

Los trabajos topográficos i jeodésicos de la Oficina de la Carta del Estado Mayor Jeneral

POR

ERNESTO GREVE

(Crítica de las conferencias dadas en el Instituto de Ingenieros por los señores Obrecht i Deinert)

(Continuacion)

«La estension de los estudios sobre la desviacion de la vertical es una de las características de la ciencia jeodésica actual» «Bourgeois—L'État actuel de la Géodésie—Revue Generale des Sciences, 1904, página 376) i es ella, podemos agregar, el fundamento de la «Asociacion Jeodésica Internacional».

Este estudio se lleva a cabo determinando las diferencias entre las coordenadas i azimutes trasladados jeodésicamente i los determinados por observaciones astronómicas i aquí tenemos que hacer una nueva escepcion, puesto que de la conferencia del señor Consultor Técnico del Estado Mayor se deduce que la oficina a que pertenece comprueba la base jeodésica con observaciones astronómicas, lo que equivale a efectuar por pasos la comprobacion de una medida ejecutada con cinta de acero.

Sterneck, eminente jeodesta, mui conocido por sus observaciones de gravedad relativa i absoluta, caracteriza mui bien el papel de las observaciones astronómicas en jeodesia, en su trabajo sobre la triangulacion austro-húngara (*Sterneck—Das neue Dreiecknetz I Ordnung der oesterreichisch-ungarischen Monarchie—1899*). En la aplicacion de la determinacion astronómica de coordenadas i azimutes medidos está la verdadera diferencia entre los fines de la medida de la Tierra i la del país; a úmbos debe servir de base la red trigonométrica».

«La mensura de la Tierra necesita MUCHAS determinaciones astronómicas de coordenadas i, tomando como base la red compensada, ESTUDIA LAS VARIACIONES DE LA

VERTICAL, separando las perturbaciones sistemáticas de las simplemente locales; las primeras dan indicaciones sobre la forma i curvatura de la superficie terrestre.

«La mensura del país necesita la red compensada para la determinación de distancias i posición relativa de los puntos sobre la superficie. Puede solo utilizar una de las determinaciones astronómicas con el objeto de orientar la red trigonométrica como en todo».

Creyéndose antiguamente, como parece entre nosotros lo creen algunas personas ahora todavía, que las desviaciones de la vertical eran siempre pequeñas, los primeros arcos de meridiano, medidos hace mas de un siglo, se basaban jeneralmente en solo la determinación de las coordenadas i azimutes en dos puntos en los extremos. Actualmente, habiéndose demostrado, desde la fundación de la «Medida Europea de Grados», 1861, o sea próximamente medio siglo atrás, que los valores grandes de la desviación de la vertical son muy frecuentes i que alcanzan aun hasta uno i medio minuto de arco (Helmert), las observaciones astronómicas en las mediciones modernas de grados son muy numerosas.

Los trabajos jeodésicos no solo sirven de base al levantamiento original de la carta jeneral, o sea, de la carta matriz, de la cual salen despues todas las cartas derivadas, como ser de vías i comunicaciones, forestales etc. sino también sobre ella se basan los levantamientos jeológicos. Además, se debe proporcionar al catastro i a los levantamientos hidrográficos el número de puntos necesarios, demarcados exactamente en el terreno i garantidos por seguridades o testigos subterráneos, como se les llama.

El mas exigente entre todos estos trabajos es el catastro, pues aquí se apela al llamado levantamiento numérico, o sea, que los planos catastrales llevan las dimensiones anotadas. Estos planos catastrales solo pueden hacerse previa la promulgación de una ley especial, que establece el levantamiento de ellos con fines de contribución de inmuebles i constitución jurídica de la propiedad, teniendo sus indicaciones valor legal.

Se comprende así que un plano catastral, que constituye un testigo ante el juez, llevando sus indicaciones en cifras, no puede ser levantado bajo el criterio de que pueda despreciarse en la triangulación todo aquello que no alcance a apreciar la escala, siendo el criterio aplicable aquí que los vértices deben tener en su posición relativa una exactitud superior a la obtenida por los técnicos con simples cintas corrientes i reglas de medir, operando en todo caso como si la Tierra fuera plana, o sea que a las coordenadas rectangulares esféricas no haya que aplicarles corrección alguna dentro de la extensión de todo el sistema adoptado.

La publicación de los resultados de una triangulación, tan importante como las hojas de la carta misma, al lado de las cotas de la nivelación jeométrica, constituye el valioso archivo de la carta jeneral i que comprende estos datos respecto a un gran número de puntos demarcados en el terreno i reconocibles por las indicaciones i croquis publicados.

Pero no solo se trata de la publicación una sola vez, sino que el trabajo debe ser

dispuesto en forma tal que su revision pueda efectuarse sin grandes desembolsos i esta condicion impone, con tanta imperiosidad como los servicios catastrales, la buena demarcacion i la gran densidad de los puntos trigonométricos, puesto que se trata de una organizacion permanente i los puntos trigonométricos deben poder ser recuperados en cualquier instante.

Wiesauer ha dicho, con mucha razon: «*Las cartas son fotografias instantáneas de la superficie de la Tierra*». (Wiesauer, *Evidentstellung der Kartenwerke* etc. M. K u K. M. G. I., 1901, páj. 114) i con ello ha caracterizado mui bien la exigencia de que una carta debe ser revisada i completada de tiempo en tiempo.

¿En qué forma puede llevarse a cabo la revision de una carta, sin rehacer cada vez una parte de la triangulacion, si los vértices no se demarcan con suficiente garantía? «*Antiguamente se dedicaba mui poca atencion a la demarcacion de los puntos. El resultado de esto era, que ya despues de corto tiempo se perdian los vértices, descendia a MATERIAL MUERTO el resultado de la mensura obtenida tan trabajosamente, viéndose obligado a rehacer el trabajo ENTERAMENTE DE NUEVO*». (Broenimann, *Die Kataster-Vermessung*, 1888, páj. 9).

Tittmann, jefe de una de las oficinas del levantamiento de Estados Unidos, ha manifestado la opinion de que el valor de una triangulacion *se pierde* si los puntos no pueden ser recuperados; el Congreso jeodésico de Washington, por su parte, ha sido tambien bastante esplicito en cuanto a la importancia de la garantía de demarcacion (*Proceedings of the Geodetic Conference held at Washington*, 1894, páj. 291) i, ya hemos visto que la Asociacion Jeodésica, por su parte, ha prestado a este punto la debida atención, como ya se ha espuesto.

El señor jefe de la Oficina de la Carta, para escusar la negligencia con que se ha procedido en la demarcacion de los puntos de su triangulacion, asegura («*Conferencias*» páj. 15) que no es necesario hacerlo sino en terrenos blandos. Tenemos a mano diversos tomos de las triangulaciones de otros paises i en los picos *mas duros* i agudos de Los Alpes i de las Montañas Rocallosas se han colocado siempre, fuera de las marcas que fijan el vértice, otras tres o cuatro a cierta distancia, i ello porque tratándose de jeodestas nacionales se preocupan de los verdaderos intereses del Estado. Pero para la Oficina de la Carta este sistema *no conviene*, puesto que ella necesita variaciones i reducciones al centro donde no debian ser necesarias (!).

La serie de publicaciones que, fuera de la carta misma orijinal, las jeneralizaciones i reducciones a otras escalas, el archivo de planchas de cobre, aluminio o las piedras litográficas, para poder reproducir la carta cuando se necesite i mantenerla al dia sin perder el tiraje anterior, constituye el agregado inseparable son: coordenadas jeográficas i coordenadas polares; coordenadas rectangulares; cotas de los vértices i puntos importantes i, por fin, altimetria de la nivelacion de precision.

La base de todos los datos anteriores la constituye la triangulacion primordial i la nivelacion de precision. El Estado Mayor solo ha ejecutado la primera i en forma deficiente.

Es indispensable la publicacion de las coordenadas jeográficas de los vértices, pues, como dice *Boersch* (*Anleitung zur Berechnung Geodaetischer Coordinaten—Cassel 1885*) tenemos en ellas *un sistema de coordenadas sobre una superficie de proyeccion que es parecida a la figura matemática de la superficie terrestre i que, sin influencia en su exactitud, se deja estender sobre todo el esferoide de rotacion. Para los fines prácticos no es directamente aplicable este modo de representacion porque da los resultados solamente en medida angular*».

La cita que precede, a la cual dábamos en 1901 la debida importancia («Anales» Marzo 1901) caracteriza mui bien la verdadera ventaja de las coordenadas jeográficas que *sin influencia en su exactitud* pueden estenderse a todo el elipsoide terrestre; pero, en cambio, como el técnico necesita las distancias, se le agrega las *coordenadas polares*, que no significan un recargo de trabajo, pues constituyen el punto partida para el cálculo de las coordenadas jeográficas.

En cuanto a la colocacion de los puntos, cuyas coordenadas jeográficas se dan, sobre las hojas del mapa, no presenta dificultad alguna.

Para el levantamiento de detalle cuyos datos se requieren numéricamente, razon por la cual se llama *levantamiento numérico* a esta clase de operaciones, es preferible el empleo de coordenadas rectangulares; pero, no siendo plana la superficie terrestre, hai que calcular, bajo ciertas hipótesis en cuanto a la proyeccion, las coordenadas rectangulares esféricas, que pueden emplearse en la práctica, si se limita la estension suficientemente, como si la Tierra fuera realmente plana, o sea: emplear las *coordenadas rectangulares esféricas* (Soldner o Gauss) como *coordenadas rectangulares planas*, pues si se exige que el operador aplique *correcciones esféricas* se perderia la ventaja (6).

No solo en las oficinas catastrales que hemos visitado, o sea, Prusia, Suiza, Alsacia-Lorena, Italia, España i Francia, se exigia como preliminar para el empleo de coordenadas rectangulares que éstas pudiesen emplearse como *planas*, sin sobrepasar un cierto límite de error, sino tambien numerosos textos lo especifican claramente.

(Continuará)

6° En «*Istruzione per la Risoluzione di alcuni problemi riguardanti le relazioni di posizione fra punti dati per le loro coordinate geografiche*» Firenze, 1896, pag. VIII se dan fórmulas suficientemente aproximadas i partiendo de las coordenadas jeográficas.