'00''00$																												
Lb	$= -77^{\circ}02'58''64$																												
<p>3. - <u>Latitud Media</u></p> $la + 1/2 \Delta'1$ <table border="0"> <tr> <td>la</td> <td>$= -12^{\circ}00'00''00$</td> </tr> <tr> <td>$1/2 \Delta'1$</td> <td>$= 1'56''86$</td> </tr> <tr> <td>$la + 1/2 \Delta'1$</td> <td>$= -12^{\circ}01'56''86$</td> </tr> </table>	la	$= -12^{\circ}00'00''00$	$1/2 \Delta'1$	$= 1'56''86$	$la + 1/2 \Delta'1$	$= -12^{\circ}01'56''86$	<p>8. - <u>Convergencia de Meridiano</u></p> $\Delta A = / L \text{sen. } (1'_b - 1/3N)$ <table border="0"> <tr> <td>$\text{Log. } \Delta L$</td> <td>$= 2.2519884$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. sen} (1235370)$</td> <td>$= 9.3201874$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } \Delta A$</td> <td>$= 1.5721758$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta A$</td> <td>$= 37''34$</td> </tr> </table>	$\text{Log. } \Delta L$	$= 2.2519884$	$\text{Log. sen} (1235370)$	$= 9.3201874$	$\text{Log. } \Delta A$	$= 1.5721758$	ΔA	$= 37''34$														
la	$= -12^{\circ}00'00''00$																												
$1/2 \Delta'1$	$= 1'56''86$																												
$la + 1/2 \Delta'1$	$= -12^{\circ}01'56''86$																												
$\text{Log. } \Delta L$	$= 2.2519884$																												
$\text{Log. sen} (1235370)$	$= 9.3201874$																												
$\text{Log. } \Delta A$	$= 1.5721758$																												
ΔA	$= 37''34$																												
<p>4. - <u>Diferencia de Latitud</u></p> $\Delta 1 = y.P.$ <table border="0"> <tr> <td>$\text{Log. } y (-23560.26)$</td> <td>$= 4.3721801$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } P (12^{\circ}01'56''86)$</td> <td>$= 3.9964964$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Log. } y.P.$</td> <td>$= 2.3686765$</td> </tr> <tr> <td>$y.P.$</td> <td>$= -233''71$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$= -3'53''71$</td> </tr> </table>	$\text{Log. } y (-23560.26)$	$= 4.3721801$	$\text{Log. } P (12^{\circ}01'56''86)$	$= 3.9964964$	$\text{Log. } y.P.$	$= 2.3686765$	$y.P.$	$= -233''71$		$= -3'53''71$																			
$\text{Log. } y (-23560.26)$	$= 4.3721801$																												
$\text{Log. } P (12^{\circ}01'56''86)$	$= 3.9964964$																												
$\text{Log. } y.P.$	$= 2.3686765$																												
$y.P.$	$= -233''71$																												
	$= -3'53''71$																												
<p>5. - $\text{Log. } x (-17726.36) = 4.2486195$</p>																													

II.- ~~El~~ Adaptado el sistema de proyección plana-ortogonal para éste levantamiento no era necesario entrar en el terreno de la Geodesia, pero convenia saber cuales eran las convergencias de meridiano en algunos puntos de triangulación para dejar una constancia en las hojas de dibujo que se preparaba. Como hemos mostrado en el cálculo para las coordenadas geográficas de la Iglesia Maria Auxiliadora, ahí mismo puede verse el cálculo seguido para la convergencia de meridiano con el de base de orientación m. 77°. El libro que se ha empleado para el cálculo de las coordenadas geográficas es el "Text Book of Topographical and Geographical Surveying" by Colonel C.F. Close. C.M.G.; R.E., Director General of the Ordnance Survey; editado en Londres en el año 1,913.

Se tenia solamente en consideración la transformación que debia hacerse de metros a pies ingleses dentro de las formulas para el caso de las distancias.

II.- Triangulación Secundaria.

La triangulación secundaria se ha efectuado, con el objeto de tener más puntos de control dentro de las areas por levantar. La mayor parte de estos puntos son de gran visibilidad pues son campanarios de Iglesias, astas de banderas etc; en su mayoría puntos inaccesibles interceptados por tres visuales desde las estaciones primarias.

1) Trabajo de Campo (libretas)

El Registro del trabajo de campo para la triangulación secundaria, se hizo dentro de las libretas de triangulación primaria, tomando para cada uno de estos puntos dos visuales, y haciendo un croquis del objeto visado para no perder el eje que tendría que observarse desde otras estaciones primarias. Los 2 ángulos que se tomaron para cada vertice se promediaban y se orientaban con el lado de triangulación común.

2) Trabajo de Gabinete.

En la Oficina, de las libretas de campo se sacaban todos los ángulos que se habían visado de 3 estaciones primarias al punto de triangulación secundaria que se iba a calcular. Se tomaban los ángulos promedios de éstas visuales y se formaban así 2 triángulos que tenían un lado común y que era el que se calculaba. Previamente cada ángulo al vertice se deducia por la diferencia de los 2 ángulos observados con 180°.

a) Cálculo de azimuts.

El procedimiento para calcular los azimuts es el mismo seguido para el caso de triangulación primaria.

b-c) Cálculo de lados y de coordenadas.

Todo el procedimiento se ha englobado dentro de un cuadro en el cual se indican: los lados, la longitud, los ángulos (adyacentes, azimuts y rumbos) el cálculo de los lados y las coordenadas parciales y totales y los puntos, para mayor claridad presentamos el cálculo completo del punto N° 23 Torre Iglesia Maria Auxiliadora que es copia de la pág. 59 del libro N° 5. Aquí se podrá ver, como se promedian las coordenadas obtenidas por los 2 caminos del cálculo. Se tienen dentro del area del plano 64 puntos de triangulación secundaria calculados en la misma forma que la indicada.

Es copia de la pág. N° 58
del Libro N° 5

PUNTO N° 23

TORRE IGLESIA MARIA AUXILIADORA

LADOS	VALOR NUMÉRICO	ANGULOS ADYACENTES	AZIMUT	ANGULOS	RUMBO	CALCULO LADOS	C O O R D A D O X Y	E N A D A S Y	PUNTO
P. P. - H. A.	6091.797	87°09'44" d 52°01'22" d	229°33'14" P	S. 49°33'14" P	S. 49°33'14" P	3.7847454 0.0005329 9.8966670 3.6819453	289789.32 3.6819453 9.9999910 1.4907152	242849.88	H. A.
H. A. - T. I. M. A.	4807.788	87°09'44" d 40°48'54" d	90°22'08" N 49°33'14" N	S. 89°37'52" O N. 49°33'14" E	S. 89°37'52" O	3.7847454 0.0005329 9.8153245 3.6006028	294597.01 -4807.688 3.6006028 8.6342445 2.2348473 +171.730	242818.93 246801.92	T. I. M. A. P. P.
P. P. - T. I. M. A.	3986.601		177°31'52" N	S. 28°28'08" E	S. 28°28'08" E		294597.01	242818.92	T. I. M. A.
P. P. - C. S. C.	2916.566	44°38'58" d 61°28'46" d	116°03'06" S	S. 63°56'54" E	S. 63°56'54" E	3.4648718 0.1531884 9.9438138 3.5618740	297045.52 3.5618740 9.8270261 3.3889001 -2448.500	245520.92	C. S. C.
C. S. C. - T. I. M. A.	3646.482	44°38'58" d 73°52'16" d	222°10'50" S 296°03'06" S	S. 42°10'50" O N. 63°56'54" O	S. 42°10'50" O	3.4648718 0.1531884 9.9825603 3.6006205	294597.02 3.6006205 8.6342445 2.2348650 +171.737	242818.76 246801.82	T. I. M. A. P. P.
P. P. - T. I. M. A.	3986.764		177°31'52" N	S. 28°28'08" E	S. 28°28'08" E		294597.02	242818.76	T. I. M. A.
						P R O M E D I O		294597.01	TORRE IGLESIA MARIA AUXILIADORA.

III.- Poligonales de Control.

1) Trabajo de Campo.

Para un mejor control de los rellenos que se practicarían posteriormente, se procedió a separar en libretas especiales el registro de las poligonales de control exclusivamente, en estas libretas se registraban los siguientes datos tomados en el campo: estaciones, ángulos horizontales, distancias entre estaciones y croquis. Los puntos de las estaciones en las zonas pobladas eran clavos que se ponían en las pistas y veredas y en algunos casos se tomaban los centros de buzones; en el campo, los puntos se fijaron en terreno firme, al costado de cercas, tapias donde había más probabilidad de que permanecieran por mucho tiempo ya que la acción de los riegos no les llegaba. Un 30% de los puntos del campo han sido fijados con el objeto de poder replantear en cualquier momento la poligonal correspondiente. Los ángulos se tomaron al minuto y las distancias, se dispuso, debían quedar entre 100 y 250 mts. una de otra estación; esto se ha cumplido en gran parte.

2) Trabajo de Gabinete.

Las libretas traídas del campo pasaban a manos del calculista de libreta quién procedía en la siguiente forma:

a) Cierre de ángulos (primer ajuste)

Se efectuaba el cierre geométrico de los ángulos interiores del polígono formado, si éste cierre estaba dentro de la tolerancia se procedía a repartir los minutos en los ángulos contiguos a los lados más cortos; en caso contrario se repetía la lectura de los ángulos en el campo.

b) Cálculo de azimuts (segundo ajuste)

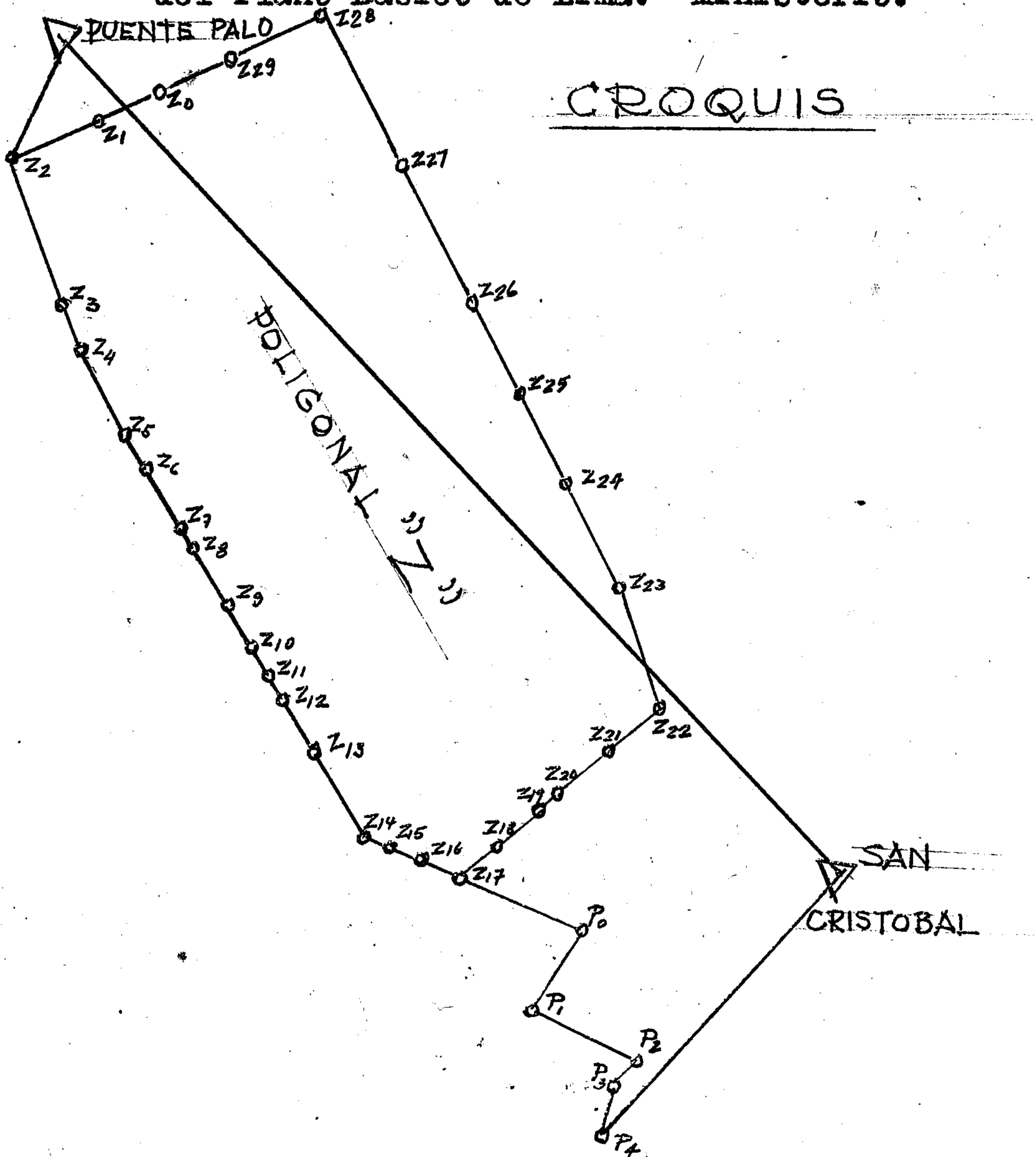
Para darle azimuts a los lados de la poligonal se procedía a enlazar los puntos de la poligonal a los puntos de triangulación más cercanos, enlace que se efectuaba visando el punto de triangulación de 3 estaciones de la poligonal más cercano y calculando el lado común a los 2 triángulos formados, tomándose la media aritmética de las dos longitudes encontradas y cuya discrepancia no podía ser mayor a la tolerancia adoptada de 0.20 mts. entre estos 2 valores. En algunos casos los enlaces se han hecho midiendo directamente del punto de poligonal al punto de triangulación. Hecho esto, se le daba azimut a éste enlace estacionándose en el punto de triangulación y refiriéndose al azimut del lado de triangulación primaria, dándole así azimuts a todos los lados de la poligonal hasta el nuevo punto de triangulación que debía dar el azimut de partida. Para aclarar más este procedimiento, hago notar que artificialmente con todos los datos de los ángulos corregidos en el primer ajuste se formaba una nueva poligonal, que la constituía un lado de triangulación, 2 amarres a la poligonal y una parte de ésta. Si el azimut llegado al otro extremo del punto de triangulación no se repetía, el error era nuevamente repartido en los ángulos contiguos a los lados más cortos de la poligonal. En la mayor parte de los casos el azimut cerraba en muy pequeños casos el error fué de 1' o máximo 2' en 3 casos. Una vez satisfecha esta última condición el trabajo quedaba expedito para el cálculo de coordenadas.

c) Cálculo de coordenadas rectangulares.
Para el cálculo de coordenadas se tenía en consideración que las coordenadas de los puntos de triangulación por tener mayor peso quedaban inamovibles, así el ajuste de las coordenadas se efectuaba partiendo de un punto de triangulación y cerrando en el otro punto de triangulación común al lado de base. El error tolerable ha sido de $1/3000$; sin embargo en la mayor parte de los cierres efectuados se ha obtenido hasta $1/10000$ muy frecuentemente. En el caso de que el cierre era superior a $1/3,000$, se volvía a medir los lados de la poligonal hasta encontrar un error relativo inferior a $1/3,000$.

Para mayor claridad de lo que se ha hecho con respecto a poligonales de control doy a continuación un detalle del procedimiento seguido para la poligonal "z" de la zona bajo el Puente, donde se indica:

- a) el croquis de la poligonal
- b) los cálculos de los amarres a los puntos de triangulación
- c) el cálculo de orientación de la poligonal
- d) el cuadro de los ángulos corregidos, y
- e) el cuadro de la coordenadas rectangulares con las compensaciones definitivas entre los extremos del lado de base Puente Palo-Cerro San Cristobal. Págs. 31 a 40

Nota.-Es copia del expediente N°. 1 del Archivo del Plano Básico de Lima.- Ministerio.



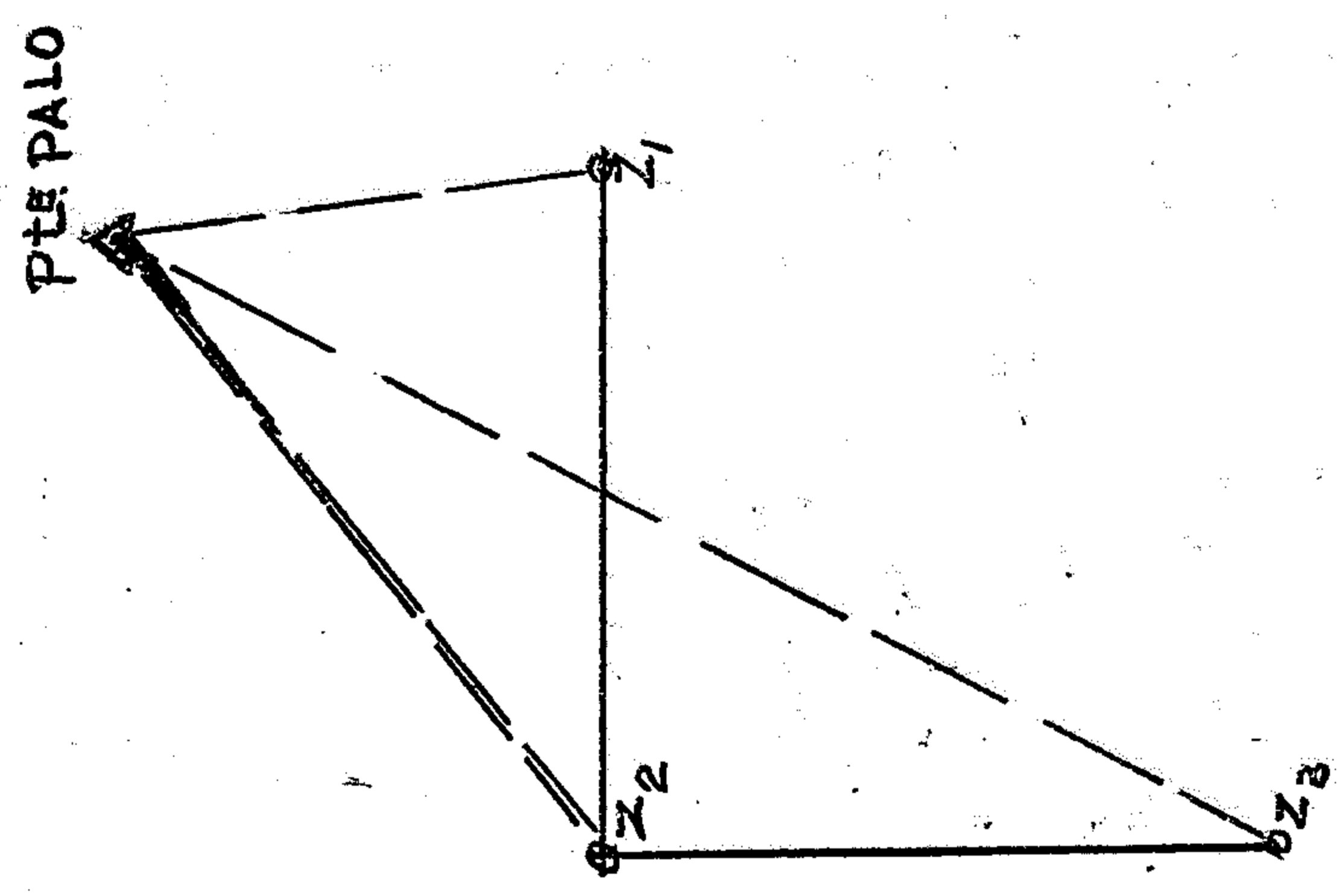
C A L C U L O D E T R I A N G U L O S
 ENLACE A LOS PUNTOS DE TRIANGULACION
 PUNTO Pte Palo

POLIGONAL

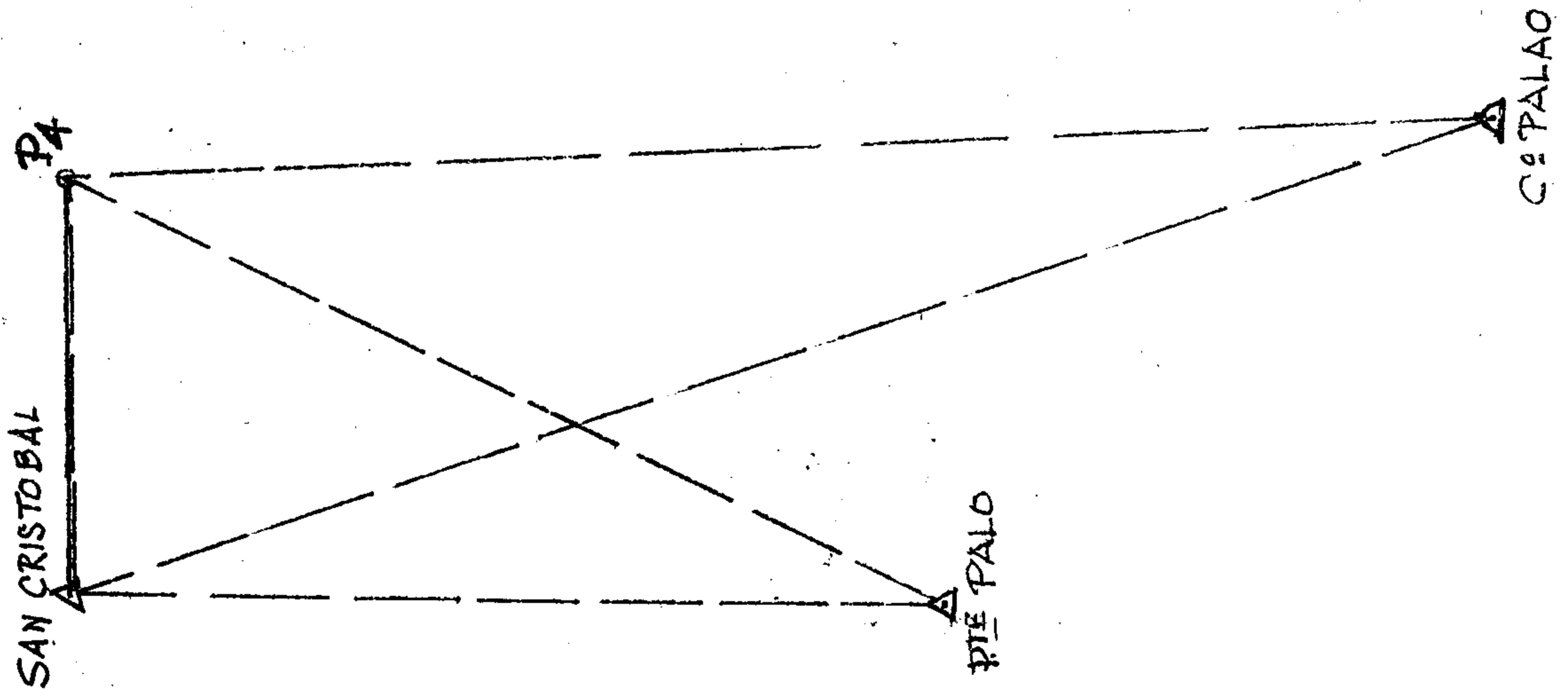
VERTICE	ANGULO	log. sen.	C A L C U L O S		LADOS
v Pte Palo	46°19'	9.859239	log. di	2.390281	245.63
d Z2	43°16'	9.838610	colog. sen. v	0.140761	
			log. sen. d	9.838610	
			log. vi	2.369652	234.23
			log. di)		
			colog. sen. d	2.531022	
i Z1	90°05'	10.000000	log. sen. i	10.000000	
	180°00'		log. vd	2.531022	339.66
v Pte Palo	20°46'	9.549665	log. di	2.578765	379.11
d Z2	140°42'	9.801665	colog. sen. v	0.450307	
			log. sen. d	9.801665	
				2.830937	644.23
			log. di)		
			colog. sen. d	3.029042	
i Z3	18°32'	9.502231	log. sen. i	9.502231	
	180°00'		log. vd	2.531303	339.86

OBSERVACIONES Se tomo el valor promedio

339,46 mts.



C A L C U L O D E T R I A N G U L O S
 ENLACE A LOS PUNTOS DE TRIANGULACION
 PUNTO SAN Cristobal (P.B.L.)
 POLIGONAL Z - P

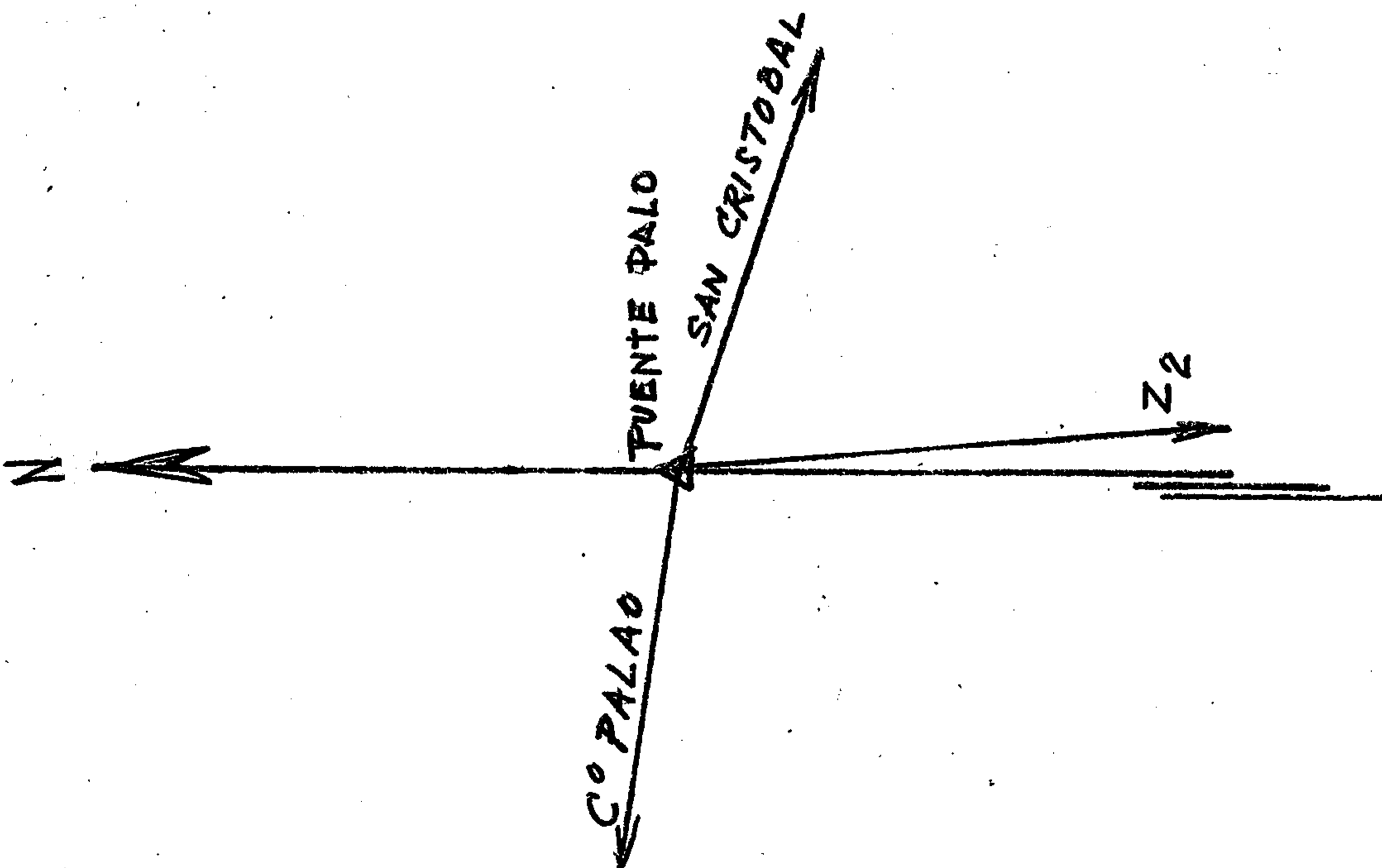


VERTICE	ANGULO	log. sen	C A L C U L O S	LADOS
v P4	67°14'	9.964788	log. di	3.464843 2916,57
			colog. sen. v	0.035212
			log. sen. d	9.997664
d S. Cristobal	95°56'	9.997664	log. vi	3.497749 3145,93
			log. di	
			colog. sen. d	3.500085
			log. sen. i	9.461573
i Pte Palo	16°49'	9.461573	log. vd	2.961658 915,50
	180°00'			
v P4	82°28'	9.995906	log. di	3.745777 5569,00
			colog. sen. v	0.004094
			log. sen. d	9.999846
d S. Cristobal	88°28'	9.999846		3.749717 5619,45
			log. di	
			colog. sen. d	3.749841
			log. sen. i	9.211985
i C: Palao	9°22'	9.211885	log. vd	2.961856 915,92
	180°00'			

OBSERVACIONES Se tomo el valor 915,50 mts por la
mejor confirmacion del triangulo (P4-S.C.-P.P.)

ORIENTACION DE LAS POLIGONALES

ESTACION Pte Palo REFERENCIA Z2



SE VISA	ANGULOS	
	0	1
C ^o Palao	A ₁ 101	287
San Cristobal	A ₂ 296	580
	A ₃	
	A ₄	

AZIMUT	C ^o Palao		S. Cristobal	
	0	1	0	1
<u>Pte Palo</u>	280	340	116	031
ANGULO A ₁	101	287	296	580
AZIMUT <u>Pte Palo</u>				
<u>Z2</u>	179	053	179	051
AZIMUT PROMEDIO <u>Pte Palo</u> = <u>Z2</u> = 179° 05'				

OBSERVACIONES

REAJUSTE DE LOS TRAMOS DE POLIGONALES
 A LOS PUNTOS DE COORDENADAS DADAS I A
 LOS PUNTOS DE TRIANGULACION.

PUNTO DE SALIDA *Puente Palo*
 PUNTO DE LLEGADA *Cerro San Cristobal (P.B.L.)*

VERTICES	ANGULOS			VERTICES	ANGULOS		
	1a. Comp.		2a. Comp.		1a. Comp.		2a. Comp.
	0	'	"		0	'	"
<i>Puente Palo</i>	<i>63°</i>	<i>03'</i>	<i>63° 02"</i>	<i>Z16</i>	<i>179</i>	<i>04</i>	<i>179 04</i>
<i>Z2</i>	<i>140</i>	<i>42</i>	<i>140 42</i>	<i>Z17</i>	<i>177</i>	<i>34</i>	<i>177 34</i>
<i>Z3</i>	<i>171</i>	<i>50</i>	<i>171 50</i>	<i>P0</i>	<i>277</i>	<i>24</i>	<i>277 24</i>
<i>Z4</i>	<i>7180</i>	<i>16</i>	<i>180 15</i>	<i>P1</i>	<i>86</i>	<i>35</i>	<i>86 35</i>
<i>Z5</i>	<i>179</i>	<i>59</i>	<i>179 59</i>	<i>P2</i>	<i>270</i>	<i>08</i>	<i>270 08</i>
<i>Z6</i>	<i>178</i>	<i>14</i>	<i>178 13</i>	<i>P3</i>	<i>167</i>	<i>14</i>	<i>167 14</i>
<i>Z7</i>	<i>179</i>	<i>45</i>	<i>179 45</i>	<i>P4</i>	<i>25</i>	<i>00</i>	<i>25 00</i>
<i>Z8</i>	<i>177</i>	<i>55</i>	<i>177 55</i>	<i>Cerro San Cristobal</i>			<i>95 56</i>
<i>Z9</i>	<i>179</i>	<i>46</i>	<i>179 46</i>				
<i>Z10</i>	<i>180</i>	<i>16</i>	<i>180 16</i>				<i>Σ 3800° 00'</i>
<i>Z11</i>	<i>180</i>	<i>41</i>	<i>180 41</i>				
<i>Z12</i>	<i>179</i>	<i>25</i>	<i>179 25</i>				
<i>Z13</i>	<i>180</i>	<i>01</i>	<i>180 00</i>				
<i>Z14</i>	<i>138</i>	<i>02</i>	<i>138 02</i>				
<i>Z15</i>	<i>191</i>	<i>14</i>	<i>191 14</i>				

LADOS	ANGULOS		DISTANC.	CALCULOS		Δx		Δy		COORDENADAS		PUNT.
	AZIMUT	RUMBO		SENO	COSENO	+	-	+	-	X	Y	
Pte Palo - Z ₂	179°05'	S 0°55'E	339.46	5.279	329.958					294.425,28	246.801,82	Pte Palo
				0.144	8.999							
				0.012	0.460							
				5.435	339.717	5.44		339.72				
						+0.03		+0.01				
Z ₂ - Z ₃	139°47'	S 40°13'E	379.11	238.902	282.535	5.47		339.71		294.430,45	246.462,11	Z ₂
				5.811	6.873							
				9.071	0.084							
				244.784	289.492	244.78		289.49				
						+0.03		+0.02				
						244.81		289.47		294.675,56	246.172.64	Z ₃
Z ₃ - Z ₄	131°37'	S 48°23'E	135.02	97.189	86.339							
				3.738	3.321							
				0.015	0.013	+0						
				100.942	89.673	100.94		89.67				
						+0.01		+0.00				
						100.95		89.67		294.746,57	246.082,97	Z ₄
Z ₄ - Z ₅	131°52'	S 48°08'E	223.83	163.834	146.828							
				2.234	2.002							
				0.618	0.554							
				166.686	149.384	166.69		149.38				
						+0.02		+0.01				
						166.71		149.37		294.943,22	245.933,60	Z ₅

LADOS	ANGULOS		DISTANC.	CALCULOS		Δx		Δy		COORDENADAS		PUNT.
	AZIMUT	RUMBO		SENO	COSENO	+	-	+	-	X	Y	
Z5 - Z6	131°51'	S48°09'E	110,59	81,938	43,390					294,943,22	245,933,60	Z5
				0,439	0,394							
				—	—							
				82,344	43,484	82,38			43,48			
						+0,01			+0,01			
Z6 - Z7	130°04'	S49°56'E	184,29	134,453	115,862					295,025,61	245,859,83	Z6
				3,061	2,545							
				0,222	0,184							
				141,026	118,624	141,04			118,62			
						+0,01			+0,01			
Z7 - Z8	129°49'	S50°11'E	49,60	34,634	31,346					295,166,66	245,741,22	Z7
				0,461	0,384							
				—	—							
				38,098	31,460	38,10			31,46			
						+0,00			+0,00			
Z8 - Z9	124°44'	S52°16'E	184,66	142,356	110,158					295,204,46	245,709,46	Z8
				3,164	2,448							
				0,522	0,404							
				146,042	113,010	146,04			113,01			
						+0,02			+0,01			
						146,06			113,00	295,350,82	245,596,46	Z9

LADOS	ANGULOS		DISTANC.	CALCULOS		Δx		Δy		COORDENADAS		PUNT.
	AZIMUT	RUMBO		SENO	COSENO	+	-	+	-	X	Y	
Z9 - Z10	124°30'	S 52°30' E	123,18	95,202	43,051					295,359,82	245,596,46	Z9
				2,380	1,826							
				9,143	9,110							
				94,425	44,984	94,43		44,99				
						+9,01		+0,00				
Z10 - Z11	124°46'	S 52°14' E	80,54	63,241	48,996	97,74		44,99		295,448,56	245,521,44	Z10
				9,451	9,349							
				63,692	49,345	63,69		49,35				
Z11 - Z12	128°24'	S 57°33' E	43,08	54,140	45,394					295,512,25	245,442,12	Z11
				9,063	9,049							
				54,233	45,443	54,23		45,44				
						+0,01		+0,00				
Z12 - Z13	124°52'	S 52°28' E	152,23	118,416	92,044	54,24		45,44		295,569,49	245,426,68	Z12
				1,549	1,228							
				9,182	9,141							
				120,144	93,443	120,18		93,44				
						+0,01		+0,01				
						120,19		93,43		295,689,68	245,333,25	Z13

LADOS	ANGULOS		DISTANC.	CALCULOS		Δx		Δy		COORDENADAS		PUNT.
	AZIMUT	RUMBO		SENO	COSENO	+	-	+	-	X	Y	
Z17 - P0	93°46'	S86°44'E	342,05	339,266	22,336					296,147	44,15	Z17
				1,996	0,131							
				0,050	0,003							
				341,312	22,470	341,31		22,47				
						+0,03		+0,01				
P0 - P1	191°10'	S11°10'O	221,46	42,606	215,835	341,34		22,46		296,488	48,245	P0
				0,194	0,981							
				0,147	0,446							
				42,947	217,562	42,95		217,56				
						+0,02		+0,01				
						42,93		217,56		296,445	85	P1
P1 - P2	97°45'	S82°15'E	285,99	277,442	87,458							
				4,954	0,674							
				0,981	0,134							
				283,377	88,566	283,38		88,57				
						+0,03		+0,01				
						88,341		38,56		296,429	26	P2
P2 - P3	187°53'	S7°53'O	46,43	10,424	45,282							
				0,100	0,423							
				10,524	46,005	10,52		46,01				
						10,52		46,01		296,418	14	P3

IV.-Relleno topográfico.

Como hemos dicho en el Plan de Trabajo, se ha efectuado el relleno topográfico apoyándose en las estaciones de todas las poligonales, tanto de control como secundarias.

1) En el Campo.

En las zonas de campo estas estaciones fueron niveladas, y el Operador tomaba los detalles de cercas, tapias, acequias principales, edificios, casas aisladas llevando un registro en las Libretas de campo donde se llenaba las columnas de ángulo horizontal ángulo vertical, distancia y el croquis correspondiente a éstos puntos. En la Oficina ésta Libreta se calculaba mediante regla taquimétrica las proyecciones horizontales y diferencias verticales con relación a la estación; y a continuación se le calculaban las cotas absolutas a los diferentes puntos basándose en la cota de la estación cuya nivelación se hizo previamente. El cálculo para proyección horizontal se hizo cuando el trabajo estaba en terreno muy plano donde los ángulos verticales no pasaban de $\pm 2^\circ$ pues las diferencias en la proyección pasarían desapercibidas en el dibujo. El Registro de las Libretas de Campo se muestra a continuación indicando como se ha efectuado este trabajo.

<u>14/3/45</u>		<u>LIMATAMBO</u>				<u>Wild. T.</u>	
Est. Punt.	Ang. Hor.	Ang. Vert.	Dist. (NG)	Proy. Hor.	Dif. Vert.	M.	COTAS
C ₁₄ -C ₁₃	0°0'	—	—				122,12
67	4°29'	92°39'	38,00	38,00	-	-	
68	117°27'	89°10'	124,00	124,00	+	2,45	
69	138°22'	89°41'	156,00	156,00	+	-	
70	88°36'	89°52'	116,50	116,50	+	-	
71	190°40'	88°28'	93,00	93,00	+	-	
72	204°23'	88°36'	99,00	99,00	+	-	

2) En zonas Urbanas.

El levantamiento en las zonas urbanas, el Operador llevaba solamente dos columnas, ángulo horizontal y distancia; pues la poligonal se hacía estableciendo estaciones en todas las esquinas y el relleno se hacía tomando las 4 esquinas correspondientes a cada cruce; manteniendo el tubo del anteojo dentro de $\pm 2^\circ$; en esta forma se evitaba un cálculo laborioso de proyección horizontal y diferencia vertical para todos los puntos. La distancia entre estaciones de poligonal se medían con winchas de acero y con el mayor cuidado horizontalmente. En esta forma el control planimétrico del plano quedaba asegurado.

Para las curvas de nivel se siguió el plan previsto, de

nivelar todas las tapas de buzones existentes, ubicando dentro del plano los buzones mediante brigadas especialmente preparadas para este objeto. La razón de este desdoblamiento de trabajo, se debe a que la sección de los estudios de desagües necesitaba todos los perfiles de los desagües de todas las avenidas y calles existentes para enlazar al proyecto integral que se prepararía.

V.- Nivelación.

Se hizo la nivelación primaria fijándose al Plan de Trabajo. Se utilizaron para esta nivelación dos niveles Zeiss de precisión. Se establecieron previamente al rededor de 130 Benches Marcks y se escogió para ubicarlos, los cimientos de edificios, zócalos de monumentos, en la Ciudad, en el Campo se colocaron contiguos a los cimientos de casas aisladas cimentaciones de compuertas y en algunos casos se construyeron hitos especiales que llevarían la plancha de bronce; el criterio para estas ubicaciones fué el de conseguir sitios firmes como para una duración probable de 50 años.

1) Primaria.

El procedimiento seguido para la nivelación de B.M. o primaria consistía en la formación de circuitos de más o menos 9 Kms., escogiendo los caminos mas firmes como pistas interurbanas, veredas, etc.; previo el cierre parcial de cada uno de estos circuitos se formaban artificialmente en la Oficina el circuito principal cuya característica era haber sido llevada la mira por pistas y veredas, habiéndose suprimido en esta forma los tramos en el campo. En la practica el cierre del circuito principal era menor que los cierres de los circuitos menores que le sirvieron de base. Para claridad de lo anteriormente expuesto copio la pág. 13 del Libro N°. 8 de nivelación primaria del Archivo del Plano de Lima, donde se muestra el circuito B artificialmente formado y cuyo cierre está dentro de la tolerancia así como el croquis indicando el recorrido que se ha seguido. Pág. 43-44

2) Secundaria o de Buzones (Complementaria)

Como se indica en el Plano de Trabajo la nivelación secundaria se ha efectuado en las zonas pobladas nivelando todas las tapas de buzones existentes. El procedimiento seguido consistía en partir de un B.M. cercano pasando por un Jirón hasta otro B.M. regresando por la calle paralela y así sucesivamente; obteniendo con esto una red perfectamente ajustada con gran densidad de puntos de control que eran los buzones en la intercepción de las calles.

3) De Poligonales.

Las estaciones de poligonales situadas en el Campo fueron niveladas partiendo del B.M. más cercano haciendo un recorrido por las estaciones de la poligonal y cerrando en el mismo B. o en otro que estuviera mas a la mano.

El Registro que se ha llevado para cada una de estas nivelaciones se muestra en la página siguiente. Pág. 45

VI.- Dibujo de planos.

Para llevar un trabajo ordenado hubo necesidad de estudiar un plan para evitar interferencias y tener un trabajo intimamente ligado a los avances tanto del Campo como de la Oficina.

Para esto fué necesario preparar las hojas de dibujo que cubrieran el area por levantar. Como los planos debían ser hojas manuales a la escala de 1/2.000 ya el servicio Aereo Fotográfico Nacional había hecho un rayado previo para las hojas aereas que debía presentar al Ministerio de Fomento según contrato a la escala aproximada de 1/2.000. Estas hojas cubrirían un area de 3 Kms.²

C I R C U I T O - B

ZONA: AVENIDAS ARGENTINA Y PROGRESO.

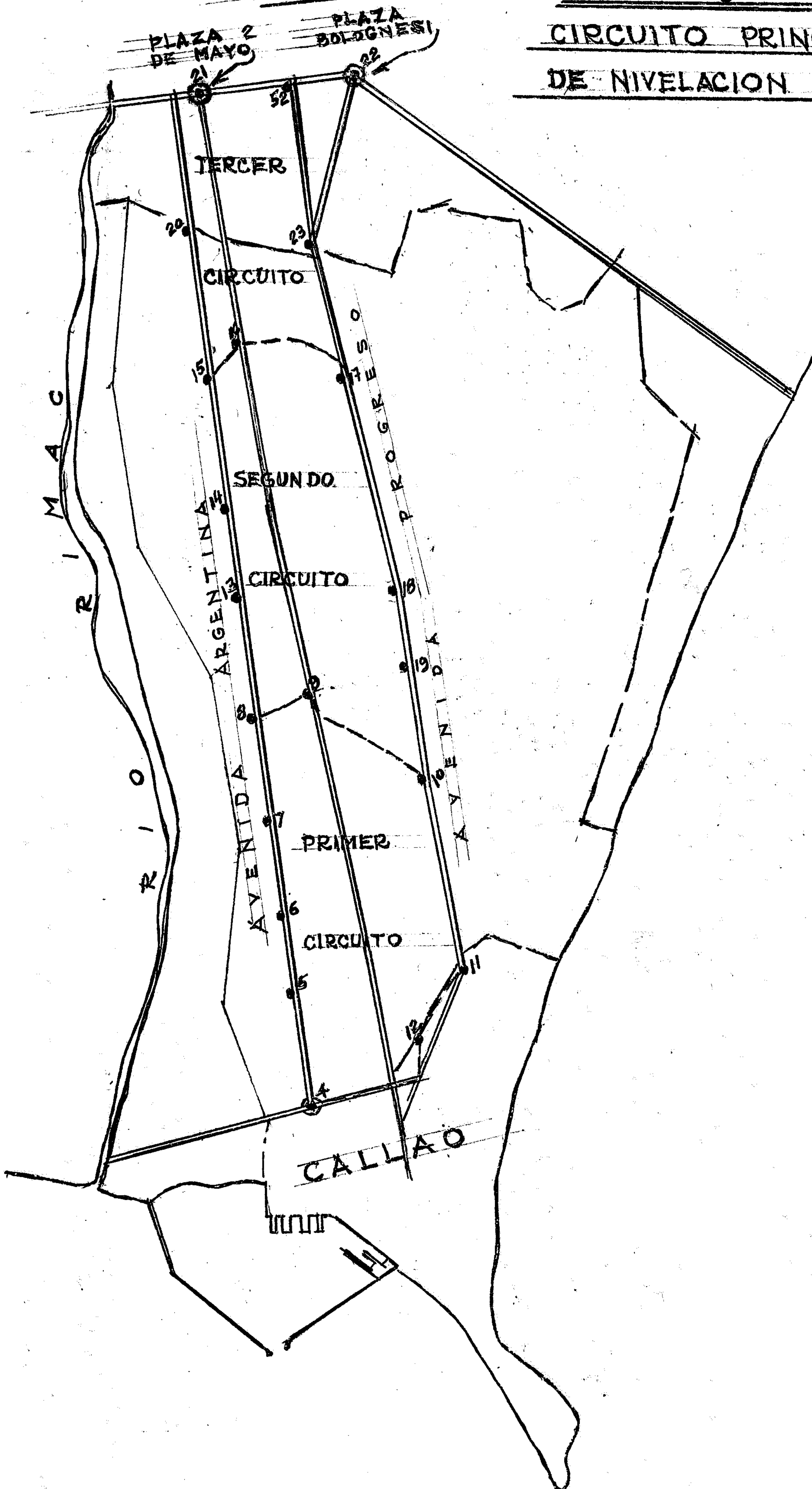
Es copia de la
pág. N° 3 del Li-
bro N° 8

B. M.	DISTANCIA AL ORIGEN	COTA OBSERVADA	CORRECCION	COTA ABSOLUTA
4	0.000 K	5.971 c	0.000	5.971 c
5	1.111	15.216	+ 0.001	15.217
6	2.008	25.687	+ 0.002	25.689
7	2.824	35.502	+ 0.003	35.505
8	3.907	46.205	+ 0.004	46.209
13	5.061	61.488	+ 0.005	61.493
14	5.952	74.411	+ 0.006	74.417
15	7.256	93.428	+ 0.007	93.435
20	8.649	113.505	+ 0.008	113.514
21	10.351	137.134	+ 0.010	137.144
52	10.971	134.822	+ 0.011	134.833
22	11.843	131.201	+ 0.012	131.213
23	13.644	110.960	+ 0.014	110.974
17	14.944	90.923	+ 0.015	90.938
18	16.984	62.780	+ 0.017	62.797
19	17.816	48.702	+ 0.018	48.720
10	18.903	38.161	+ 0.019	38.180
11	20.660	22.156	+ 0.021	22.177
12	21.601	15.931	+ 0.021	15.952
4	23.092	5.948	+ 0.023	5.971 c.
Distancia = 23.092 Km.		Cierre E = ± 0.023m c = + 0.001m x Km	Tolerancia = 0.01√23 = 0.048 m.	

LIMA

CROQUIS

CIRCUITO PRINCIPAL DE NIVELACION B³² B³³



REGISTRO DE NIVELACION PRIMER ORDEN

FECHA. ABRIL 10 DE 1944.		LUGAR. AV. ARGENTINA		AP. WILD #622	
PUNTOS	DIST.	V. AT.	V. AD.	∞	COTAS
BM.4	48.00	1.963			
1	47.00 50.00	2,186	0.567		
2	51.00 46.00	3.266	0,342		
3	48.00 49.00	3,783	0,645		
4	47.00 48.00	3.288	0,467		
5	46.00		0,372		

CROQUIS

REGISTRO DE NIVELACION SEGUNDO ORDEN
(BUZONES)

FECHA - MAYO 20 DE 1944		LUGAR. CALLE CHOTA 1ZQ.		AP. - Keuffel #1816	
PUNTOS	V. AT.	V. INT.	V. AD.	∞	COTAS
BM.21	1.803				
B ₁		1.164			
B ₂	1.804		1.036		
Esq. B ₃	1,803		1.365		
B ₄			1.004		

CROQUIS

REGISTRO DE NIVELACION DE POLIGONALES

FECHA. ENERO 6 DE 1945		POLIGONAL ³³ R ³³		AP. Keuffel #1816	
PUNTOS	V. AT.	V. INT.	V. AD.	∞	COTAS
BM.92	2,203				
R ₁₆		2.463			
R ₁₇	3.402		2,186		
	3,666		2,204		
R ₁₈			2,117		

CROQUIS

con las dimensiones de 2Kms. por 1,5 Kms.; el suscrito adoptó las mismas dimensiones y preparó las hojas en posición con la correspondiente hoja fotográfica. El Servicio Aereo Fotográfico adoptó sus propias coordenadas pero nosotros tomamos las del Servicio Geográfico del Ejército que empleamos desde el principio del trabajo al partir desde la base de Conchán. Es así como a la hoja N° 59 del Plano Básico de Lima, le corresponde las siguientes coordenadas a la esquina inferior izquierda de la misma:

Del S.A.M. 120.000 E. y 166.500 N.
Del P.B.L. 290.142,27 E. y 238.667,06 N. Como s

Como se vé al seguir este procedimiento, en el rayado de las hojas se ha mantenido la diferencia constante de $\pm 170.142,27$ E. y $\pm 72.167,06$ N. que es la constante que hay que corregir para pasar de un sistema al otro. Pues el N. es el mismo que orienta estos dos sistemas que corresponde al meridiano 77° . Cada hoja del Plano Básico de Lima tiene las siguientes características: 1 mto. en el sentido E.-O. y 0,75 mts. en el sentido N.- S. que llevan el área de 3 Kms² de levantamiento a la escala de $1/2.000$. En realidad las hojas tienen las siguientes dimensiones: 1,15 x 0,95 mts., por la zona de empalme, títulos, marco, etc. El número total de hojas previstas y rayadas para recibir el dibujo fue de 96 hojas en papel reforzado del tipo para plancheta. Posteriormente, en vista de que muchas de las hojas cubrían áreas de terrenos de cerros o terrenos fuera de la zona en estudio no se levantaron y el plano en realidad se compone de 80 hojas que satisfacen todas las necesidades, para los estudios de desagüe.

2) Colocación de puntos principales calculados por coordenadas.

Cada hoja se clasificó con un número, indicando también la zona aproximada que cubría, se le puso un título, se rayaron las coordenadas en tinta verde en escuadrilla de 0.10 x 0.10 mts. Cada hoja llevaba una zona de empalme de 0.01 de espesor en el perímetro de toda la hoja. Las hojas listas así pasaban a manos de los Ingenieros quienes se encargaban de ubicar los puntos topográficos principales así se pusieron sobre todas las hojas los puntos de triangulación primaria, secundaria y estaciones de poligonales de control; en este estado las hojas pasaban a poder de los Dibujantes, quienes habían recibido la instrucción respectiva para realizar los rellenos topográficos.

3) Colocación de puntos de relleno.

Los Dibujantes recibían las Libretas calculadas en taquimetría y podían así leer la estación que había sido ocupada, los puntos que habían sido tomados y se encontraban en los croquis, el origen de los ángulos horizontales, los ángulos correspondientes a cada punto, la distancia horizontal de éstos y la cota correspondiente; los puntos de cada estación una vez colocados en lápiz eran repasados con tinta poniendo su número en la parte superior y su cota debajo.

4) Detalles planimétricos e interpolación de curvas.

Los detalles planimétricos eran sacados de los croquis de la Libreta de Campo por cada dibujante que se hacía cargo del dibujo de la hoja correspondiente; y también se le enseñó el procedimiento para interpolar las curvas de nivel de metro en metro pero que debían quedar puestas en el plano provisionalmente en lápiz.

5) Revisión de las hojas. Utilización de las fotografías y planos del archivo.

Una vez que una hoja de dibujo era terminada en lápiz, pasaba a manos de un Ingeniero quién hacía la revisión correspondiente; así comparaba los detalles planimétricos con las fotografías del Servicio Aerofotográfico Nacional y podía así constatar los defectos u omisiones de algunos detalles, por otro lado se veían en el archivo todos los planos que tuvieran topografía de ésta zona; en ésta forma se agotaba todo el detalle que podía llevar la hoja y que técnicamente eran buenas.

6) Entintado y terminación del Plano.

La hoja de dibujo ya revisada se le completaba con los siguientes datos: título, zona, número de hoja, operadores y dibujantes participantes, revisión y conforme de los jefes, convergencia de meridiano al centro de la hoja y fecha. A continuación se entintaba todo el relleno topográfico; acequias principales en azul, tapias y líneas de fachada en negro, linderos imaginarios en elementos, pistas interurbanas dos líneas en negro finas. Los puntos principales de topografía como sigue: triangulación primaria con triángulo equilátero rojo de 4 mm. de lado, secundaria de 3 mm. de lado, poligonales principales de control círculo rojo de 3 mm. de diámetro, poligonales secundarias círculo rojo de 2 mm. de diámetro, buzones de desagües 2 mm. de diámetro en azul, etc.

Los originales en papel reforzado una vez terminados servían para sacar los originales en tela, sacando de ésta las copias en blanco o en azul para las necesidades de la sección. En la página siguiente ilustramos con un detalle el rayado de las hojas a 1/2000 sobre un esquema a la escala de 1/100000.

VII.-Control y ajustes del Plano.

1) Triangulación primaria.

Para la triangulación primaria se tomaron todas las características para obtener una triangulación que fuera clasificada dentro del criterio internacional como de segundo orden. Para constatar el control horizontal del trabajo efectuado lo comparamos con las características que deben requerir las triangulaciones de acuerdo con la Publicación Especial N°.145 de U.S. Department Of Commerce del U. S. Coast And Geodetic Survey en el cuadro de la página 3 que copiamos:

TRIANGULACION

Especificaciones	1° orden	2° orden	3° ord.
Resistencia de figuras:			
Limite deseable entre bases	80	100	125
Limite máx. entre bases	110	130	175
Limite deseable una fig.	15	25	25
Limite máx. una figura	25	40	50
Báse de comprobación:			
Discrepancia entre báse calculada y báse medida directamente	1/25000	1/10000	1/5000
Cierre de triangulos:			
Promedio no excederá	1"	3"	6"
Máximo no excederá	3"	8"	12"
Numero de observaciones:			
Con teodolito al segundo	16	4	2
Báse medida:			
Actual error no exceder	1/300000	1/150000	1/75000
Error probable no exced.	1/1000000	1/500000	1/250000
Discrepancia entre 2 sec.	10mm V \sqrt{k}	20mm V \sqrt{k}	25mm V \sqrt{k}
Error probable de azimut	0,5"	2"	5"

3) Poligonales de control.

En vista que las poligonales de control han sido las primeras poligonales que han controlado el relleno topográfico y que como hemos dicho ya anteriormente los ajustes se han hecho a los puntos de triangulación; para su control adoptamos un error relativo que no ha sido nunca mayor de $1/3000$, errores que se ajustaban entre los dos puntos de triangulación y proporcional a la longitud de los lados de la poligonal entre éstos dos puntos.

4) Nivelación.

El control de la nivelación ha consistido en

- a) Control directo, que consistía en cerrar la Libreta de Campo en la Oficina, constatando si los errores de cierre de los circuitos estaban dentro de la tolerancia para cada caso; y
- b) Control indirecto que era el que se practicaba con otro Operador que cruzaba el anterior circuito controlando algunos puntos de éste.

El ajuste de los errores de éstos trabajos se efectuaba considerando los errores proporcionales a la distancia ya sea entre B.M. para el caso de la nivelación primaria o entre buzones para el caso de la nivelación de relleno.

Las tolerancias para la nivelación primaria, secundaria o de buzones y de poligonales eran las siguientes:

Nivelación primaria.....	0.01V D
Nivelación secundaria o de buzones.....	0.02V D
Nivelación de poligonales de control....	0.03V D

Cuando en el control directo de éstas nivelaciones los errores de cierre eran mayores que la tolerancia se repetían éstas en el todo o en parte cuando habían puntos intermediarios donde estaban cerrando dentro de la tolerancia.

V

VIII.- Registro del trabajo ejecutado.

1) En el Campo (marcas permanentes)

En vista de que un levantamiento topográfico no termina con el plano que en ese momento se necesita, sino que sus alcances son más importantes ya que un marco bien ajustado de triangulación y poligonales de control cuyos puntos queden firmemente fijos en el terreno aseguran en cualquier momento una mejora en los trabajos ya ejecutados y que con nuevos rellenos se obtendrían trabajos de mayor precisión ajustado a las necesidades de ese momento y sin perder los trabajos previamente hechos que han costado fuertes sumas al Estado y que por consiguiente no deben perderse. Este es el caso del Plano Básico de Lima cuyo marco de control está bien ajustado y cuyos puntos están firmemente puestos en el terreno y cuyas tarjetas son las características de éstos están en el archivo del Plano Básico.

La triangulación primaria cuyos puntos son todas estaciones ocupadas están fijados en el terreno mediante hitos de concreto al nivel del terreno con una barilla de fierro al centro de la sección.

Los puntos de triangulación secundario indican, las partes altas de astas de banderas, Torres, de edificios importantes perfectamente reconocibles a través del tiempo.

Los puntos de las poligonales de control han sido fijados sobre el terreno en un 30%, en el campo con hitos pequeños de concreto al nivel del terreno y

CUADRO DE LOS BENCHS MARKS COLOCADOS PARA EL
LEVANTAMIENTO DEL PLANO BASICO DE LIMA

Nº.	U b i c a c i ó n	Altura s.n.m.
1.	-Callao.-Entrada Arsenal Naval.....	3.928
2.	-Callao.-Terminal Av.Pacífico.Rio Rimac.....	5.045
3.	-Callao.-Av.Pacífico.-Sub.Esta.E.E.....	5.302
4.	-Callao.-Av.Pacífico.-Obelisco Callao.....	5.971
5.	-Callao.-Av.Argentina a 1 km.del Obelisco.....	15.217
6.	-Av.Argentina.-Inst.Genético de Alg.....	25.689
7.	-Av.Argentina.-Casa Sr.Stagnola.....	35.505
8.	-Av.Argentina.-Entrada Fab."Santa Catalina"...	46.209
9.	-Av.Colonial.-La Legua.Cuartel G.C.....	47.577
10.	-Av.Progreso.-Entrada Callejón Aguilar.....	38.180
11.	-Bellavista.-Cruc.Avs.J.Galvéz y Progreso.....	22.177
12.	-Bellavista.-Entrada Iglesia Parroquial.....	15.952
13.	-Av.Argentina.-Tanue Frig.San Antonio.....	61.493
14.	-Av.Argentina.-Granja Avic."La Esmeralda".....	74.417
15.	-Av.Progreso.-Propiedad Sr.A.Aranzibia.....	93.435
16.	-Av.Colonial.-Entrada Callejón Mirones.....	100.674
17.	-Av.Progreso.-Casa Hacienda San Jose Aram.....	90.938
18.	-Av.Progreso.-Pie Huaca Aramburu.....	62.797
19.	-Av.Progreso.-Cruc.Callejón Concha.....	48.780
20.	-A.Argentina.-Entr.Fab.Fideos Aliznza.....	113.514
21.	-Lima.-Monumento Plaza Dos de Mayo.....	117.144
22.	-Lima.-Monumento Plaza Bolognesi.....	131.213
23.	-Lima.-Cruc.Avs.Progreso y Tingo María.....	110.974
24.	-Lima.-Entrada Hospital del Niño.....	120.804
25.	-Mag.Vieja.-Cruc.Av.Brasil y Gen.Vivanco.....	89.364
26.	-Mag.Vieja.-Ent.Iglesia Parroquial.....	86.358
27.	-Lima.-Estribo derecho Puente del Ejercito....	130.298
28.	-Dist.Rimac.-Entrada Estanco de la Sal.....	122.753

Nº.	Continuación U b i c a c i ó n	Altura s.n.m.
29.	Dist.Rimac.-Escuela de Ingenieros.....	113.845
30.	Dist.Rimac.-Av.Mayor Eléspuru.Polígono Tiro..	127.162
31.	Dist.Rimac.-Convento de los Delcalzos.....	151.754
32.	Dist.Rimac.-Av.Fco.Pizarro.-Igl.San.Fco.Paula	148.849
33.	Dist.Rimac.-Edif.Terminal Terrestre.....	161.529
34.	Dist.Rimac.-Estanco del Tabaco.....	151.544
35.	Dist.Rimac.-Puente Palo.-Est.Derecho.....	143.532
36.	Lima.-Entrada Iglesia Santa Clara.....	170.358
37.	Lima.-Entrada Iglesia Santo Cristo.....	184.094
38.	Lima.-Monum.Daniel Carrión.-Hosp.Dos de Mayo.	166.941
39.	Lima.-Av.Grau.- Escuela de Artes y Oficios...	151.871
40.	Lima.-Parque Universitario.....	151.138
41.	Lima.- Entrada Palacio de Congreso.....	160.508
42.	Lima.-Plaza Italia.-Mtº.de Gobierno.....	162.685
43.	Lima.-Monumento Manco Capac.-La Victoria.....	139.834
44.	Lima.-Monum.Hidalgo.-Plaza Mexico.....	129.218
45.	Lima.-Instituto Nacional de Vacuna.....	109.078
46.	Lima.Ministerio de Salubridad Pública.....	118.650
47.	Lima.-Ministerio de Fomento.....	132.742
48.	Lima.-Plaza San Martín.-Ent.Circolo Militar..	148.210
49.	Lima.-Plaza de Armas.-Palacio de Gobierno.....	153.588
50.	Lima.-Parque Reserva.-Monum.a Sucre.....	127.991
51.	Lima.-Av.Progreso.-Adif.Agua Potable.....	129.604
52.	Lima.-Av.Alfonso Ugarte.Edif. General Motors.	134.833
53.	Lima.-Avs.Tacna y Huancavelica.....	144.657
54.	Lima.-Plaza Cercado.-Cuartel Conchucos.....	180.570
55.	Lima.-Pista a Chosica.-Fab.Muebles Cochop...	174.695
56.	Lima.-Pista a Chosica.-Grifo Olchese.....	177.137
57.	Lima.-Av.28 de Julio.-Chalet N°.2399.....	161.276
58.	Lima.-Toma acequia Fundo Azcona.....	114.985
59.	Mag.Vieja.-Ovalo Urb.Parque San Martín.....	96.235
60.	Mag.Vieja.-Av.Brasil.-Hospital de Policía....	82.735

Continuación

Nº.	U b i c a c i ó n	Altura s.n.m.
61.	Lima Av. Salaverry.-Hipodromo San Felipe.....	83.798
62.	Lima.-Av. Salaverry.-Colegio Sofiano.....	95.085
63.	Mag. del Mar.-Av. Brasil.-Mon. a Pierola.....	58.682
64.	Mag. del Mar.-Entrada Iglesia Parroquial.....	60.189
65.	San Miguel.-Parque Av. San Miguel y G. Grau....	52.897
66.	San Miguel.-Cruc. Jir. La Mar y Malecón.....	50.373
67.	San Miguel,-Instituto Ermelinda Carrera.....	45.033
68.	Av. Costanera.-Entr. Callejón Maranga.....	36.987
69.	Capilla en Casa Hacienda Maranga.....	47.512
70.	Av. Costanera.-Altura Posta luz N ^o 75.....	31.255
71.	La Perla.-Av. Santa Rosa.-Casa Hector Boza...	22.473
72.	Callao.-Plaza Guardia Chalaca.....	7.620
73.	Callao.-Av. Pacífico Cas N ^o 134.....	9.675
74.	Callao.-Entrada Colegio Nacional de Mujeres..	8.266
75.	Callao.-Esq. Fabrica Cerveza Callao.....	3.646
76.	Callao.-Castillo Real Felipe.....	4.001
77.	Callao.-Plaza Grau.-Capitanía Naval.....	3.675
78.	Callao.-Entrada Terminal Marítimo.....	2.806
79.	Chucuito.-Plaza Santa Rosa.....	5.203
80.	La Punta.- Plaza Gálvez.....	2.762
81.	La Punta.-Entrada Municipalidad.....	2.219
82.	La Punta.- Entrada Escuela Naval.....	1.951
83.	Crucero Avs. Ejercito y Salaverry.....	66.675
84.	Av. Ejercito.-Entrada. Cuartel Gran San Martín.	66.753
85.	Santa Cruz.-Aeropuerto Faucett.....	78.765
86.	San Isidro.-Parque Dammert.....	91.073
87.	Miraflores.-Av. Pardo Primer Ovalo.....	69.183
88.	San Isidro.-Colegio Santa María.....	88.984
89.	San Isidro.-Cruc. Conquistadores y Code. Monclova	93.069
90.	Miraflores.-Av. Arequipa.-Casa Sr. Boggio.....	102.144
91.	San Isidro.-Entrada Iglesia Parroquial.....	102.201

Continuación

Nº.	U b i c a c i ó n	Altura s.n.m.
92.	-Limatambo.-Carret.Panam.Placa.Comp.Repu Panamá.	127.082
93.	-Av.Arequipa.-Ovalo San Isidro.....	108.252
94.	-Miraflores.-Cruc.J.Chávez y Malecón.....	68.651
95.	-Mireflores.-Ent.Iglesia Parroquial.....	83.129
96.	-Miraflores.-Crucs.Avs.Arequipa y Primavera	92.252
97.	-Miraflores.-Cruc.Malec.Reserva y J.Porta	70.870
98.	-Miraflores.-Quebrada Armendariz	72.248
99.	-Miraflores.-Cruc.Avs.28 de Julio y Reducto	80.097
100.	-Barranco.-Parque entre Fanning y B.Aguirre	76.329
101.	-Barranco.-Parque Saenz Peña	68.000
102.	-Barranco.-Cruc.Cir.Melgar y 28 de Julio	59.348
103.	-Barranco.-Cruc.J.Independencia y Av.Barranco	54.185
104.	-Chorrillos.-Carret.Panamericana y Av.Aviación	60.331
105.	-Barranco.-Parque Raymondi.....	68.632
106.	-Barranco.-Carret.Panamericana.Cine Progreso..	75.088
107.	-Miraflores.-Carret.Panamericana y Av.28 Julio	83.998
108.	-Miraflores.-Av.Primavera.Reservorio A.Potable	112.106
109.	-Limatambo.-Fachada Principal Aeseopuerto	125.329
110.	-Chorrillos.-Baj.Baños Agua Dulce.Pilar Puente	36.088
111.	-Chorrillos.-Malecón y Camaná.....	39.638
112.	-Chorrillos.-Pista Herradura.Casa R.Tremou....	31.747
113.	-Chorrillos.-Entrada Iglesia Matriz.....	37.202
114.	-Chorrillos.-Ent.túnel hacia la Herradura.....	47.312
115.	-Chorrillos.-Carret.Panamericana.Casa Albornoz	37.020
116.	-Chorrillos.-Carret.Panamericana.Cuartel C.Villa	28.125
117.	-Las Palmas.-Arsenal de Aeronáutica.....	57.391
118.	-Las Palmas.-Fach.nueva Escuela de Aviación....	68.753
119.	-San Juan.-Ent.Iglesia San Juan.....	65.291
120.	-Surco.-Ent.Escuela Elemental Nº.4334.....	79.892
121.	-Lima.-Plaza Maisson Santec.....	143.981
122.	-Lima.-La Polvora.....	161.745

Continuación

Nº.	U b i c a c i ó n	Altura s.n.m.
123.	-Lima.-Reservorio de Ansieta.....	193.054
124.	-Lima.-Entrada Cuartel"La Polvora".....	204.963
125.	-Lima.-Reservorio Principal en Agustino	230.832
126.	-Lima.-Entrada a la Atarjea.....	245.164
127.	-Lima.-Pista Chosica.Crúz Yerbateros.....	188.051
128.	-Lima.-Hacienda Salamanca (San Germán).....	194.427
129.	-Pista a Chosica.-Hacienda Puente.....	227.781
130.	-Pista a Chosica y Pista a la Molina.....	251.990
131.	-Pista a Atocongo.-Casa Hda.Higuereta.....	104.848
132.	-Pista a Atocongo.-Vista Alegre.....	96.755
133.	-Pista Atocongo.-Chocavento.....	84.986
134.	-Hacienda Pueblo Nuevo.....	139.762
135.	-Hacienda San Borja.-Capilla.....	151.190
136.	-Hda,Mendoza.-Pontón del F.F.C.C.Lurín.....	189.727
137.	-Casa Hacienda Camacho (Compuerta).....	226.895
138.	-Hacienda Monterrico Chico.....	192.351
139.	-Piedra Lisa.....	146.375
140.	-Las Palmas y Cerro Zig Zag.....	-----

Tarjeta N° 43 punto
Torre Maria Auxiliadora

MINISTERIO DE FOMENTO
S.T. de E.D. y P.de L.

PLANOTECA

N° 43

PUNTO: Torre Maria Auxiliadora ORDEN: Segundo N°:22
CLASE DE PUNTO: "Cruz de la Cúpula"
ZONA: Avenida Brasil-Lima.
UBICACION PRECISA: Eje de la Torre de la Iglesia de
Maria Auxiliadora, situada con
frente a la Av. Brasil y a 100 mts.
de la Plaza Bolognesi.
FECHA DE COLOCACION ----- FECHA DE TRIANG.: 5/5/44
COORDENADAS: X = 294.597,01 LATITUD 12°03'53"69
Y = 242.818,84 LONGITUD 77°02'58"64
AZIMUT: A Puente Palo 357°31'52"
A San Cristobal 142°10'50"
A Hca. Arámburu 270°22'08"
HOJA DE DIBUJO N°: 42
LADOS PRINCIPALES EN EL VERTICE: A Puente P. 3986.60m
A Hca. Arám. 4807.79m
A Sn. Crist. 3646.48m
BRIGADA: Ings. N. Devoto y A. Rodríguez LIBRETA N°: 1
REVISADO Ing. N. Devoto CONFORME Ing. N. Devoto.

Para los puntos de las poligonales fijados en el terreno se ha tenido en consideración tarjetas que llenan los siguientes puntos: punto, poligonal, zona, ubicación precisa, fecha de colocación, fecha de nivelación, coordenadas planas, cota absoluta, brigada, N° de libreta, revisión y conforme del Jefe. Las tarjetas para el archivo de los Benchs Marks, se ha llevado como se indica en la copia de la tarjeta N° 46 presentada en la siguiente forma:

MINISTERIO DE FOMENTO S. del R.
S.T. de E. de D. y P. de L.

PLANOTECA

N° 46

PUNTO: De nivelación B.M. N° 46
TIPO DEL PUNTO: Placa circular de bronce empotrada en
el piso de concreto de la vereda.
ZONA: Lima Circuito F.-2
UBICACION PRECISA: Ministerio de Salubridad y Trabajo
En la vereda de la fachada principal, lado derecho junto a la primera grada de la escalinata de ese lado (suroeste) y que conduce a la puerta principal.
FECHA DE COLOCACION: 12/4/44 FECHA DE NIVELACION
COTA ABSOLUTA: 118.650 m
BRIGADA: J.M. Robles LIBRETA: De campo N° 14 p 27
Cot. Absolut. N° 29 p 15
REVISADO: A. Rodríguez CONFORME: N. Devoto.

En general para todos los Benchs Marks existe una tarjeta similar en el archivo. Para las estaciones de las poligonales principales existen en el archivo expedientes de todas estas poligonales donde están indicadas los ángulos, los lados y las coordenadas planas, en número que pasa de 6.800 estaciones.

Todas las libretas de campo se encuentran archivadas en orden correlativo y clasificadas en los siguientes grupos: de triangulación, de poligonales de control, de relleno topográfico, de nivelación primaria o de Benchs Marks y libretas complementarias.

3) Archivo de planos.

a) Su importancia original.

Al tratarse de levantamientos de planos de gran extensión y sobre todo tratándose de grandes áreas urbanas es necesario antes de iniciar un trabajo de ésta magnitud, establecer el archivo de todos los planos existentes de la zona, como por ejemplo: planos de Haciendas, planos urbanos de edificios de gran superficie, zonas urbanas de reciente formación como las urbanizaciones etc. que previo un estudio individual de cada uno de éstos planos se podía determinar su utilidad y hacerlos aprovechables para detalles de rellenos del Plano Básico de Lima; así por ejemplo con 4 puntos de control se ha conseguido la ubicación de todos los contornos del Palacio de Justicia cuyos planos estaban en nuestro archivo evitándose así una labor innecesaria con la consiguiente pérdida de tiempo, igualmente fueron ubicados el Palacio de Gobierno, Ministerio de Gobierno, Ministerio de Salud Pública, Escuela de Ingenieros Urbanizaciones etc..

b) Los planos así obtenidos se archivaron tomando como base una letra del alfabeto y clasificados por orden correlativo, posteriormente se modificó en la clasificación del archivo adoptándose el sistema decimal.

c) Su control por sistema decimal; éste control consistía en clasificar con la primera serie de los números los planos por orden de su importancia y así se obtuvo en orden correlativo, planos generales de gran extensión, planos de haciendas, planos de urbanizaciones, planos de edificios públicos etc. y una segunda clasificación decimal para determinadas características de los planos archivados. Puedo asegurar que el archivo de planos ha economizado un 10% de los gastos y ha cumplido así su cometido en el planiamiento general estudiado al iniciar los trabajos. Actualmente se cuenta con cerca de 2,000 planos que ya están clasificados de acuerdo con el sistema adoptado.

IX- Conexiones del Plano de Lima con trabajos anteriores.

1) Con el Servicio Geográfico del Ejército (hoy Instituto Geográfico Militar).

El Servicio Geográfico del Ejército nos proporcionó la base de partida para nuestra triangulación, un tramo de la base de Conchán entre el pilar N°.1 y pilar N°.4 que mide 4.853,259 mts.

También hemos tomado del Servicio Geográfico el sistema de coordenadas empleado por ellos en el plano director, sistema que está orientado con el meridiano 77° y el origen de coordenadas latitud 12° y longitud 77° correspondiéndole las coordenadas planas 250.000 y 300.000.

Como el S.G.E. tenía muchas coordenadas calculadas por ellos de muchos puntos importantes nosotros los comparamos con las coordenadas que obtuvimos en nuestro trabajo y así podemos ver las discrepancias de las coordenadas de los siguientes puntos:

PUNTOS	C O O R D E N A D A S	
	X	Y
Monum. Soldado Heroico del Serv. G. del E.	295.879,75	230.578,44
Monum. Soldado Heroico del Plano Básico Lima	295.879,35	230.578,60
Discrepancia	<u>+ 0,40</u>	<u>- 0,16</u>
Iglesia de Surco (Cúpula) S.G. del E.	298.787,18	233.443,36
Iglesia de Surco (Cúpula) P.B. de L.	298.787,40	233.442,72
Discrepancia	<u>- 0,22</u>	<u>+ 0,64</u>

En esta forma veíamos que con estas conexiones teníamos seguridad de que íbamos bien en nuestros cálculos. Comparaciones como ésta hemos tenido 9; con la tendencia a sacar el valor de Y más alto que el dado por el S.G. del E., basándome en estas observaciones he podido formar criterio sobre el error creciente de la triangulación, antes de haber medido la base de comprobación donde se tuvo completa seguridad de que éste error era creciente con todas las características del error relativo de una triangulación de segundo orden dentro del criterio internacional.

- 2) Con el Servicio Aereofotográfico.
Con el Servicio Aereofotográfico se ha adoptado el rayado y dimensiones de las hojas para la escala de 1/2.000; la orientación es la misma que ~~ha~~ del Plano Básico de Lima y las coordenadas se diferencian en una cantidad constante tanto en X como en Y. Por otra parte han tenido gran utilidad las hojas fotográficas para constatar si los rellenos topográficos habían tomado todos los detalles planimétricos importantes, eliminando así los errores groseros que podrían haberse presentado sin esta importante ayuda de las fotografías.
- 3) Con el Cuerpo de Ingenieros de Minas.
El año 1919 el Cuerpo de Ingenieros de Minas hizo el levantamiento de Lima y dejó una serie de planos a la escala de 1/1.000 y que en vista del control de coordenadas llevado entonces dejaban perfectamente aclarado la bondad del trabajo; este plano ha sido controlado por nosotros mediante poligonales que han controlado una serie de esquinas y se ha constatado que podía aprovecharse los detalles planimétricos de todas las manzanas antiguas de Lima que no habían sufrido modificación desde entonces, en esta forma se ha economizado el 50% de las labores que hubieran sido necesarias si se hubiera levantado íntegramente esta zona. Además nuestras nivelaciones en Lima, Callao y alrededores han tenido puntos de contacto con la nivelación efectuada en ese entonces por el C. de I de M. y así podemos ver las discrepancias obtenidas en los siguientes puntos:

REFERENCIA	COTA C.I. de M.	COTA P.B. de L.
B.M. Plaza Grau	3,680	3,675
Buzón entre Gremios y Piedra	147,528	147,600
Buzón entre Colmena y Muelle	141,474	141,390
Buzón entre Mapiri y Cotabambas	144,599	144,560
Buzón entre Trujillo y Marañón	150,522	150,500

Como se vé las nivelaciones de entonces estaban referidas a un nivel medio del mar muy preciso, y las nivelaciones bien efectuadas, esto, para el Plano de Lima ha servido para un control altimétrico del trabajo.

4) Con trabajos particulares.

Ningún trabajo particular ha podido ser aprovechado íntegramente, pero sí han servido para ver si los planos levantados por nosotros no omitían ningún detalle de importancia y si habían sufrido muchas alteraciones los planos que tenían fechas muy antiguas. Por eso la importancia de los planos particulares ha sido la ventaja del archivo de planos que recopilamos antes de iniciar el trabajo y que ya hemos dicho anteriormente cual ha sido su importancia.

X.-Rendimientos.

1) Personal.

La ejecución y el dibujo de los planos de Lima, se ha llevado a cabo con el concurso de un personal en su mayoría Topógrafos para todos los trabajos de relleno de topografía y nivelación, personal que inicialmente hubo que prepararlo para que realizara una labor eficiente; sin embargo debido a su poca experiencia y apesar de que el control se hacía muy estricto fue necesario repetir el 40% aproximadamente del trabajo de campo efectuado por ellos.

Las labores de triangulación primaria, secundaria y poligonales de control si estuvieron a cargo de Ingenieros y el trabajo fue llevado técnicamente con las tolerancias permitidas habiendose repetido solamente algunas estaciones de triangulación por escasez de datos y algunas poligonales de control por haber salido ésta fuera de la tolerancia. En la oficina se formó un grupo de dibujantes que inicialmente fueron 7; se les preparó para rayar todas las coordenadas de todas las hojas de dibujo que iban a ser necesarias a la escala de 1/2.000 en seguida, a poner sobre las hojas de dibujo los puntos de triangulación y poligonales calculadas por coordenadas y al final, a leer las libretas de los Ingenieros y Topógrafos de todos los rellenos topográficos.

2) Costo del plano.

El costo del Plano de Lima al finalizar las labores fue aproximadamente de S/.23.00 por hectarea; más adelante y en vista de una serie de ampliaciones, nueva orientación de la oficina, trabajos a parte de los netamente del plano, conservación inicial de éste, etc. las últimas 1.000 hectareas

resultaron a un precio más alto, cerca de S/.32.00 por hectárea. Con fecha 20 de Julio de 1945 se sacó un costo que daba un valor inicial de S/. 18.00 por hectárea este costo se sacó de los gastos ya efectuados entonces en la oficina y cuyo detalle es el siguiente:

Gastos totales de la Oficina de Estudios de Desagües y Plano de Lima	S/.444.863,00
Partidas de gastos en camionetas, instrumentos y muebles sujetas a amortización en 5 años	76.273,00
Gasto efectivo a la fecha de toda la Sección	368.590,00
De ésta cantidad corresponde al Plano Básico de Lima el 60%	221.154,00
Amortización en año y medio, de la partida de S/.76.273,00 para el 60% con cargo al Plano	13.700,00
Total líquido gastado en la sección del Plano de Lima	<u>234.854,00</u>

El área levantada a esta fecha con sus respectivos planos se estimaba en 13.000 hectáreas lo que daba un valor aproximado entonces de S/. 18.00 por hectárea. Este costo por hectárea es inferior al precio de S/.50.00 por hectárea que los Ingenieros particulares cobran en plaza por esta clase de trabajo, lo cual justifica la inversión que el Estado ha hecho para obtener el Plano General de Lima.

3) Documentos y Planos que constituyen el Plano Básico de Lima.

De acuerdo con el estudio que se hizo del crecimiento de la población de Lima para un futuro de 40 años por la Sección Estudios de Desagües el levantamiento del Plano abarcó una extensión aproximada de 20.000 hectáreas. Estas 20.000 hectáreas están recopiladas en 78 hojas a la escala de 1/2.000; un plano clave a la escala de 1/20.000 y 3 planos a la escala de 1/10.000 que estaban en proceso de reducción. Los documentos que integran este plano son: una memoria explicativa (la presente), 8 libros de los cálculos de triangulación, poligonales de control y nivelación 40 expedientes de poligonales calculadas por coordenadas y en general los archivos de libretas y tarjetas del registro del trabajo.

CONCLUSIONES GENERALES.

1) Carácter permanente del Plano.

Por todo lo anteriormente expuesto en ésta memoria, se ha tratado de conseguir que el marco de trabajo, que lo constituye la red de triangulación y poligonales de control, tenga un carácter permanente, pues el principio general que debe observarse en un plano topográfico, es que su utilidad futura depende de la exactitud de su control, pues, planos en este respecto débiles, cuando las exigencias de su exactitud sean mayores, se convierten en inadecuados y se presenta entonces la necesidad de hacer un nuevo plano; por esto en el Plano de Lima se ha tratado de que su utilidad se extienda en el futuro y cuando las necesidades requieran un plano con más detalles, esto se solucionará con la adición de éstos extendiéndose indefinidamente en esta forma su empleo.

2) Conservación y mejoramiento.

Como actualmente Lima está en un período de crecimiento muy rápido es imprescindible llevar los adelantos materiales de la Ciudad sobre los originales de los planos de Lima de 1/2.000; pues si un plano de esta naturaleza quedara con el levantamiento original, en muy pocos años resultaría arcaico y presentaría dificultades por omisión de una serie de nuevas obras que dentro del perímetro del levantamiento se hubieran efectuado.

En cuanto a mejoramiento del plano, se tendría en consideración aquellos levantamientos a escalas menores (1/1.000, 1/500, etc) que por sus mayores detalles podrían ser tomados nuevamente como rellenos mejorando así los originales que por tratarse de escala mayor no han llevado muchos detalles.

Conservación y mejoramiento son pues dos cosas indispensables que no deben olvidarse para que este plano sea siempre útil a las necesidades de las diferentes dependencias del Estado.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, sería necesario y se ha tenido en cuenta que se sacaran ediciones anuales en papel o tela transparente con el progreso urbano al 31 de diciembre de cada año, que sería fácil si los originales en papel reforzado fueran llevados al día.

3) Aprovechamiento del plano por otras dependencias del Gobierno.

El plano de Lima fue necesario inicialmente para satisfacer los estudios de desagües, sin embargo este plano va a cumplir un mayor beneficio al Estado, ya que puede servir dentro del área levantada todas las necesidades que diferentes dependencias del Estado emprenden a diario, así los estudios definitivos de un plano regulador que no ha podido existir antes en vista de no haber existido un plano a curvas de nivel de la zona, hoy puede ser una realidad que puede llevarse a la práctica por la dependencia de Fomento que se encarga de los Planos Reguladores; podrían hacerse estudios definitivos de agua y que actualmente el Ministerio de Fomento emprende a base de los planos levantados, inventarios de los Bienes Nacionales sobre estos planos lo está haciendo actualmente el Ministerio de Hacienda, un estudio integral de luz y fuerza eléctrica puede ser estudiado hoy en detalle; como se ve son muchas las ventajas indirectas que estos planos han traído para el Estado.

En este sentido se ha pensado que si un plano como el levantado se oficializara traería grandes ventajas en tiempo, pues las tramitaciones con los particulares quedarían coordinadas presentando sus planos en el mismo sistema de coordenadas y cotas absolutas que fueran necesarios para el caso particular que se presentara.

4) Autocrítica a los trabajos ejecutados para el Plano Básico de Lima.

Muchas son las fallas, que se cometen entre el planiamiento de un trabajo y la ejecución de él, y este no es un caso especial; pero voy a dejar saltante las cosas más importantes que han debido tenerse en consideración y que han podido conducir a un trabajo de mejor calidad y con una rapidez mucho más conveniente:

a) Base de partida más cerca de Lima.

Tratándose de los altos valores que la propiedad va adquiriendo dentro de las zonas pobladas y en proceso de urbanizarse, y previendo el suscrito las ventajas de este plano para otros fines, se

- trató de medir una base más cerca a Lima, que la que nos ha servido de la base de Conchán, pero la dificultad de obtener una wincha estandarizada y la demora en la búsqueda o en el pedido directo de una wincha de esta naturaleza, nos obligó aceptar la base de Conchán para la partida.
- b) Mayor cantidad de puntos de control.
Los puntos de control para todas las poligonales, han sido 21 puntos de triangulación primaria y 46 de triangulación secundaria; en este sentido esta cantidad de puntos fue insuficiente pues se previó tener alrededor de 100 puntos para controlar eficientemente las poligonales de control. Puntos de triangulación secundaria como Torres, astas de banderas, etc., fueron agotados pero no alcanzaban al número de puntos previsto, en estas circunstancias se hacía necesario construir trípodes o banderolas en número apreciable pero por razones de economía no se hizo esto. La práctica ha venido a probar que este gasto inicial habría ido en beneficio del menor costo pues se hubieran evitado muchos gastos en la repetición de más de 30 poligonales que no cerraban dentro de la tolerancia por no tener puntos cercanos donde poder hacer un control.
- c) Rellenos con plancheta.
Se previó que el plano de Lima para hacerlo en el menor tiempo posible debía efectuarse sus rellenos con plancheta, por otra parte había necesidad de delegar en el plancheta la responsabilidad íntegra de la hoja que tenía que llenar, o sea, tomar todos los detalles de los puntos, acotarlos y la interpolación correspondiente, para esto se requeriría Ingenieros de experiencia y como los sueldos de los Ingenieros contratados eran bajos para adquirir un personal de esta preparación, y habiendo entonces ausencia de este personal en Lima, se optó por el sistema taquimétrico que podría hacerse con un personal menos preparado y que podía ir adquiriendo habilidad a medida que aumentara el tiempo de practica; y así fue como con un control más inmediato por este método se ha conseguido más seguridad de que el trabajo ha sido bien ejecutado, aunque empleando más tiempo en vista de los muchos rellenos anulados por errores sin embargo el costo del plano está dentro de las ventajas que podríamos haber conseguido si hubieramos empleado planchetistas.
- d) Uniformidad en el equipo de instrumentos.
Las diferentes marcas y aproximaciones en los teodolitos y niveles ha sido la causa de que muchos trabajos se pierdan ya sea por errores mecánicos de éste, fáciles de descorregirse, reparaciones continuas que efectuarles, en fin una serie de inconvenientes que han redundado en mayor tiempo y costo del plano que no hubiera sucedido si el equipo hubiera sido todo homogéneo aunque inicialmente hubiera significado una mayor inversión.
- e) Control de azimut del plano.
Como se ha visto en la parte referente a la clasificación de la triangulación dentro del criterio internacional, el control de azimut no se ha hecho, esto se previó, pero como continuamente comparabamos nuestros puntos de triangulación secundaria comunes con los del Instituto Geográfico Militar y veíamos que estábamos dentro de una tolerancia de 0,40 mts. fue el tiempo pasando y no

nos preocupabamos de dejar dentro de nuestros archivos los correspondientes cálculos de azimuts para varios lados de triangulación que es lo indicado en los trabajos de esta naturaleza para tener asi integralmente ejecutados todos los ajustes.

Fru

Malvado

Lima, 26 de abril de 1948.

Pase a la Comisión formada por los señores profesores Juan A. Sarmiento, Gustavo Lama y Alberto Regal, para que revisara este proyecto



Manuel B. Llosa
Director.

Los profesores firmantes han revisado este proyecto y hecho las objeciones al graduando, acordando calificarlo con la nota de diecinueve (19). -

Lima, 26 de junio de 1948.

Juan A. Sarmiento

Alberto Regal

Gustavo Lama