

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

POR

ERNESTO GREVE

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

(Continuacion)

En su conferencia en los salones del Estado Mayor, refiriéndose a nuestra objecion, dijo el señor Deinert lo siguiente, que copiamos de la página 14 de la reimpression de aquella (*Los trabajos jeodésicos del Estado Mayor Jeneral*, 1906): «*Acerca de la última aseveracion que la PROYECCION DOBLE DEL ESTADO MAYOR JENERAL ALEMAN no se puede estender mas de 700 Km de un paralelo medio, doi perfectamente razon al conferencista, pero NO USAMOS ESTA PROYECCION AQUI, sino otra en que las deformaciones en el sentido del meridiano quedan nulas*».

¿Qué objeto se persigue con todas las declaraciones si ellas se neutralizan de una plumada? El señor Jefe de la Oficina de la Carta, en sus diversos artículos, no ha hecho pues otra cosa que poner en práctica el antiguo artificio del pañuelo amarrado de un hilo; i esto en los asuntos mas serios de jeodesia: hace su oficina una declaracion i despues la retira bruscamente.

En efecto, en las «Conferencias», páj. 27, se aclara nuevamente la cuestion, disipándose algo la neblina con el siguiente párrafo, tomado de Pizzetti:

«*En los últimos tiempos la proyeccion de Gauss ha sido introducida por Ch. Lellement.*

«*Existe la intencion de dividir el territorio de Francia en 7 fajas de meridiano*

de dos grados de ancho cada una. Tengo la satisfaccion de decir que esta proyeccion la empleamos ya desde el año 1901».

Queda pues establecido, que en 1901 hubo un cambio de proyeccion, lo que no es raro, puesto que la jeodesia de la Oficina de la Carta ha sido verdaderamente coqueta desde un principio.

Probablemente el señor Deinert se convenció, durante el año, que segun la Memoria de Guerra de 1902, página 14, estuvo en el Instituto Jeodésico de Potsdam, (El director de este establecimiento reduce el tiempo enormemente, a ménos de la tercera parte, en la página 12 de su *Jahresbericht* 1900-1901) de que la esfera normal de Gauss no podria pasar por el Estrecho de Magallanes i que Schreiber habia tenido motivos especiales para adoptarla, conviniéndole ahora mejor el empleo en Chile de la llamada proyeccion doble conforme o cilíndrica de Gauss, sin la tal esfera normal. No hace, sin embargo, declaracion sobre si seguirá con un solo sistema de ejes o no.

En la «Memoria de Guerra» de 1900, página 15, ignorándose quizas que Chile es signatario de la Convencion de Washington, que adoptó el meridiano de Greenwich, se declara que el eje de abscisas de la proyeccion conforme va a ser el meridiano 73 oeste de Paris.

Habria en esto otro error: porque la longitud de Santiago no se conoce con suficiente precision; pero felizmente esto no se llevó a cabo i se adoptó el meridiano del observatorio de Santiago, a pesar de que, como se declaraba en 1899, no tiene este establecimiento marca meridiana (!).

Las coordenadas rectangulares por bandas meridianas seria el mejor sistema para Chile, para que así el catastro i los técnicos puedan utilizarlo; pero no en un solo sistema, como lo emplea el Estado Mayor. Sin embargo, conviene estudiar si no habria conveniencia en solapar estos sistemas de una cierta estension en el ancho, como ya lo propuso Helmert, i si las fórmulas aproximadas de este distinguido profesor, espuestas en la revista *Zeitschrift fuer Vermessungswesen* de 1876, página 238 i siguientes, no serian mas prácticas, a pesar de que limitan la estension de norte a sur por la intercalacion de la esfera osculadora.

Francia ha sido dividida en seis bandas meridianas (véase página 14 de la obra de Lallemand o *Zeit. f. Ver.* 1899, páj. 42 (7) i el nuevo proyecto para el catastro de Prusia consulta 11 de ellas. En Austria-Hungria se ha propuesto tambien el sistema (*Semérad-Entwurf neuer Katastral-Koordinatensysteme auf der Grundlage der österreichischen Gradmessung etc. Wien, 1908*).

En una oficina catastral se repite tantas veces un mismo cálculo que es necesario tomar mui en cuenta las fórmulas i es por ello que insinuamos las mas sencillas de Helmert; pero seria necesario tambien dividir en trozos de 4.º de norte a sur. Sin

---

(7) Jordan al hacer la declaracion de páj. 44, de que las bandas meridianas serian, con la proyeccion conforme, el ideal para Alemania, ha olvidado que las bandas fueron ya propuestas por Helmert (*Z. f. V.*, 1877, páj. 612) lo que si con proyeccion Soldner.

embargó, el empleo de los abacos, en Francia, ha traído grandes simplificaciones en la oficina del catastro i con ello quizás las bandas meridianas pudieran ser preferibles.

Desde que el sistema de Soldner tiene la misma abscisa que el de Gauss, Semérad ha construido un sistema de escalas o abacos que le permite pasar de la ordenada del primero a la del segundo, con lo cual se gana también algo.

En Prusia, en donde se usa en la oficina militar *un sólo sistema* de coordenadas conformes, a pesar de la gran deformación, que obliga en los límites del trabajo aun a aplicar correcciones a los simples elementos de reducción de las estaciones escéntricas, no se ha consultado para nada a las demás oficinas, sino solamente las ventajas para el cálculo de la compensación de las redes inferiores, mas ventajoso por coordenadas rectangulares.

Sin embargo, no es tampoco necesario un sólo sistema para los cálculos de compensación, puesto que para ellos se parte de las coordenadas jeográficas de la triangulación de primer orden, que allí se compensa por correlativos, i nunca la compensación de las redes subalternas se hace por trozos tan grandes que imponga, esta sola circunstancia, el sistema único.

El resultado de la intransigencia del Estado Mayor alemán, siempre en desacuerdo con los técnicos civiles—como en todos los estados en donde el levantamiento jeneral depende del Ejército—es que el país incurre en un gasto inútil de cálculo, puesto que en las oficinas catastrales, partiendo de las coordenadas rectangulares del sistema del Estado Mayor, se calcula las jeográficas i de allí se vuelve a las rectangulares de los sistemas del catastro.

Al aceptar para Chile (8) un solo sistema en el Estado Mayor i otros sistemas especiales para el catastro en el centro del país, se incurrirá en cálculos que podrían haberse economizado i que representan por tanto una pérdida en dinero. Es extraño, pues, que se afirme haberse hecho un estudio detenido.

El señor Deinert (*La Red de Melipilla*, página 33) ha hecho una declaración mas extraña todavía i que tiene relación con el sistema de coordenadas. Decía, en efecto, refiriéndose a la reducción de la base al nivel del mar: «*refiriéndose nuestro levantamiento a un sistema de coordenadas rectangulares conformes, sobre cuyas ventajas para Chile nos estenderemos mas adelante, esta reducción pierde completamente su razón de ser.*»

*Sin embargo, para tranquilizar nuestra conciencia jeodésica i para los casos en que se presente la necesidad de conocer esta reducción, vamos a determinar su magnitud.*

El señor Medina, reitera la anterior declaración en su *Monografía de la Carta*

---

(8) No sabemos si Argentina tiene un solo sistema también, pues en la tabla de esta proyección no se dice nada (*Tablas i fórmulas para el cálculo de la proyección, etc.*, Buenos Aires, 1900.) En las *Instrucciones para los levantamientos topográficos con la plancheta Breithaupt M. 1895*, Buenos Aires, 1902, pág. 5, se divide las hojas por meridianos i paralelos i no como en la Oficina de la Carta del Estado Mayor de Chile.

*Militar*, o sea, que ámbos autores suponen *modestamente* que todo Chile se va a apoyar en una sola base, o que se va a elegir todas ellas *exactamente* a la misma altura sobre el mar (!) Es demasiado exigir.

## Estudio de las objeciones hechas a los trabajos topográficos i jeodésicos del Estado Mayor

La parte topográfica de los trabajos de la Oficina de la Carta del Estado Mayor ha sido objeto de diversas críticas de parte nuestra i ya en los ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS, 1907, páj. 73, hacíamos notar graves errores en el cincuenta por ciento de las planchetas que habíamos examinado, errores que llegaban a su punto culminante con las planchetas Cuncumen i Lo Prado.

Respecto a estos errores, que hacen perder toda confianza en esta cartografía, los mismos oficiales de Estado Mayor habrán podido convencerse en los ejercicios de Chifigüe, si teníamos o no razon al incluir esta plancheta entre las que debían escomulgarse; pero el sistema llevado a la práctica, a raíz de aquel convencimiento, con el autor del trabajo, no es lógico, puesto que la culpa de todo esto debe buscarse mas arriba.

Sin embargo, se ha llegado hasta declarar por la prensa, de que las planchetas son usadas por los técnicos civiles para los ante-proyectos de trazados; se ha afirmado que un distinguido colega así lo hizo con el ferrocarril de Melipilla a la costa, pero el hecho de que esta línea férrea *aparezca* en las planchetas es un suficiente desmentido.

«Cuando recuerdo el trazado detestable de algunas importantísimas vias de comunicación, canales de riego i otros trabajos importantes i las no despreciables variaciones que se han tenido que hacer en sus primitivos proyectos, motivando cuantiosos gastos i disgustos a las empresas i al país *por no haberse hecho el estudio sobre buenos planos* i veo que éstos se admiten sin comprobación racional, me pregunto también ¿qué criterio tendrán esas empresas i los centros administrativos que los aprobaron? (RUIZ AMADÓ, *Topografía Moderna*, Barcelona, 1903, páj. 8).»

No otra cosa tendria que decirse mas tarde sobre los ante-proyectos de vias o irrigación que se basasen en nuestra cartografía militar, i de qué admirarse que así suceda en una oficina cuyo personal no recibe instrucciones precisas, bastando colocar dos planchetas vecinas, una al lado de la otra, para ver que no hai uniformidad de criterio ni en cuanto a prolijidad ni respecto a los detalles que deben tomarse.

No conocemos, en efecto, como instrucciones topográficas, sino la traducción literal i calco de las figuras de las instrucciones alemanas, impresas bajo el título «*Reglamento de la Sección Topográfica del Estado Mayor Jeneral*», Santiago, 1906—pero a ellas no se amolda, ni puede amoldarse del todo, el trabajo.

Estimando no corresponder al presente estudio el analizar el derecho que tenga

o no el Estado Mayor para silenciar el autor de la obra, continuamos nuestro camino dejando al lector los comentarios.

Coloque, por ejemplo, el lector las planchetas de Santa Elisa i Talagante, con su borde comun en coincidencia, i recibirá la desagradable sorpresa de que en una hai media puntilla de cerro, del tamaño de nuestro Huelén, i que en la plancheta vecina no continúa.

Hartl (*Mitt. k. u. k. M. G. I.*, 1890, pág. 206) ha dicho, con sobrada razon, que el técnico «*debe estar en situacion de ejecutar en la pieza estudios preliminares de caminos i ferrocarriles i otros estudios análogos con el uso del material de levantamiento del Estado*». Pero, preguntamos a nuestros colegas ¿qué ante-proyecto puede estudiarse sobre una plancheta, como la SE de los «*Alrededores de Melipilla*» con quince por ciento de cotas en desacuerdo, por mas de diez metros, con las curvas de nivel, o la de Chifigüe, con solo 199 cotas en 100 kilómetros cuadrados i en donde hai hasta diez de éstos sin ninguna?

Pero, el señor Consultor Técnico del Estado Mayor, ha estimado que su opinion era una espada suficiente para cortar de un golpe el nudo gordiano i se espresaba en el Instituto de Ingenieros («*Conferencias*, pág. 7) que lo espuesto por él bastaba «*para que los hombres de buena fé consideren que el mapa del Estado Mayor Jeneral puede competir con los mejores mapas de otros paises*».

Como suponemos que las declaraciones, llevadas por escrito al seno de nuestra institucion, han sido maduramente pensadas, se impone, pues, que el señor Consultor Técnico declare de qué cartas ha hecho uso en la comparacion. En cuanto a nosotros, hemos examinado prolijamente nuestra coleccion de mas de un centenar de ellas, la mayoría con curvas de nivel, i entre estas últimas *no hemos encontrado ni una sola con curvas sospechosas* (cartas de Francia, Alemania, Austria, Italia, Suiza, España i Estados Unidos). En cambio, en diez i seis planchetas de la Oficina de la Carta, examinadas hace tiempo, habia ocho con errores que saltaban a la vista.

Todos, pero absolutamente todos, los paises que llevan a cabo actualmente su levantamiento detallado con curvas de nivel, *basan su hipsometría en nivelaciones de precision*: pero la Oficina de la Carta se ha empecinado en que la nivelacion trigonométrica es suficiente, como lo ha de ser tambien el nivel medio del mar fijado a ojo en Cartajena.

Lallemand (*Les progrès réalisés en France dans la mesure des altitudes, etc.*, Paris, 1893) despues de esponer lo que son las curvas de nivel i cómo éstas se apoyan en la nivelacion jeométrica, como base fundamental, hace notar que *las cartas antiguas de la mitad del siglo pasado* tenian la hipsometría basada esclusivamente en nivelacion trigonométrica (!).

La nivelacion trigonométrica ha sido abandonada ya en primero i segundo orden, tomándosele solo en algunos paises como un complemento, del cual puede prescindirse, i que no impone mayor gasto ni molestias de consideracion, puesto que se opera en las horas del mediodia. inapropiadas para otros trabajos. Se las aprovecha así

para trabajos preliminares allí donde no ha llegado la nivelacion jeométrica de precision i como control sólo en contra de errores groseros.

En Prusia, por ejemplo, los teodolitos jeodésicos de primero i segundo orden no tienen siquiera limbo vertical i todos los vértices que pueden ser alcanzados nivelando jeométricamente son unidos, a la nivelacion de precision, por operaciones a «nivel i mira», constituyendo la «nivelacion a señales».

No sólo se ha demostrado, en numerosas experiencias, que las variaciones de la refraccion terrestre pueden ser caprichosas, sino tambien que ésta no es igual en la estacion mas alta i la mas baja (*Processo verbale delle sedute della Commissione Geodetica Italiana*. Firenze. 1900, paj. 47—(desacuerdos hasta de 21" entre la refraccion calculada i observada, paj. 46) i «*The transcontinental triangulation*». 1900, páj. 256) i aun en Estados Unidos se han anotado casos con el coeficiente de refraccion de signo negativo.

A todo lo anterior se agrega aun la fleccion de los anteojos, sobre la cual llamó la atencion especialmente Hartl, al estudiar la nivelacion trigonométrica (*Ueber mittlere Refractions-Coefficienten*—Mitt. G. I., 1884, páj. 157—La influencia puede llegar aun a 15" i 20", segun Hartl; i, por fin, la desviacion de la vertical, con valores frecuentes de 5 a 10 segundos (Véase: *Eggert-Vergleichung der Ergebnisse des geometrischen und trigonometrischen nivellements, etc.*, Z. f. V., 1900, páj. 113—Correcciones hasta de mas de 8" por desviacion de vertical).

La poca importancia que se atribuye hoy dia a la nivelacion trigonométrica en triangulacion de primer orden ha llegado hasta que el Congreso Jeodésico de Washington (*Proceedings of the Geodetic Conference, etc.*, páj. 292) la clasificó como «observaciones incidentales».

Progresivamente se ha venido descubriendo que el coeficiente de refraccion (llamado impropriamente «constante de refraccion», como lo hizo notar Oudemans, quien propuso la espresion «factor de refraccion») depende de un gran número de condiciones; i hai aun dependencia respecto del largo de la visual («*The transcontinental triangulation*» 1900, páj. 263).

Las experiencias hechas para el estudio de las variaciones del coeficiente de la refraccion terrestre son numerosas i ellas han dado resultados diversos segun las condiciones orográficas i climáticas (Consúltese: *Hartl—Praktische Anleitung zum trigonometrischen Hohenmessen*, páj. 128, i *Beitraegen zum Studium der terrestrischen Strahlenbrechung*, Mitt. M. G. I., 1883).

No es preciso ir al terreno para notar los numerosos errores de las planchetas, pues el simple examen basta. Sin embargo, si el lector quiere convencerse por sí mismo, sin necesidad de un largo viaje, compare, desde la Avenida Vicuña Mackenna al Cerro San Cristóbal con la plancheta «Santiago» i podrá notar que al S. E. del ascensor se dan las curvas de nivel *convexas* cuando el terreno es *cóncavo*.

Se puede preguntar ahora, si una carta construida segun los principios que imponen las necesidades cartográficas civiles sirve o nó de base a una carta militar.

El señor mayor Medina, decia en el Congreso Científico (Monografía, páj. 4) *«que las cartas militares deben, en primer término, dar a conocer la estructura del terreno, analizándolo bajo el punto de vista JEOLÓGICO, jeográfico i topográfico»*.

*Las cartas civiles NO SATISFACEN LAS NECESIDADES DEL EJÉRCITO i es por esto que todos los países poseen la carta militar jeneral i particular del territorio»*.

La preferencia que el señor Medina da a la *jeología* en las cartas militares, esplicable en la edad media, cuando en vez de shrapnells i otras atenciones se disparaban rocas con honda, no nos convence de que el éxito de un combate se comprometa, porque tiene lugar o nó en el terreno terciario, por ejemplo, pero sí nos convence del por qué en algunas planchetas, como la de Cuncumen, no se ha dado importancia a que un arroyo aparezca corriendo cuesta arriba.

Ninguno de los autores de cartografía militar, que hemos consultado, hace referencia a la *jeología* i es bien curioso que en Chile se la coloque, *en primer término*, como condicion de la carta militar.

Al lado de la opinion del señor Medina, no tenemos sino que colocar la del jeneral Schulze, ex-jefe del levantamiento de Prusia; la del mariscal austriaco Von Steeb i, por fin, la del jefe del levantamiento de este último país, jeneral Frank, pues, ellos estan de acuerdo en forma que prueba suficientemente que en el Congreso Científico se hicieron declaraciones infundadas.

Schulze, como jefe de los trabajos de Prusia i profesor de la Academia de Guerra de Berlin, es una autoridad suficiente i, en su testo de «Levantamiento Militar», publicado en 1903, manifiesta en la páj. 3. *«está fuera de duda, que un levantamiento de un país, ejecutado de acuerdo con principios exactos i conformes con la cuestion, es SUFICIENTE TAMBIEN PARA TODAS LAS DEMANDAS I OBJETOS MILITARES, MIENTRAS QUE LO INVERSO DE SEGURO QUE NO SE REALIZA»*.

No es ménos esplicito el jeneral Frank, al discutir las necesidades técnicas civiles, pues dice *«que es claro que al llenar éstas, SE CONSULTAN TAMBIEN LAS MAS ESTRICTAS EXIJENCIAS MILITARES»* i este distinguido militar ha espuesto aun, en una de sus últimas memorias que, en vista de las exigencias crecientes de la cartografía civil, no encuentra ya lójico que sea la administracion militar la que ejecute el nuevo levantamiento del país,

¿Qué motivos hai en nuestro país para que las necesidades cartográficas militares sean mas estrictas que las de los países europeos? El señor Medina no lo dijo, i creemos que difícilmente podrá probarlo.

Si Austria-Hungria ha ordenado su nuevo levantamiento del país, para satisfacer mejor las necesidades técnicas civiles, i sus peritos militares declaran que este trabajo no es necesario bajo el punto de vista militar ¿habrá una prueba mas concluyente que las necesidades cartográficas del ingeniero son mayores que las del militar?

No sólo el jeneral Frank ha calificado a los técnicos civiles como los *«interesados en primera línea»* en el nuevo levantamiento que ejecuta la oficina a sus órdenes, sino

que es mucho mas esplicita al declarar que es *tarea del topógrafo* satisfacer al técnico civil i del *cartógrafo* al militar (*Frank-Landesaufnahme und Kartographie*, 1904).

Habria que probar que un exceso o defecto de pocos metros en un lado de triángulo compromete las formas del terreno en tan alto grado que haga peligrar el éxito de una operacion militar. Sabemos sí, que por ese defecto pueden perderse muchos miles de pesos en la perforacion de un túnel.

Se ha dicho siempre, i lo esplican mui claramente los tratadistas europeos, que el militar necesita la indicacion fidedigna de todo aquello que constituye un obstáculo al movimiento de las fuerzas armadas, i que pueda ser utilizado como proteccion en contra del ataque del enemigo; sin embargo, hemos comparado en el terreno algunas planchetas del Estado Mayor i encontrado zanjones i quebradas de importancia no representadas allí. Ademas, los alambrados de las viñas no están representados con su orientacion i no es necesario ser militar para comprender que el obstáculo es de mui diversa categoría segun por dónde sea abordado.

No nos cabe, por cierto, a los profesionales civiles en estudiar en detalle la carta militar como *propiamente tal*, mas si el Estado Mayor la declara mui suficiente a sus necesidades; pero, al lado de este aspecto de la cuestion i del espíritu imitativo que ha intervenido, su estudio prévio, en la jestion de un servicio de levantamiento que pretende, *sin que haya lei que así lo declare*, llenar necesidades civiles recargando su presupuesto, es natural que sigamos auscultando pacientemente este trabajo.

#### *Reconocimiento de la triangulacion.—*

Diversas criticas se le han hecho al reconocimiento, o, mejor dicho, a la ausencia de uno completo.

El señor Jefe de la Oficina de la Carta ha asegurado que el reconocimiento ha sido ejecutado en debida forma; pero basta examinar los diversos cróquis publicados para convencerse que la red ha sido obtenida por parcialidades pequeñas.

Se acostumbra no iniciar trabajos de mensura de ángulos hasta que el reconocimiento se encuentre *siquiera* dos o tres triángulos mas allá de los que se van a medir i examinado el terreno de que no hai dificultad para la prosecucion, pero solo tratándose de redes continuas; en las en polígono el reconocimiento debe ser completo, en todo caso.

El señor Deinert en 1906 (9) decia: «*Se ignora absolutamente que para cada triangulacion se hace primero un reconocimiento i que este reconocimiento es una de las tareas mas importantes i mas difíciles*» i reproduce a continuacion un párrafo de un libro, que no cita (Hegemann, página 6) i que dice así: «*Para colocar la red de triángulos de primer orden hai que hacer un viaje de reconocimiento POR TODO EL TERRITORIO*».

(9) Los trabajos jeodésicos del Estado Mayor Jeneral, 1906, pág. 6.

El lector comprenderá muy bien las razones que habrá tenido el conferencista para silenciar el texto i la página de donde tomó el citado párrafo, si lee el trozo siguiente, que dice: «*El reconocimiento de un sistema de triángulos, sea una cadena o una red, debe ser tomado como un trabajo de conjunto para todo el sistema. No debe finiquitarse hasta que haya sido explorado todo el terreno de trabajo i fijadas todas las configuraciones posibles.*»

Al final del párrafo correspondiente, Hegemann, dice que en el reconocimiento se presentan, sin embargo, punto de los cuales no es posible prescindir, i estos son precisamente los que nosotros en los ANALES, 1907, página 82, hemos llamado *puntos obligados*, por similitud con los estudios de ferrocarriles.

Entre estos puntos obligados citamos, por conocimiento propio del terreno, el vértice llamado «Yeguas Muertas» por el Estado Mayor (nuestro arriero lo designó «Alto de Covarrubias») i nos felicitamos de encontrar este vértice en los nuevos proyectos.

Ignoramos por qué causa el señor Deinert llama «Red de Melipilla» a unos cuantos triángulos de la «Gran Cadena Central». Será quizás para tener, al lado de una miniatura de las redes un polígono de Alemania, también su «Triangulación de los alrededores de Berlín». Pero es el hecho, aunque pretenda negarlo el Jefe de la Oficina de la Carta, que esta red se mensuró sin saberse *si era o no posible continuarla en buenas condiciones*.

No sólo es prueba suficiente el hecho de que aun después de concluida esta red (1897-1899) su autor presentaba, en un croquis al Congreso, una continuación fantástica en la cordillera, i aun como *en trabajo*, corriéndolos más tarde como cuarenta kilómetros hacia el valle central, sino también que es inexacta la declaración (Conferencias 1906, página 7) de que, al formar sus redes, no había «*la menor preocupación acerca de la formación de éstas*» puesto que los dos párrafos que siguen prueban lo contrario i dejan en claro la falta de criterio jeodésico: *Zeitschrift fuer Vermessungswesen* 1901, «*la red debería tener la forma de un polígono de siete vértices*» i en la «Memoria de Guerra», 1903, página 30: «*A partir de los vértices ya determinados, Bustamante, Maucó i Batro, se llevará por la costa una red de triángulos hasta los vértices Cerro del Cobre i Cuesta del Pobre, situados al norte de La Ligua: allí doblará hacia el este hasta la cordillera de los Andes i de aquí estacionando en puntos CONVENIENTEMENTE ELEJIDOS (no existen más tarde en el croquis definitivo) en las grandes alturas de esa cordillera doblarán la red hacia el sur hasta llegar a los vértices antiguos Calera i Horcón de Piedra*» (10).

Se ve, pues, que no es el terreno el que *impuso* la red en polígono sino la *simple imitación* i falta de criterio al copiar los trabajos de otros países, puesto que el fijar la forma de antemano antes de ascender los cerros demuestra, contra la aseveración

---

(10) Horcón de Piedra no pertenece a la red del «Diagrama definitivo» anexo a las «Conferencias» i aparece sólo como del trabajo antiguo.

del señor Deinert, *que habia predisposicion*. Es, pues, necesario convencerse al fin de la estricta e imperiosa necesidad de estudiar si los métodos i normas estranjeros se adaptan o nó a nuestro pais antes de adoptarlos, dado que al aplicar cuestiones científicas delicadas no es suficiente que el sistema de trabajo lleve el rótulo «*Made in Germany*».

Se comprende que Méjico i Brasil hayan adoptado las redes en forma de parri-lla, de Francia, España, Alemania e India; pero los mismos que tenian a su cargo el levantamiento de India no han llevado a Inglaterra este sistema, por las idénticas razones que han tenido Java, Japon e Italia: porque no las caben las redes poligonales.

El señor Deinert manifiesta (Conferencia, 1906, página 6) que no es argumento lo *angosto del pais!* como si no fuese argumento suficiente que el cliente tiene la cabeza mas pequeña que el tamaño del sombrero que el comerciante le ofrece!

Los cuatro cróquis publicados, de 1905 a 1909, de los cuales tres tienen carácter oficial, difieren sustancialmente entre sí; i la justicia de nuestras observaciones, en contra de las redes en polígono, parece que comienza a ser reconocida, pues la antigua «*Gran CADENA central*» se llama ahora «*Gran RED central*». Algo se avanza...

Si el señor Deinert, al bautizar su red, hubiera tomado en cuenta de que ella no alcanza a *ciento cincuenta kilómetros* de norte a sur, no habria elejido ese nombre, pues mas tarde tendrá que apelar, como los tratadistas de resistencia de materiales, al *máximum* i *maximorum*. La red del norte a pesar de que tiene reconocidos 555 Km de norte a sur, se llama modestamente «Trozo I» i «Trozo II», que corresponden al trecho entre las bases de Chuta, al norte de Tarapacá, i Pintados, cerca de Iquique, i entre éste i la de Paciencia, abordable desde Antofagasta.

Comparando el cróquis presentado al Congreso Científico, a fines de Diciembre de 1908, con el de la conferencia del Instituto de Ingenieros, fines de Mayo de 1909, se comprende la verdad del adajio «*muchos cocineros echan a perder la sopa*». Solo hai cinco meses de diferencia i, sin embargo, hai modificaciones de importancia que dan mucho que pensar.

En efecto, el señor Deinert declaró en el Instituto de Ingenieros el *24 de Mayo de 1909* («Conferencia», página 11) que la estacion «Cáquis» la habia ejecutado personalmente el *19 de Diciembre de 1904*; pero el cróquis presentado al Congreso, en *Junio de 1905*, da para la estacion «Caquis» la direccion a Pulmahue que, según el Anexo de la «*Monografía*» del señor Medina, exijiria un túnel i esta misma direccion, ya *medida en 1905*, no aparece en el diagrama definitivo de 1909.

Es ademas mui curioso que habiéndose ejecutado la estacion Cáquis en 1904 i dado en 1908 al señor Medina, en el Anexo 8, la direccion a Potrero Alto, en el diagrama 1909 haya desaparecido, apareciendo, en cambio, de un modo igualmente curioso las nuevas direcciones «Cobre-Chache» i «Cobre de Chacabuco-Chache», desaparecido «Cobre de Chacabuco-Mauco de Vinilla» i aparecido «Bustamante-

Chapa». ¡Pero no hai duda que se volverá a asegurar que se ha hecho un prolijo reconocimiento por sectores de 15 000 Km<sup>2</sup>!

Lo que hai es un derroche de dinero, rehaciendo no sólo la Red de Melipilla, bajo la excusa de que el instrumento era malo, en 1907, a pesar de que se le habia declarado precioso en 1899, sino tambien varios de las estaciones de la Gran Red Central. ¡Era el personal civil que se iba a estar palpando sin medir un solo ángulo!

Se ha objetado al señor Deinert la mala forma de su red i los ángulos agudos que, por falta de reconocimiento, ha agregado a el vértice «Cobre de Chacabuco»; pero el conferencista, siguiendo nuevamente su antigua táctica, no aborda esta cuestion sino que entra a discutir los ángulos agudos de la red de base, *que nadie le ha objetado ni nadie le objetará*.

Con referencia a este asunto, el señor Deinert se espresa («Conferencias», páj. 33) que el señor Obrecht califica el *cáncas de enciente* i agrega *que un ángulo agudo entra con un gran coeficiente en los cálculos*.

Es enteramente inexacto que, fuera de las redes de ampliacion de bases, jeodesta alguno hasta ahora haya hecho intervenir en las mensuras de los ángulos de una red jeneral—puesto que el vértice Cobre de Chacabuco es de esta categoría—el valor del ángulo mismo. *Schreiber* lo propuso, como simple idea, i ni él mismo lo llevó a la práctica, en 1882.

(*Zeitschrift fuer Vermessungswesen*, páj. 141) i ahora ha vuelto a tratar el punto *Klingatsch* (*Oesterreichische Zeitschrift fuer Vermessungswesen*, 1908, páj. 359).

Con ocasion de la base de Gaettingen, en Alemania, *Schreiber* publicó una teoría especial que, por diversas causas, no ha encontrado la misma aceptacion que las demas proposiciones del mismo distinguido jeodesta i, fuera de las bases alemanas, comenzando por la de Meppen (en la de Goettingen no se empleó, como puede verse en el Tomo VI, de la triangulacion de Prusia, página 214) no tenemos noticias que se haya empleado fuera de Alemania sino con la nueva medida de la red de ampliacion de la base de Melipilla.

Está mui léjos de nuestra idea el criticar el teorema de *Schreiber*, bueno en sí; pero no creyendo que la precision en la medida de un ángulo pueda aceptarse proporcional exactamente al número de veces que se la ejecuta, hasta los límites que le supone *Schreiber* (se llega hasta medir un ángulo 2 veces i otro 80 veces, perdiendo todo el mérito de la comprobacion de cierre) no lo hemos aceptado para los trabajos del norte, reemplazándolo por otro método mas propio, a nuestro juicio (11).

Pero todos los métodos de esta clase solo se han aplicado hasta ahora a redes de bases, en donde lo que se persigue es deducir, con la mayor precision posible i dentro de una cierta cantidad de trabajo, el valor de *un lado* (base calculada) partiendo de

---

(11) HELMERT—*Die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate*, Leipzig, 1907, páj. 562, da tambien a entender que es dudoso pueda aceptarse la proporcionalidad para gran número de mediciones.

otro (base medida); pero en una red jeneral se requiere con igual precision *todos los lados*.

La Asociacion Jeodésica Internacional tiene como norma el límite inferior de  $30^\circ$  para los ángulos, en casos como el del vértice «Cobre de Chacabuco», pero no para redes de base o diagonales de cuadrilátero.

A nuestro juicio el límite de  $27^\circ$ , que se encuentra en los testos franceses, proviene de los  $30^\circ$  sexagesimales aceptados sin indicacion primeramente i que mas tarde los demas autores han reducido, pues es curioso que en las actas de la Asociacion Jeodésica no se le encuentre, siendo  $27^\circ = 30$  g; i sabido es que en la triangulacion de Francia se emplea graduacion centesimal.

Tratándose de la fijacion de puntos aislados, como el «Observatorio» en la red del Estado Mayor, i de redes que no pueden continuar hácia una cierta direccion, como es el caso del triángulo Alto del Puerto-Chapa-Batro, del mismo trabajo, los ángulos agudos no tienen gran importancia.

Si el señor Obrecht hubiese examinado el terreno, no hai duda que en vez de afirmar que el cánvas es excelente lo habria mejorado bastante.

Ignoramos qué vértices fuera del de «Lagunas» le sean conocidos al señor Obrecht, pero probablemente en éste, si se hubiera fijado, habria dispuesto introducir, por ejemplo, los lados Lagunas-Bustamente i Lagunas Horcon de Piedra, con la ventaja que este último lado permite un excelente triángulo hácia el sur. Decimos «dispuesto» aunque ignoramos el carácter o atribuciones del puesto de Consultor Técnico.

Tambien un lijero exámen habria convencido al señor Consultor Técnico que el vértice «Cobre de Chacabuco» podia amputársele la direccion a «Potrero Alto», reemplazándolo por «Caquis-Alto del Cobre», descargándolo así i dejando en su lugar el lado «Chapa-Cobre de Chacabuco».

Ademas, hai antecedentes suficientes para ver que el vértice «Renca» podia pasar a de primero suplementario i formarse los triángulos Bustamante-Cobre de Chacabuco-Piuquenes i Bustamante-Piuquenes-Lagunas.

Como se desprende de nuestros viajes a la cordillera de Colina, puede mejorarse la posicion del vértice Piuquenes.

Pero no creemos que mucho se gane buscándole parches a un reconocimiento incompleto, en la rejion del pais donde éste es mas sencillo, pero, a juicio del señor Deinert, mas difícil, probablemente porque no habrá visitado el interior de las provincias del norte o los bosques del sur.

#### *Precision en la triangulacion.—*

Para las mensuras angulares emplea la Oficina de la Carta, desde 1901, el método de Schreiber i lo que hai que admirarse es que no lo emplease en la red Melipilla, reiterando aquí imperfectamente en cuatro posiciones.

El método de Schreiber—mensura de ángulos en todas las combinaciones—e

hoi el mejor, comprobado no por la teoría, que aquí falló como varias veces ya en jeodesia (12) sino por la experiencia. Desde que nuestra oficina inició, a fines del año pasado, su triangulación de primer orden, puso en práctica este método con ligeras modificaciones favorables.

Se le ha empleado siempre con mui buen resultado, i despues de Rusia lo ha adoptado Italia (13) Francia (14) i Holanda (15); se le ha puesto en práctica tambien en la triangulación del Estado de Nueva York.

La única desventaja del método consiste en que si hai una direccion mala, i que siempre se presentan malas imájenes en esa direccion, los errores de esta entran tambien a afectar en parte a las demas; pero ello queda subsanado en gran parte con el empleo esclusivo del heliotropo i la mayor libertad para escojer los instantes favorables. Nos estraña, por esta causa, que Francia al aceptar el metodo de Schreiber para la triangulación de primer orden lo haya adoptado tambien para la de segundo.

El señor Deinert («Conferencias», páj. 26), citando a Pizzetti reproduce, sin poder ocultar su satisfaccion, la opinion de este autor mui favorable al método de Schreiber, que el señor Deinert emplea desde 1901, i es por ello que, al lado de todas las molestias que puedan haberle ocasionado nuestras críticas, hemos querido obsequiarle, como una pequeña atencion, las citas de esta página i especialmente el siguiente párrafo de Bassot, en el cual el autor, refiriéndose a la reiteracion por series al lado de la por ángulos, dice: *«Este método es perfecto en los paises como Arjelia i el mediodía de Francia donde el tiempo es en jeneral claro i descubierto i donde se puede hacer, por consiguiente, casi siempre, series completas. Pero en los paises brumosos del Norte i del Este, estas condiciones no se llenan ya, i sucede entónces que los ángulos formados por dos direcciones, son deducidos de observaciones sobre cada una de ellas en series en donde no entra la direccion conjugada.»*

*«Las ventajas del método de observacion por jiros de horizonte desaparecen i se presta, al contrario, a críticas justificadas.»*

Aunque los paises a que pertenecen Schreiber i Bassot no están en condiciones de abrazarse en política internacional, sin embargo, sus triangulaciones jeodésicas lo hicieron ya por el método del primero, alcanzando espléndido resultado.

La triangulación de la Red de Melipilla se calificaba, en 1903, como el *primer trabajo jeodésico* i ya en 1899 se la llamaba *triangulación definitiva*, incluyéndose el universal jeodésico empleado entre los *preciosos instrumentos* que habia adquirido la oficina, mas tarde inservibles i reemplazados.

No solo el Jefe de Estado Mayor decia, en la página 27 de la Memoria de Gue-

(12) Reiteracion i repeticion, empleo del hilo móvil en jeodesia, aparatos compensadores para bases, etc., etc.

(13) *Norme pratiche per l'esegnameato delle stazioni trigonometriche*, páj. 20, Firenze, 1889.

(14) *Cahiers du Service Géographique de l'Armée*, 1900, pái. 3; BOURGEOIS, *Géodésie élémentaire* pái. 127, Paris, 1908 i *Revue des Sciences*, 1904, N.º 8, páj. 279.

(15) *Triangulation du Royaume des Pays Bas*, Tome I, páj. V—Delft, 1903.

rra 1899, que el trabajo *«hace honor a su director»* i, en la página 25, que es el señor Deinert el jefe, sino que el mismo señor Deinert en 1903 (Red de Melipilla, página 9) publicaba lo siguiente: *«Nuestros trabajos, que se publicaron además en el diario jeodésico mas importante de Alemania «Zeitschrift fuer Vermessungswesen» encontraron no solo la unánime aprobacion de aquellos centros científicos, sino que despertaron altamente su atencion... etc. (sigue lo que se refiere al aparato de bases i empleo del nivel de caballete).*

La precision alcanzada la daba el señor Deinert en la página 16 de la Red de Melipilla, despues de indicar las dificultades que se le opusieron para hacer la triangulacion antes que el detalle: *«Por fin, ello se logró i los resultados obtenidos freron altamente satisfactorios, como tuve ocasion de verificarlo durante mi estadía en el Instituto Jeodésico Aleman, donde al calcular el peso del lado de 40 kilómetros, Calera-Cementerio, resultó que el error medio de esta línea era solo de 2 metros... etc.»*

Se ve, pues, que la *precision de 1 en 20 000* para el primer lado de la red—la base calculada—parte integrante de la *triangulacion definitiva* de 1899 i que *hacia honor* a su autor, se consideraba *altamente satisfactoria* por el señor Deinert, *contratado especialmente* para esta importantísima obra, habia sido favorecida con la *unánime aprobacion* de centros científicos europeos i consultados con el Instituto Jeodésico *«han sido considerados iguales* a los mejores trabajos europeos etc». (!)

Al rehacerse enteramente este trabajo tan favorablemente calificado, no nos queda a los chilenos sino preguntar ¿por qué se derrocha el dinero? Pero el lector se habrá convencido, como nosotros, que así como los instrumentos científicos empleados en jeodesia no pagan derechos en nuestra aduana comercial, las opiniones que se pretende importar como lejítimas no tienen control en nuestra tolerante aduana científica.

Los jeodestas europeos, robustos en su ramo, como una ballena en cuanto a la fuerza bruta, tienen, como este cetáceo, la garganta mui angosta para tragarse todas estas cosas i *no han publicado crítica alguna en ninguna revista*, ni han espuesto nada respecto a la precision de la Red de Melipilla, lo que no es de admirar si se considera que su autor, en el artículo en aleman, *no publicó* los datos del lado Calera-Cementerio.

No imaginando jamas que el señor Deinert tuviera la valentía de afirmar que la Red de Melipilla, en la cual, con un instrumento que él mismo habia calificado de precioso, pero reiterando los ángulos de triangulacion de primer orden en forma apenas superior a la que se emplea en el tercero, i llegando a una precision igual a la *quinta parte del mínimo europeo*, era la que habia servido de base a los elojiosos términos que él supone emitidos en los centros científicos europeos, manifestamos, en nuestra conferencia de 1906, *que no habia datos suficientes* para un fallo, ni mémos para que éste partiera de una oficina con carácter internacional, e invitamos al señor Deinert a publicar los documentos.

Por nuestra visita de 1905 al Instituto Jeodésico de Prusia, sabíamos que el

Prof. Baersch habia instruido al señor Deinert en cálculos de compensacion, pero no podian ser éstos respecto a la Red Central, que no existia en aquella época. Sin embargo, el señor Deinert, en su conferencia dada en 1906, en presencia del señor Ministro de Guerra, se espresó en los siguientes términos, que copiamos de la página 11 del folleto: «*La aseveracion del conferencista que en 1900 no habia elementos para un fallo en este sentido es directamente falsa.*»

«*Habia las compensaciones de la LA RED DE LA BASE I DE LA RED DE MELIPILLA a nuestra disposicion, calculada hasta en todos detalles.*»

Convengo en que será, sin duda, para algunas personas, una gran satisfaccion el ocupar durante un tiempo el centro de un círculo de admiradores, con la seguridad de que entre los asistentes a la conferencia no se encontrará ningun contradictor, pues la entrada de éstos quedaba evitada con el carácter privado de la conferencia, pero no creo que sea una prueba de respeto a un superior jerárquico las afirmaciones inexactas en su presencia.

La inexactitud queda suficientemente en claro por el hecho de que la Red de Melipilla, considerada como «*definitiva*» en 1899 *haciendo honor a su autor*, en opinion del señor Jefe de Estado Mayor; que habia llamado la atencion en los centros científicos europeos, despues de *concluida i compensada* no quiere ser reconocida como hija lejitima ante la comision investigadora i ha sido *enteramente rehecha*.

Por nuestra parte, creemos sinceramente que las arcas fiscales de nuestro pais no se encuentran en condiciones de soportar pacientemente los cuantiosos desembolsos que orijina el rehacer una red primaria que ha llamado, por su bondad (!), la atencion de los centros científicos europeos, si ello fuese efectivo; pero, al mismo tiempo, como chilenos, nos molesta que se invite a una alta autoridad, el señor Ministro de Guerra, a escuchar esta clase de afirmaciones.

De la misma conferencia, páginas 11 i 12, reproducimos lo que se da a continuacion:

«*Se ve, pues, que la determinacion del grado de precision o del error medio forma una de las principales tareas del jeodesta. Todos los paises lo han comprendido así. Doi aquí la lista de los errores medios obtenidos en algunos paises:*

|                           |             |                  |
|---------------------------|-------------|------------------|
| «Hannover.....            | error medio | $m = \pm 0,72''$ |
| «Instituto Jeodésico..... | »           | $m = \pm 0,77$   |
| «Baviera. ....            | »           | $m = \pm 1,77$   |
| «Austria.....             | »           | $m = \pm 0,93$   |
| «Francia .....            | »           | $m = \pm 1,41$   |
| «Inglaterra.....          | »           | $m = \pm 1,83$   |
| «Grecia.....              | »           | $m = \pm 0,77$   |
| «Italia. ....             | »           | $m = \pm 0,92$   |
| «Rumania.....             | »           | $m = \pm 1,74$   |
| «Sajonia. ....            | »           | $m = \pm 0,35$   |

Con este cuadro comparaba el conferencista el valor  $\pm 0,40''$  que afirmaba haber obtenido (no está calculado aún tres años mas tarde).

Desde luego, llama la atencion la ausencia de cita, indicando de qué obra se ha tomado los datos, fuera de que es extraño el olvido de los trabajos prusianos. Estos datos pertenecen, sin embargo, a la obra de Jeodesia de *Jordan* i los copiamos a continuacion tal como los da este eminente jeodesta. (*Jordan, Handbuch der Vermessungskunde*, I, 1895, pájs. 552 i 553).

|                          |        |                      |        |
|--------------------------|--------|----------------------|--------|
| Hannover (Gauss) .....   | 0,72'' | Austria Hungria..... | 0,93'' |
| Bessel (Prusia) .....    | 0,69   | Bélgica.....         | 0,89   |
| Baeyer (costa).....      | 0,56   | Dinamarca.....       | 0,87   |
| Prusia (militar) .....   | 0,55   | España. ....         | 0,90   |
| » .....                  | 0,47   | Francia. ....        | 1,41   |
| Instituto Jeodésico..... | 0,77   | Inglaterra.....      | 1,81   |
| Baviera. ....            | 1,77   | Grecia.....          | 0,77   |
| » (Swerd).....           | 0,74   | Italia. ....         | 0,92   |
| Wuerttemberg.....        | 0,87   | Noruega.....         | 0,71   |
| » .....                  | 0,47   | Portugal.....        | 1,29   |
| Baden.....               | 1,59   | Rumanía.....         | 1,74   |
| Hessen.....              | 1,22   | Rusia.....           | 1,18   |
| Nassau. ..               | 0,78   | Suecia.....          | 1,09   |
| Mecklenburg .....        | 1,16   | Suiza. ....          | 0,86   |
| Sajonia. ....            | 0,35   |                      |        |

Los valores en cursivas son los *olvidados* por el conferencista.

(Continuará)