

-- : I N S T R U C C I O N E S   G E N E R A L E S : --

QUE NORMATAN LOS TRABAJOS DE LA DIRECCION

DE ESTUDIOS GEOGRAFICOS Y CLIMATOLO-

----- GICOS. -----

-----00000-----

La más ligera reflexión al hablar de la superficie terrestre, lo lleva a uno a distinguir tres superficies bien definidas:

1a.- La superficie geográfica de la tierra, o superficie de separación de la atmósfera con los mares y continentes. Sobre esta superficie, sumamente irregular, se verifican todas nuestras observaciones, y es la que tratamos de representar en los planos topográficos por medio de convenciones especiales.

2a.- El geoide o superficie de los océanos en reposo supuestos prolongados en los continentes; y

3a.- La del elipsoide de referencia, superficie geométrica que podemos someter al análisis.

Una vez aceptadas las dimensiones del elipsoide de revolución, que debe servirnos de elipsoide de referencia, todas las observaciones geodésicas hechas en la primera superficie se reducen a la superficie de este elipsoide tipo, y constituyen el punto de partida tanto para la determinación de la segunda superficie, actualmente desconocida, como para la representación de la primera.

Es siempre posible colocar este elipsoide de manera que su superficie contenga un punto del geoide; siendo en este punto la latitud, longitud y azimut astronómicos, respectivamente iguales a los correspondientes elementos geodésicos, y quedando el eje de revolución del elipsoide paralelo a la línea de los polos terrestres.

Por convenio especial, y a invitación del Coast & Geodetic Survey de los EE. UU., con la entusiasta aprobación de la Asociación Geodésica Internacional, se ha aceptado para este país, para Canadá y para México, que el elipsoide de referencia sea

el esferoide Clarke de 1,866 y el punto común a este elipsoide y al geoide, punto que debe ser el inicial en el cálculo de las coordenadas geodésicas de los vértices trigonométricos, Meade Ranch, en el Estado de Kansas.

Las dimensiones del citado elipsoide en unidades métricas son las siguientes:

Radio ecuatorial, 6 378 206 metros; semi-diámetro polar, 6 356 584 metros; aplanamiento  $\frac{1}{295}$ . Se ha encontrado que este esferoide difiere tan poco del verdadero tamaño de la Tierra, que para cuestiones geográficas y de ingeniería, no vale la pena ser substituído por ningún otro; y por lo mismo las coordenadas geodésicas de los Vértices de triangulación, si están referidas a este elipsoide y tienen por origen, Meades Ranch, pueden considerarse como definitivas:

$$\varphi = 39^{\circ} 13' 26''. 686$$

$$\lambda = 98^{\circ} 32' 30''. 506$$

W. de Greenwich.

( Meades Ranch a Waldo )  $\alpha = 75^{\circ} 28' 14''. 52$

Este punto-dato es el que aceptó, desde hace diez años, la Cost & Geodetic Survey, para sus trabajos; y que por la aceptación del Canadá y México, ha sido llamado "PUNTO-DATO" de la América del Norte".

La adopción del punto-dato común es de gran importancia para los geodestas y de extraordinario interés para los geógrafos, puesto que cualquier accidente topográfico señalado en un mapa de la zona de un país, cercado a su línea divisoria internacional, aparecerá con la misma posición geográfica que se le marque en el mapa de la Nación vecina.

Un plano fundamental, del cual se derivan todos los demás, es el Plano Topográfico del Territorio, hecho con los datos re

cogidos por los procedimientos que la topografía y la geodesia enseñan.

El plano esencialmente topográfico, debe limitar su extensión hasta donde sea posible despreciar la esfericidad de la Tierra, en lo que a distancia se refiere y la escala debe ser proporcionada a la naturaleza e importancia del detalle que debe figurar en él.

La bondad, la calidad de un plano topográfico, depende, sin duda, de los requisitos siguientes:

- 1o.- Precisión armónica de los datos recogidos;
- 2o.- Abundancia de estos datos;
- 3o.- Su distribución en el plano; y
- 4o.- Calidad del dibujo.

Los tres primeros caracterizan la precisión del plano, y el último su valor artístico, siendo muy común que la mayor parte de los planes no tengan mas que este valor, por ser el que se consigue a menor coste y el que más fácilmente puede apreciar la generalidad del público, quien juzga de un plano por el agrado que a su vista causa; mas es indudable que no debe abusarse de la precisión, tanto por cuestión de economía como por el tiempo exigido, siendo muchas veces preferible sacrificar algo o mucho de la precisión para obtener en breve plazo planos que serán de valor inmenso si se adaptan a las necesidades del momento.

En el caso nuestro, juzgo que deben subordinarse los medios al fin, y que la calidad del trabajo debe limitarse a estar seguro de evitar serias equivocaciones y a localizar los errores inevitables del trabajo, evitando su propagación en grandes extensiones.

Los detalles que deben constar en el plano de la República

###

serán los siguientes:

1o.- El hidrográfico: cuencas, corrientes de agua, manantiales, lagos, etc.

2o.- El orográfico o relieve del terreno: montañas, cerros, llanuras, etc.

3o.- El de cultura: ciudades, villas, caminos, ferrocarriles, etc.

4o.- Los linderos de los Estados de la República.

Juzgo entre estos últimos nuestras costas, que por tener una extensión considerable merecen un estudio especial, pues éstas abarcan aproximadamente en el Golfo 3,000 Kilómetros y en el Pacífico 6,000 Kilómetros.

El conocimiento detallado de ellas, su naturaleza y forma; la situación precisa de sus arrecifes, islas e islotes; la determinación de la profundidad del mar en sus cercanías, el estudio de las mareas, asuntos con que interesan en grado sumo a la Nación, para el desarrollo de su comercio y su navegación.

Nuestro territorio, limitado al Norte por los Estados Unidos y al Sureste por Guatemala y Belice, está comprendido entre los paralelos  $14^{\circ} 28'$  ( Boca del Suchiate ) y  $32^{\circ} 43'.5$  ( Confluencia de los rios Gila y Colorado ), la distancia más corta entre dichos puntos siendo sensiblemente de 3,000 kilómetros, con un rumbo aproximado del N.N.W. al S.S.E.; y su mayor anchura de E. a W. , de Tijuana a Bagdad de 2,500 Kilómetros, abarcando una superficie poco diferente a 2-000,000 de kilómetros cuadrados; resultando, por consiguiente, que la República Mexicana, por su extensión, ocupa el cuarto lugar en el Nuevo Mundo.

Cubrir con redes de triángulos de distintos órdenes nuestra vasta extensión, redes que seguirán nuestras costas, cordilleras de montañas y cuencas de importancia, tal será el traba

jo que deberá llevarse a cabo por la Secretaría de Fomento; trabajo fundamental, que servirá de apoyo a los trabajos posteriores de detalle que con distintos objetos se ejecuten, y que todos juntos vendrán a formar la verdadera CARTA DE LA REPÚBLICA.

Cuando estemos de posesión de tal Carta, cuando el Observatorio Meteorológico nos indique la precipitación de lluvia - probable que corresponde a cada cuenca, cuando el Instituto Geológico nos diga la permeabilidad de los distintos terrenos, entonces podrán proyectarse grandes vasos de depósito y la irrigación será posible.

La utilidad de los planes topográficos así definidos es - tan notoria, que incuestionablemente no debe omitirse sacrificio alguno para llegar a obtenerlos; razón por la que he juzgado de gran importancia colocarme en un punto de vista, en que la Superioridad vea cuan fácil es llevarse a cabo la ejecución de proyecto tan grandioso como útil para el desarrollo de nuestra industria y agricultura.

El costo de un plano topográfico depende tanto de su precisión como de la cantidad de detalles; y como el dinero que debe gastarse es a mi juicio punto de gran importancia, a fin de que la Superioridad con pleno conocimiento de causa pueda elegir, - pongo a continuación las siguientes tablas que dan la escala y costo de un plano topográfico detallado.

País	Escala	Relieve	Costo por millas cd. en dollars.
India	4" x milla	Hachures	\$ 26-50
Badem	1: 5000	- -	" 80-00
U. S. Coast Survey	1: 10000	Curvas de nivel	" 212-00
U. S. Lake Survey	1: 10000	" "	" 120-00
U. S. Miss. & Mo. River C <sup>o</sup>	1: 10000	" "	" 51-00

U. S. Coast & Geodetic Survey of Dist. of Col.	1: 4390	5 ft. curvas	\$ 3000-00
Butle (Mont) Special USGS.	1: 15000	20 ft. "	" 83-00
Porkiomen Waterahed Pens	1: 4800	10 ft. "	" 145-00
Croten Waterahed N. Y.	5 m x mi- lla	20 ft. "	" 17-50
Connellsville Coke Region Pens	1: 19200	10 ft. "	" 116-30

En el costo influye notablemente la calidad del trabajo.

En efecto, en los trabajos de alta precisión de triangulación hechos por el Coast Geodetic Survey, el costo medio por estación ha sido de \$ 1500, resultando para la milla cuadrada entre 10 y 30 pesos, de acuerdo con el carácter de la topografía; y el costo diario de una brigada compuesta de 5 a 15 individuos, de 65 pesos.

En cambio, en las triangulaciones ejecutadas por el Geological Survey, cuyos fines no son los geodésicos, y no tienen más objeto que comprobar los trabajos topográficos, el costo medio por estación es de 170 pesos, resultando la milla cuadrada como a 90 centavos; y el costo diario de una brigada compuesta de 2 a 5 miembros es de 18 pesos pudiendo hacer seis estaciones por mes.

En la imposibilidad de encontrar un plano-modelo que sirva de tipo para juzgar de la cantidad de detalle que debe contener un plano topográfico, así como el número de comprobaciones y de su eficiencia, es indispensable sujetar al trabajo a ciertas instrucciones generales que definan su calidad y sirvan de norma a los operadores.

A continuación pongo las "Instrucciones generales" a que deberán sujetarse los trabajos que llevará a cabo la Comisión Geográfica de la República.

INSTRUCCIONES GENERALES

Sección de Geodesia

----- 0 -----

-1-

La base fundamental del trabajo del levantamiento de la carta de la República debe ser una triangulación geodésica de primero y segundo orden.

-2-

La triangulación se proyectará en el elipsoide de Clark de mil ochocientos sesenta y seis, aceptando que dicho elipsoide y el geoide tienen un punto común en Meade Ranch, Kansas, cuya posición es

$\varphi = 39^{\circ} 13' 26''.686$ ;  $\lambda$  ( W de Greenwich )  $= 98^{\circ} 32' 30''.506$  y  $\alpha$  ( Meades Ranch to Waldo )  $= 75^{\circ} 28' 14''.52$ , considerando que el eje de la Tierra es paralelo al del citado elipsoide.

TRABAJOS GEODÉSICOS

La triangulación geodésica se sujetará a las siguientes -- prescripciones:

-1-

Habrán dos órdenes de triángulos: primero y segundo, caracterizados tanto por la magnitud de sus lados como por sus precisiones.

-2-

Los vértices quedarán señalados en el terreno según se indica en el primer tomo de "Medida del Meridiano 98°".

-3-

En los triángulos de primer orden los lados variarán de 25 a 50 Kilómetros, teniendo un error probable cuando más de  $\frac{1}{40000}$ .

-4-

En los de segundo orden, los lados variarán de 20 a 10 Kilómetros, teniendo un error probable cuando más de  $\frac{1}{20000}$ . ###

- 8 -

-5-

Toda triangulación de primer orden se apoyará en dos bases, cuya longitud variará de 6 a 12 Kilómetros, teniendo un error probable de  $\frac{1}{500000}$ .

-6-

Las bases se reducirán al nivel medio del mar por medio de una nivelación de precisión,

-7-

La separación entre las dos bases de una misma cadena dependerá exclusivamente de la condición de que el error probable del lado más alejado de la primera base no pase de  $\frac{1}{40000}$  calculado por la fórmula de Struve.

-8-

El error de cierre de los triángulos no debe pasar de 5'; si se pasare de este cierre, se estudiará el caso para resolver.

-9-

Al proyectar la triangulación se cuidará de la buena configuración de los triángulos en cuanto fuere posible, procurando formar cuadriláteros o polígonos independientes, y no aceptando sino en casos muy especiales simples cadenas, exigiendo que queden bien configuradas.

-10-

Cuando la configuración del terreno no se preste, se complicarán las figuras cuanto sea necesario para obtener para los lados el error probable antes indicado, estudiando éstas desde el punto de vista de su eficiencia por la aplicación de la fórmula:

$$p^2 = \frac{4}{3} \zeta^2 \frac{N_a - N_c}{N_d} (\delta A^2 - \delta A \delta B - \delta B^2);$$
 en la que p es el error probable del logaritmo del lado calculado.

$\zeta^2$  el error probable de observación de una dirección,

$N_d$  el número de direcciones observadas,

jrt/

###

$N_c$  el número de ecuaciones de condición

$\delta A$  y  $\delta B$  las diferencias logarítmicas por 1" correspondientes a los senos de los ángulos A y B, siendo el primero el ángulo opuesto al lado que se calcula y B el opuesto a la base.

-11-

El trabajo se dará por bueno, si la discrepancia entre la segunda base medida y el valor dado por el cálculo es menor de

$$\frac{1}{15000}$$

-12-

La triangulación de segundo orden se apoyará en la de primero, y se comprobará por la medición de una base de 2 a 3 Kilómetros de longitud con un error probable de  $\frac{1}{250000}$ . La base deberá reducirse al nivel medio del mar como se indica en el párrafo 6.

-13-

Para la elección de esta base se aceptará lo prevenido en el párrafo 7.

-14-

Las figuras que se formen se sujetarán a lo dicho en los párrafos 8 y 9.

-15-

La discrepancia entre la medida directa de la base y el resultado dado por el cálculo será menor de  $\frac{1}{10000}$ .

-16-

El cierre de los triángulos será  $\pm 10'$

-17-

Se determinarán las coordenadas astronómicas ( latitud, longitud y azimut de una dirección, ) en puntos convenientes elegidos, con las siguientes precisiones:

error probable de la latitud  $\pm 0'' 10$

error probable de la longitud =  $0^s.03 = 0''.45$

" " del azimut =  $0''.5$

Para la manera de operar se sujetará a lo indicado en la monografía del Coast & Geodetic Survey denominada "Determinaciones de Tiempo, Longitud, Latitud y Azimut"

TRABAJOS DE CAMPO

-1-

Los trabajos para deducir los ángulos horizontales se harán con alta zínut de 12" de diámetro, con microscopios micro-métricos de uno a dos segundos de aproximación nominal y con telescopios de poder amplificador no inferior a 35 diámetros.

-2-

El método de observación será en general el de direcciones de Bessel, pudiendo aceptarse el de ángulos de Schreiber cuando las visuales sean cortas o se haga la observación en lugares poco firmes. ( Véase el 1er tomo de la medida del meridiano  $98^{\circ}$  W Greenwich ).

-3-

El error probable de una dirección no debe pasar de  $2''$ .

-4-

Se observarán las distancias zenitales en todos los vértices.

-5-

Las bases se medirán con alambre o cintas invar.

-6-

Se medirán por lo menos dos veces, con longímetros distintos; pero si no se obtienen los errores probables antes indicados, se repetirán las medidas cuantas veces sea necesario.

-11-

-7-

La latitud se determinará siempre por el método Talcott, tomando por catálogo fundamental el de Bess.

-8-

La determinación del tiempo para observaciones de longitud se hará siempre por el método de pasos meridianos observando de preferencia con el micrómetro impersonal. La determinación de la longitud se hará por el método de señales telegráficas.

-9-

El azimut se determinará por el método micrométrico cuando no se pueda ver ningún vértice al mismo tiempo que la estrella; en caso de visibilidad se medirá directamente el ángulo entre el vértice y la estrella.

#### SECCIÓN DE CÁLCULOS Y DIBUJO

##### TRABAJOS DE GABINETE

-----

-1-

Las observaciones hechas por los métodos de Bessel y Schre<sup>u</sup>ver se calcularán por las fórmulas desarrolladas en el primer tomo de la " medida del meridiano 98° de W de Greenwich " y con sujeción a los modelos ahí indicados.

-2-

Las compensaciones se harán por el método de mínimos cuadrados, operando con figuras independientes, sin llevar en cuenta el ajuste de las bases. Para la secuela de los cálculos se sujetará a lo indicado en el tomo mencionado.

-3-

El ajuste de las bases previamente reducidas al nivel del mar se hará separadamente, eligiendo la cadena mejor configurada.

La compensación del azimut se hará haciendo uso de la misma cadena.

Las fórmulas que se empleen y la secuela del cálculo se verá en el opósculo "Compensación de Bases y Azimutes"

Se calcularán las coordenadas geodésicas de todos los vértices haciendo uso de las tablas calculadas para todas las latitudes de la República en el tomo antes mencionado, siguiendo las fórmulas y modelos del cálculo ahí indicados.

El cálculo de las observaciones astronómicas se hará por las fórmulas correspondientes a los métodos de observación y con sujeción a los modelos de cálculo empleados en la Comisión Geodésica en los trabajos de la medida del meridiano  $98^{\circ}$  W de Greenwich. ( Véase " Determinaciones de Tiempo, Longitud, Latitud y Azimut", ) Memoria anteriormente citada.

#### SECCIÓN DE TOPOGRAFÍA

#### INSTRUCCIONES PARA LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

El apoyo de todo levantamiento topográfico estará constituido por una triangulación geodésica de primero y segundo orden.

La triangulación esencialmente topográfica será también de primero y segundo orden:

La de 1er orden se apoyará en lados geodésicos de 2<sup>o</sup> orden, y la longitud de sus lados variará de 9 a 5 Kilómetros. Se sujetará en general a lo indicado en "Triangulación, Reconocimiento, etc., en la medida del meridiano  $98^{\circ}$  W de Greenwich".

- 13 -

-3-

Siempre que no sea posible apoyar esta triangulación cuando menos en dos lados geodésicos de 2<sup>o</sup> orden, tendrá por apoyo un lado geodésico y una base medida directamente.

-4-

Las observaciones para medir los ángulos horizontales se harán, en general, reiterando; y se observarán, ya direcciones, ya ángulos independientes, procurando que cada ángulo sea el resultado, cuando menos, de cinco medidas. No hay inconveniente en emplear el método de repetición. Véase ler tomo de la medida del meridiano 98<sup>o</sup> W de Greenwich.

-5-

La aproximación angular del aparato será de 10" a 20".

-6-

El cierre de cada triángulo debe ser siempre inferior a 30'.

-7-

El error probable de un lado será de 1 a 10000.

-8-

La base medida tendrá una longitud de 1 a 3 Kilómetros, y su error probable será de 1 a 100000.

-9-

La medida se hará con cinta de acero de 50 metros, con un apoyo intermedio, midiendo la base cuando menos tres veces y operando de noche. Si se opera de día se puede cometer un error constante, a causa de la temperatura, como de 3<sup>o</sup> y producirá un error lineal como de 1 a 30000. Si la medida se hace con alambre invar, puede operarse de día y medir sólo dos veces.

-10-

Los detalles de la medida y manera de apreciar los errores

-14-

se harán como se indica al hablar de "BASES" en el primer tomo de la medida del meridiano de longitud 98° W de Greenwich .

-11-

La discrepancia entre la medida directa de la base y el valor que resulta del lado geodésico de apoyo o la discrepancia entre los dos lados de apoyo será de 1 a 5000.

-12-

Las bases medidas se orientarán por observaciones de la polar, hasta obtener 10" de error probable.

-13-

Los vértices deberán dejarse señalados en el terreno por medio de un pequeño maciso de cemento, para lo cual se hará una excavación en el terreno que tenga 0<sup>M</sup>.60 de profundidad por una sección de 0<sup>M</sup>.50 x 0<sup>M</sup>.50. El maciso de cemento deberá sobresalir del terreno 0<sup>M</sup>.20 y en su cara superior se marcará la siguiente inscripción:

SECCIÓN DE TRIANGULACIÓN.

Vértice de primer orden Núm.....

Se informa en .....

Todo vértice deberá quedar asegurado en el terreno por medio de referencias.

-14-

Se hará una descripción detallada del lugar donde se construya el monumento, indicando el itinerario para llegar a él y la población o ranchería más cercana. A la descripción se unirá un croquis en el que se pondrán en filaciones y referencias cuando menos en tres direcciones. El centro de la estación será el centro geométrico del maciso, y para mayor seguridad se dejará una señal subterránea. La referencia de esta señal a la cara superior se hará por cualquier procedimiento, siempre que la incer-

jrt/

##

-15-

tidumbre sea inferior a  $0^M.005$ .

-15-

En todos los vértices se medirán los ángulos verticales, observando con círculo a la izquierda y a la derecha y anotando las indicaciones del nivel paralelo, a fin de calcular las distancias zenitales observadas de cada vértice.

-16-

Los ángulos verticales se medirán cuando menos dos veces, al principiar y al terminar las observaciones de los ángulos horizontales.

-17-

La triangulación topográfica de 2º orden se apoyará en la de 1er orden y se plegará como lo exige la configuración.

-18-

La longitud de sus lados variará de 5 a 2 Kilómetros.

-19-

Su error probable será de 1 a 5000.

-20-

Los ángulos horizontales se observarán con aparato de 30" y bastará medirlos en las dos posiciones del instrumento. ( Los instrumentos que tenemos aproximan 1' )

-21-

El cierre de los ángulos no deberá exceder de 2'.

-22-

Los ángulos verticales se medirán en las dos posiciones del aparato, asegurándose solamente de que esté bien nivelado.

-23-

Para señalar los vértices en el terreno se sujetará a lo indicado en los números 13 y 14.

-24-

-16-

-24-

Cuando no sean suficientes los vértices geodésicos y topográficos de 1er y 2o orden para apoyar el detalle, se aligirán nuevos vértices fijándolos por "n" vértices o por intercepciones desde los vértices anteriores.

-25-

En caso de (n) vértices o de intercepciones se procurará que sean cuando menos cuatro las visuales; la discrepancia máxima debiendo ser inferior a  $1/2000$ .

-26-

El detalle se continuará por medio de poligonales.

-27-

Estas se dividirán en principales y secundarias.

Las primeras se apoyarán en dos vértices trigonométricos de cualquier orden; y las segundas tendrán por apoyo los de las primeras.

-28-

En las principales se operará como sigue:

1o.- Se medirán los ángulos interiores de la poligonal con aparato de  $1'$  en sus dos posiciones, o en una sola posición orientando el aparato en cada estación; y la extensión lineal de sus lados directamente con cualquier longímetro o indirectamente con la estadia. En vez de medir los ángulos interiores puede seguirse el método de deflexiones.

2o.- Puede operarse con plancheta.

-29-

El desarrollo de las poligonales no deberá pasar de 2 Kilómetros.

-30-

La tolerancia en el cierre angular será  $k' 5 \sqrt{n - 2}$  siendo

-17-

el número de vértices; y en el lineal de  $3/4$  por ciento de la distancia entre sus extremos, cuando se mida con longímetro y  $1\ 1/2$  por ciento cuando se mida con estadia.

-31-

Las poligonales secundarias se harán con brújula de doble-reflexión y con cinta de tela o telémetro de mano. ( tres brújulas de doble reflexión )

-32-

Si el terreno se presta puede hacerse uso del fototeodolito. ( tres fototeodolitos )

-33-

Si se sigue este método, servirán de apoyo los vértices trigonométricos y los de las poligonales principales que se elijan previamente.

-34-

Las constantes instrumentales se determinarán por el método de Prof. Jordán.

-35-

Para pasar de las placas a la proyección se hará preferencia a los métodos gráficos.

-36-

El número de placas dependerá de la importancia del detalle a juicio del Ing. en Jefe del levantamiento.

-37-

Los detalles para la configuración puede hacerse por medio de los prospectógrafos. En caso de que se tenga un Stereocomparador, se operará de preferencia con él. ( Tres prospectógrafos o de preferencia tres Stereocomparadores )

-38-

2 A lo largo de los caminos carreteros y de las líneas de fe-

recorridos se harán nivelaciones topográficas que se apoyarán en las cotas fijas, ya principales, ya secundarias, de la nivelación geodésica. ( 1 nivel más, pues tenemos 2 niveles únicamente ).

Cada 4 Kilómetros se dejará una cota fija topográfica, - conteniendo una placa en la que constará su altura absoluta, bruta, sobre el nivel medio del mar.

#### SECCIÓN DE CÁLCULOS Y DIBUJO

#### Trabajos de Gabinete

-----

-1-

De las carteras de observación de los ángulos horizontales se deducirán todos los ángulos, aceptando por valor definitivo de cada uno, el promedio, despreciando las fracciones de segundo en las triangulaciones de 1er orden. ( Tres docenas de carteras y tres docenas de carteras de nivelación )

-2-

En las de segundo orden se redondearán los segundos a la decena o media decena más próxima.

-3-

En las de 1er orden se harán las compensaciones por figuras independientes, siguiendo métodos aproximados para satisfacer las ecuaciones de ángulo y de lados.

-4-

Para estudiar las condiciones de concordancia en las bases y azimutes, se elegirá la cadena mejor configurada que una las bases y se hará la compensación por las fórmulas aceptadas en los trabajos geodésicos. ( Véase Compensación de bases y azimu-

(5)

En las triangulaciones de 2o. orden se llevará en cuenta solamente el ajuste por cierre en cada triángulo.-

(6)

Los Cálculos se harán con seis cifras decimales.-

(7)

Se calcularán las coordenadas geodésicas de todos los vértices por las fórmulas y en los modelos de Cálculos que pueden verse en el Ier. tomo de la medida del meridiano  $98^{\circ}$  W de Greenwich al hablar de "Coordenadas Geodésicas".-

(8)

En los puntos fijados por (n) vértices o por intersecciones se aceptará el promedio de los valores individuales.-

(9)

De estos puntos también se calcularán sus coordenadas geodésicas.-

(10)

Las poligonales principales se calcularán con 5 cifras decimales.-

(11)

El cierre angular se repartirá por partes iguales entre los ángulos del polígono, siempre que se hayan observado los ángulos interiores; en caso de que se observen azimutes, la repartición se hará proporcionalmente.-

(12)

El cierre lineal se repartirá proporcionalmente a la longitud de los lados de la poligonales decir, por la proporción siguiente.

El error de cierre es al desarrollo de la poligonal, como la corrección de un lado es a la longitud de éste.-

(20)

-13-

Todos los Cálculos se harán por duplicado, con entera independencia uno de otro.-

-14-

La proyección adoptada será la policónica, pudiendo aceptarse la modificación indicada por el Comité Internacional del Mapa.-

-15-

El meridiano origen de las longitudes será el de Greenwich.-

-16-

La escala para la construcción de la Carta General de la República será la de 1 a 1.000.000 o 1 a 2.000.000.-

-17-

La escala para el dibujo de las cartas de los estados será de 1 a 500.000/-

-18-

La escala para los levantamientos parciales será de 1 a -----  
100.000 o de 1 a 50.000.-

-19-

Las convenciones de dibujo serán las ya aceptadas en los trabajos de la República, sujetándose lo mas posible a las indicaciones del Comité Internacional del Mapa.-

-20-

Los ángulos verticales se aproximarán al minuto y se corregirán por refracción aceptando un coeficiente medio para cada valle principal.-

Nota: Para detalles véanse "Tolerancias en la Taquimetría" y --  
"Coeficiente de refracción Geodésica" publicados por la Comisión Geodésica Mexicana.-

-----

De lo anteriormente escrito, se deduce que para efectuar el levantamiento de la Carta de la República, se organizará el trabajo de la manera siguiente:

- 1o.- Trabajos de campo;
- 2o.- Trabajos de gabinete.

El trabajo de campo se dividirá en las siguientes secciones:

- 1a.- Sección de Geodésia;
- 2a.- Sección de Topografía e Hidrografía, y
- 3a.- Sección de Costas.

El trabajo de gabinete comprenderá las siguientes divisiones:

- 1a.- Sección Técnica o de Cálculos;
- 2a.- Sección de Dibujo;
- 3a.- Sección de Cartografía. y
- 4a.- Taller de reparaciones de instrumentos y máquinas.-

La Sección de Geodésia se ocupará en general, de los trabajos siguientes:

- 1o.- Proyectos de triangulaciones geodésicas,
- 2o.- Construcción respectiva de los monumentos de los vértices,
- 3o.- Medición de los ángulos de los triángulos, y observaciones de distancias zenitales,
- 4o.- Medición de bases,
- 5o.- Observaciones astronómicas,
- 6o.- Observaciones de gravedad, y
- 7o.- Nivelaciones de precisión.-

La Sección de Topografía e Hidrografía se ocupará de lo siguiente:

- 1o.- Proyecto de triangulaciones topográficas,
- 2o.- Construcción de los monumentos de los vértices respectivos,
- 3o.- Observación de los ángulos, de los triángulos y de las distancias zenitales,

40.- Medición de bases,

50.- Levantamiento de las líneas de división territorial,

60.- Levantamiento de las cuencas hidrográficas,

70.- Ejecución de la orografía,

80.- Levantamiento de las ciudades, caminos, ferrocarriles, etc.,

90.- Nivelaciones topográficas.-

La Sección de Costas se ocupará en:

10.- Levantamiento topográfico e hidrográfico en una zona como de 80 kilómetros de ancho a partir de la línea de la costa, con todos los detalles señalados en Sección anterior.

20.- Levantamiento en la región marítima comprendiendo islas, islotes, arrecifes, bajos, etc..

30.- Estudio de las mareas y corrientes en los puertos principales.

40.- Dar la hora media local en cada puerto de importancia.

50.- Dar alineamientos bien definidos en cada puerto, con sus azimutes astronómicos para que los marinos rectifiquen sus compases.

60.- Dar una descripción náutica de las costas y radas e informes generales acerca de las diferentes extensiones de agua y sus puertos, incluyendo informes referentes a los prácticos, la profundidad del agua, calado de los buques que puedan entrar en la rada, provisiones, facilidades para reparar averías, los fondeaderos mejores o los mas acostumbrados, etc..

La Sección Técnica tendrá las siguientes obligaciones:

10.- Revisar las carteras de campo que mandan las tres secciones anteriores a fin de asegurarse que los datos son originales y que no ha habido enmiendas, desprendimiento de hojas o cualquier otro indicio que haga sospechoso el trabajo.

20.- Ejecutar los cálculos por duplicado con entera independencia uno de otro, que manden las secciones de campo.

30.- Comprobar que los errores probables ###

de las estaciones astronómicas, de las direcciones, ángulos y lados, así como los cierres de los triángulos estén dentro de las tolerancias aceptadas.

40.- Comprobar que los errores probables de la nivelación de precisión están dentro de las tolerancias aceptadas.

50.- Comprobar igualmente que los cierres de las poligonales, tanto angulares como lineales estén dentro de las tolerancias previamente aceptadas.-

60.- Comprobar que las nivelaciones topográficas concuerdan al centímetro con las cetas fijas.

70.- Hacer una lista de las coordenadas astronómicas y geodésicas de todos los vértices como resumen de todos los cálculos.

80.- Comparar los cálculos aprobados en el gabinete con los cálculos aproximados mandados del campo.

90.- Entregar los datos ya aceptados por la Dirección a la Sección de Dibujo.

Son obligaciones de la Sección de Dibujo y Cartografía:

10.- Construir los dibujos con los datos proporcionados por la Sección de Cálculos.

20.- Hacer uso de las proyecciones, escalas y convenciones que la Dirección apruebe.

30.- Confrontar los planos dibujados con los croquis que manden las secciones de campo.

40.- Efectuar el tiro de ejemplares que la Dirección indique. El tiro no podrá hacerse sin que la prueba lleve el conforme de las Secciones de Cálculos y Dibujo y el Vo.Bo. de la Dirección.

50.- Preparar la edición mundial de la Carta de la República con entera sujeción a lo indicado en las "Resoluciones y Procedimientos del Comité Internacional del Mapa Mundial reunido en Londres en noviembre de 1909.

6o.- Hacer la Carta de la República a la escala de 1 a -----  
2.000.000 sujetándose a las prescripciones siguientes:

1a.- La carta será una carta hipsométrica con curvas de nivel. Las curvas quedarán espaciadas de 100 en 100 metros a partir del nivel medio del mar; pero en los lugares muy accidentados los intervalos serán de 200, 500 o 1.000 metros. En las comarcas planas se intercalarán curvas de 10, 20 o 50 metros.

2a.- En las regiones poco conocidas, en las que no se tengan datos suficientes para trazar curvas, el relieve será indicado aproximadamente, por curvas con rayas discontinuas.

3a.- Se procurará, en general, seguir las prescripciones indicadas por el Comité Internacional, a fin de unificar todas las convenciones.

En la Sección de Costas se distinguen dos clases de trabajos:

El primero se efectuará en tierra firme y en nada esencial discrepará del que corresponde a la Sección de Topografía e Hidrografía; el segundo es netamente marino, pero estará subordinado al primero, que constituye el apoyo del trabajo de la región marítima.

Para llevar a cabo este trabajo es necesario el concurso de hombres de mar, y como además son indispensables, un buque, varias lanchas, sondas, etc., no podría emprenderse desde luego sin erogarse fuertes gastos para la adquisición de cuanto es necesario para esta clase de trabajos.- Sin embargo, creo posible empezarlo solicitando la ayuda de la Secretaría de Guerra, Comunicaciones y Hacienda: la primera proporcionando dos o tres oficiales de marina que serán los directores de estos trabajos, y la segunda y tercera facilitando un buque de la Sección de Faros, sus lanchas y Peritos de los Puertos. Sugiero tal idea, pues nada más natural que para el servicio de la Carta de la República se haga uso de cuanto dispone la Nación, asegurando que bien pronto se harán sentir en el rendimiento del

trabajo tal unión, lográndose además que el personal de la marina adquiriera una educación técnica que será de utilidad suma para facilitar el comercio marítimo en nuestras costas.

Los trabajos así concebidos nos llevarán a la adquisición de un plano topográfico fundamental, que como dice el señor Frank D. Adams de la Universidad de Mc Gill, Montreal, (Journal Canadian - Mining Institute) tendrá las siguientes ventajas:

1o.- Educativas- Procurando un conocimiento preciso del País. Sirviendo a los maestros y discípulos en sus estudios de geografía.

2o.- Prácticas- Utilizadas por los ingenieros en sus proyectos ahorrándoles el gasto de reconocimientos preliminares y en el trazo de caminos, ferrocarriles, acueductos, saneamientos, captación de aguas, presas, canales, etc.

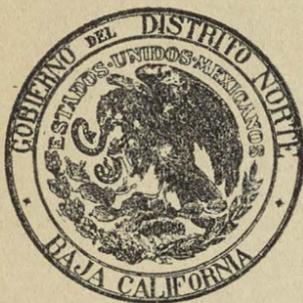
3o.- Políticas- En todas las cuestiones relativas a asuntos políticos o legislativos y suministrarían datos exactos en cuestiones de límites.

4o.- Administrativas y Militares- Podrían usarse en todos los asuntos relativos a la Administración Federal de los Estados, en sus obras públicas, canales, parques, vías de comunicación, servicio postal, etc. y en los militares para el establecimiento de obras ofensivas, campamentos, movimientos, etc.

5o.- Estadísticas- Servirían de base para la representación gráfica de todos los datos referentes a población, industria, producción y demás informes relativos.

6o.- Económicas- Serían el medio para mostrar la localización extensión y aprovechamiento de tierras, aguas, bosques y #####

minerales útiles,; bajo este punto de vista estos planos son indis pensables al Gobierno, oficinas públicas, propietarios, empresarios y corporaciones.-



INSTRUCCIONES generales para la ejecución de los trabajos geodésico-astronómicos y de reconocimiento geodésico que deberán llevarse a cabo en el Distrito Norte de la Baja California.

Sec. \_\_\_\_\_

Núm. \_\_\_\_\_

-----

TRABAJOS GEODESICO-ASTRONOMICOS.

Estos consistirán en la determinación de las coordenadas astronómicas (latitud y longitud) de varios puntos y en el azimut de una dirección.

Las precisiones que se necesitan, son las siguientes:

En latitud.....	$\pm 0^{\text{m}}1$
En longitud.....	$\pm 0^{\text{m}}03$
En azimut.....	$\pm 0^{\text{m}}5$

La latitud y longitud se determinarán independientemente de las observaciones angulares que van a efectuarse, mientras que el azimut se observará al verificarse las observaciones angulares de la red geodésica.

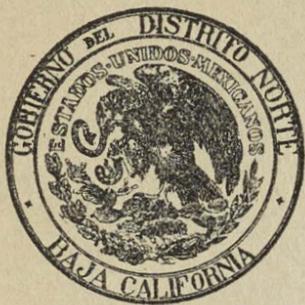
MÉTODOS QUE DEBEN SIGUIRSE.

Para la latitud se seguirá el método de Talcott, observando 20 pares de estrellas tomadas del Catálogo de Boss, observando cuando más dos veces cada par, advirtiéndose que los pares deben ser independientes. El instrumento de que se hará uso será un zenital meridiano.

Para la longitud se hará uso de señales instantáneas, inalámbricas o telegráficas, observando tiempo antes y después de los cambios con el micrómetro impersonal. El error probable del  $\Delta t$  no será superior a  $\pm 0^{\text{m}}02$ . Se cambiarán señales cuan-

Sírvase citar Sección  
y núm. de este oficio

####



Sec. \_\_\_\_\_

Núm. \_\_\_\_\_

de menos tres noches, y como máximo cinco.

El azimut de una dirección se observará con el mismo aparato que se emplee en la medida de los ángulos de la red geodésica, midiendo el ángulo entre la polar o alguna estrella circumpolar en su máxima elongación, y un vértice de la triangulación. Deberá observarse cuando menos dos noches y tres como máximo.

#### RECONOCIMIENTO GEODESICO.

Este tiene por objeto establecer una red de triángulos que abarque todo el Distrito N. de la Baja California en una extensión de 500 kilómetros próximamente.

La red se compondrá principalmente de cuadriláteros y polígonos con un punto central, que no tengan sino un lado común; y solo cuando la configuración o la resistencia de las figuras lo exija, se aceptarán figuras más complicadas.

La resistencia de las figuras se estudiará en las dos cadenas mejor configuradas que una dos lados de enlace, y llamando  $R_1$  la resistencia de la mejor cadena, y  $R_2$  la de la segunda, se procurará que  $R_1$  no exceda de 25 y  $R_2$  de 50, en unidades de la  $6/a$ . cifra decimal.

Los lados tendrán una longitud que no pase de 40 kilómetros, aceptando 6 kilómetros como límite mínimo.

La red deberá apoyarse en tres bases localizadas próximamente en la frontera, a la mitad y al fin de la red. La situación de la primera base dependerá de la resistencia de las figuras americanas y de la distancia de la base americana a la frontera mexicana.

Se aceptará como buena la locación de las bases, si la resistencia de la mejor cadena que las une, no exceda de 130,

Sírvase citar Sección y núm. de este oficio



puediendo aceptarse 200 como límite máximo. Si la resistencia se pasa de dicho límite, se hace indispensable intercalar otra base.

Sec. \_\_\_\_\_

Núm. \_\_\_\_\_

La discrepancia de las bases no debe ser superior a  $\frac{1}{25000}$ .

La longitud de las bases deberá estar comprendida entre 6 y 12 kilómetros, procurando que queden ligadas a la red de triángulos por medio de figuras más resistentes, aceptando 25 como límite mínimo de resistencia.

#### RESISTENCIA DE LAS FIGURAS.

En una cadena de triángulos, entre dos bases, o entre dos líneas de enlace, la resistencia R tiene por valor

$$R = \left( \frac{D-C}{n} \right) \sum ( \delta^2 A^2 + \delta A \delta B + \delta^2 B^2 )$$

D siendo el número de direcciones.

C el número de ecuaciones de condición, y  $\delta A$ ,  $\delta B$  las diferencias logarítmicas por  $\text{sen. } 1''$  de los ángulos de distancia A y B del triángulo, A siendo el ángulo opuesto al lado por calcular y B. el opuesto a la base o lado conocido.

#### CALCULO DE D.

Como en cada figura se acepta una línea fija, se contará el número total de direcciones, y la suma total disminuida de 2 será el valor de D.

#### CALCULO DE C.

El valor de C. es igual al número de ecuaciones de ángulos, más el número de ecuaciones de lados, dadas por las



siguientes fórmulas:

Si designamos por  $l$  el número de visuales recíprocas y por  $p$  el número de vértices, las ecuaciones de ángulos serán

$$l - p + 1$$

Sec. \_\_\_\_\_

y las de lados

Núm. \_\_\_\_\_

$$l - 2p + 3.$$

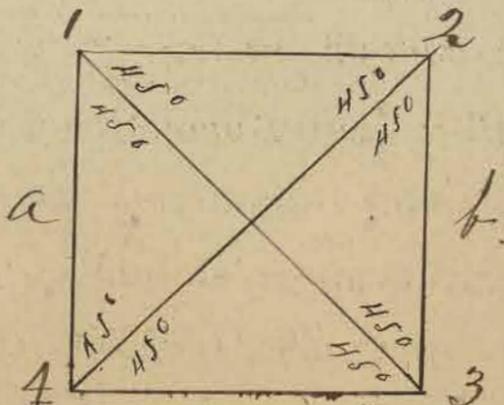
En cuanto a  $\delta A$  y  $\delta B$  se toman en la tabla adjunta en unidades de la 6/a. cifra decimal, ~~introduciendo~~ entrando con los argumentos A y B o sea los ángulos de distancia, el más pequeño siendo el de la parte superior de la tabla y el otro el de la columna de la izquierda.

Para el cálculo de la resistencia de la figuras es bastante conocer los ángulos en grados redondos.

Para mayor facilidad damos los valores de  $\frac{D - C}{D}$  para las figuras más comunes.

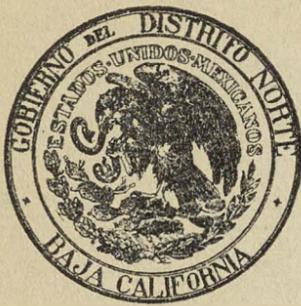
Naturaleza de figura.	Valores de $\frac{D - C}{D}$
Para un simple triángulo	$\frac{4 - 1}{4} = 0.75.$
Cuadrilátero completo	$\frac{10 - 4}{10} = 0.60.$
Triángulo con un punto central	$\frac{10 - 4}{10} = 0.60.$
Cuadrilátero con un punto central	$\frac{14 - 5}{14} = 0.64.$
Pentágono con un punto central.	$\frac{15 - 6}{15} = 0.67.$
Hexágono con un punto central.	$\frac{22 - 7}{22} = 0.68.$

Ejemplos:



No. de direcciones, a razón de 3 por cada vértice ... 12;

$$\text{luego } D = 12 - 2 = 10.$$



No. de visuales reciprocas .....6.

No. de vértices .....4.

Sec. \_\_\_\_\_

$$l = p + 1 = 3$$

Núm. \_\_\_\_\_

$$l = 2p + 3 = 1$$

luego  $C. = 4$

$$\frac{D - C}{C} = \frac{10 - 4}{10} = 0.60.$$

resultando igual al dado en la tabla.

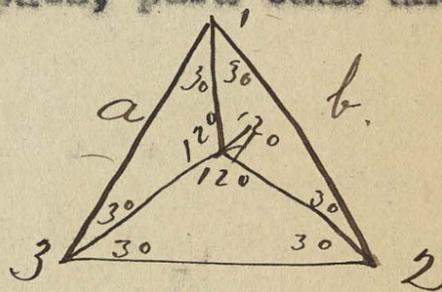
Para pasar de a á b, las dos cadenas mejor configuradas son las de las diagonales; por consiguiente la primera cadena será

1, 4, 3, y 1, 3, 2, ; y la 2/a.

1, 4, 2, y 2, 4, 3, ; y en ambas los ángulos de distancia en cada triángulo son 45 y 90 ; y con estos datos las tablas nos dan 4 ; la resistencia será pues, para cada una de las cadenas.

$$R. 1 = 0.60. ( 4 + 4 ) = 5$$

$$R. 2 = 0.60. ( 4 + 4 ) = 5$$



No. de direcciones ..... 12.

No. de visuales reciprocas..... 6.

No. de vértices ..... 4, luego

$$\frac{D - C}{D} = \frac{10 - 4}{10} = 0.60.$$

Las cadenas mejores para pasar de a á b son

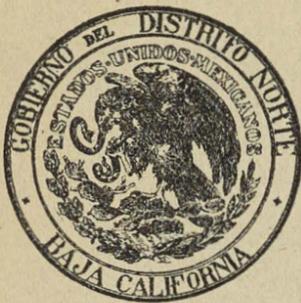
1, 3, 2, y

1, 3, 4, 1, 4, 2,

En la primera los ángulos de distancia son

60 y 60 y la 2/a.

Sírvase citar Sección y núm. de este oficio



30 y 120; por consiguiente las resistencias

serán

$$R_{\Delta} = 0.60 ( 4 ) = 2.$$

Sec. \_\_\_\_\_  $R. = 0.60 (20) = 12.$

Núm. \_\_\_\_\_ El Director.-PEDRO C. SANCHEZ.-Rúbrica.-Es copia.

