
ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS

MEMORIA

ACERCA DE LA FORMACION DEL

PLANO TOPOGRÁFICO DE CHILE

PRESENTADA AL

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

POR

ALEJANDRO BERTRAND

INJENIERO

Profesor de Topografía i Jeodesia de la Universidad, Delegado de Chile a la Asociacion
Jeodésica Internacional (Coferencia de Jinebra) en 1893.

~~~~~  
(Continuacion)

Tomando otra vez como tipo la carta vecinal de Francia al  
1/100,000 vemos que los signos convencionales se subdivi-  
den así:

- 5 para líneas divisorias
- 5 » inscripciones
- 12 » ferrocarriles, tranvías, estaciones
- 12 » caminos nacionales, departamentales, veci-  
nales, rurales, senderos.



- 1 para bosques
- 14 » lagos, ríos, lagunas, canales, puentes, esclusas, vados, etc.
- 2 » pantanos i turberos
- 2 » cifras de altura i poblaciones
- 3 » correos i telégrafos
- 8 » construcciones diversas
- 2 » fuentes termales i minerales.

En las cartas a mayor escala, se indica a menudo las clases de árboles de los bosques i plantaciones.

## Reproduccion de los planos

Los numerosos modos de reproduccion de planos i mapas pueden clasificarse, bajo el punto de vista del costo, rapidez i bondad de los resultados en tres categorías:

1.<sup>a</sup> Aquella en que el *plano orijinal*, sirve de *modelo* a un *artista grabador*, quien lo  *copia o interpreta*, grabando a mano una imájen inversa sobre una lámina de *metal* (jeneralmente cobre) o una piedra *litográfica*.

2.<sup>a</sup> Aquella en que el dibujante mismo del plano puede preparar sobre un *papel de traspaso, con tinta litográfica*, un calco del orijinal, cuya tinta se traspasa a la piedra litográfica o lámina metálica, preparada por procedimientos químicos, para que la tinta de impresion no se adhiera sinó en las partes que han recibido la del traspaso.

3.<sup>o</sup>. Aquella, por fin, en que el dibujo orijinal es *reproducido i transferido* directa o indirectamente, a la misma o diferente escala, sobre la piedra o metal, por medio de la *fotografía*.

El primer procedimiento, que exige un trabajo largo i paciente de operarios artistas bien remunerados es el que suministra tambien los resultados mas perfectos.

El segundo, es el mas económico, i solo puede emplearse tratándose de croquis o bosquejos sin importancia, por la poca perfeccion de los resultados.

En la tercera categoría se cuentan muchos i variados procedimientos, en los cuales no interviene mas arte que el del retocador, i por medio de los cuales el orijinal es reproducido mecánica i químicamente. El vidrio, el zinc, la piedra litográfica son empleados, segun el caso, como superficies de reproduccion; los grandes progresos de la fotografía en los últimos tiempos han disminuido notablemente el costo de estos sistemas, al propio tiempo que se han ido perfeccionando los resultados.

**Grabado.**—El procedimiento de grabado en cobre, especialmente adaptado al hachuraje de los relieves, es el que ha producido las hermosas cartas del Estado Mayor en Francia i la del jeneral Dufour en Suiza. Sus inconvenientes son el crecido costo que pasa a veces de una libra esterlina por centímetro cuadrado, i el desgaste de las láminas; éste último se ha evitado *acerando* su superficie, o bien sacando de la plancha orijinal matrices galvanoplásticas i usando éstas para la impresion.

El grabado sobre piedra litográfica, mucho ménos costoso que sobre cobre es usado todavía para la carta de Suiza al 50,000º i las de Bélgica, Holanda, España, Prusia, etc. La impresion no se hace jeneralmente con la piedra orijinal, sinó por medio de un *traspaso*, con la cual pierde algo de su nitidez.

**La cromolitografía** o litografía policroma consiste en producir planos en colores variados para distinguir los diversos accidentes naturales o signos convencionales. Este procedimiento ha sido llevado a un alto grado de perfeccion i sencillez en Holanda por el Director del Instituto Topográfico, Mr. Eckstein. Segun su método solo se emplean cinco piedras para el tiraje de las cartas mas complicadas, una para el negro, otra para el color sepia de las serranías i tres mas para los colores funda-

mentales azul, rojo i amarillo. Los colores compuestos i sus matices se obtienen por medio de rayados en direcciones diferentes i de diferente grueso. Se obtienen así no ménos de 240 matices diversos.

Teniendo el grabado sobre piedra el inconveniente del desgaste de esta en el tiraje, o de la poca limpieza cuando se hace por medio de traspasos, se emplea a veces la galvanoplastia para sacar de la piedra matices en cobre, i de éstas, planchas galvanoplásticas que sirvan para la impresion. Este sistema es empleado en Francia para el tiraje de la carta del servicio vecinal a la escala de 1/100,000.

La **Fotografia**, como hemos dicho, sirve hoi de base a numerosos procedimientos de reproduccion de planos, ya sea en combinacion con la galvanoplastia, bajo el nombre de *heliogravado*, o con la litografia (*fotolitografia*), o con el grabado sobre metal (*fotogravado*).

De los diversos procedimientos a que nos venimos refiriendo, la *fotozincografia* es el mas económico i rápido. El jeneral Perrier a quien se debe su implantacion en el servicio jeográfico del Estado Mayor del Ejército Francés, decia en 1884 que la sustitucion del zinc a la piedra litográfica reducía el gasto a la sexta parte, el peso a un cincuentaavo i el volúmen a una centésima parte. Actualmente el procedimiento fotozincográfico es mui usado para la reproduccion de los planos a diversa escala de Francia, Arjelia i Tunisia, impresos en colores.

La fotozincografia se aplica igualmente en Inglaterra, Italia, Austro Hungría para los planos a grande escala, sean topográficos o catastrales impresos en negro. (67)

---

(67) Acerca de los procedimientos empleados en la actualidad para la reproduccion de planos, pueden consultarse entre otras obras, las siguientes:

*Exposition de 1878. Rapports du Jury International. Cartes et Appareils de*

## Forma de publicacion i venta

La realizacion de los grandes trabajos cartográficos modernos no comportaría sino una pequeña parte de los frutos i beneficios que está llamado a producir sino se procurara al mismo tiempo la vulgarizacion i difusion de los planos i mapas en condiciones tales que su adquisicion i manejo estén al alcance de todos.

Para lograr este doble propósito se han multiplicado las escalas de publicacion, se han subdividido las hojas i se han reducido los precios de venta; de tal manera que sea que se trate de efectuar un viaje en ferrocarril, por vías fluviales, una excursion de montaña, una simple jira en bicicleta, o que se quiera estudiar una rejion para adquirir o arrendar una propiedad, proyectar una nueva vía de comunicacion, etc, el interesado obtiene por una suma ínfima en relacion al valor de su propósito, un plano a la escala conveniente para las consultas que le sean necesarias.

En Francia la carta topográfica del Estado Mayor ha sido publicada a la escala de  $1/80,000^o$ ; el tamaño de las hojas primitivas era de  $50 \times 80$  centímetros dentro de margen (comprendiendo un total de 268 hojas;) i se vendian á 4 francos los del tiraje original en las planchas de cobre, i a 1 fr. las hojas

---

*géographie, etc, par Alfred Grandidier. Paris, 1882.*—§10 Procédés de reproduction, pp. 351-374.

*Report upon the 3d. international Geographical Congress, etc at Venice, 1881, by Captain George Wheeler. Washington 1885.* §V. Methods of reproduction, p. p. 547-569. (Con siete muestras de planos reproducidos por diversos medios).

*Progressi della Cartografia moderna in Europa per A. Botto, tenente colonello del Genio. Roma 1893. (Estratto della Rivista d'Artiglieria e genio, 1893, vol. I.)*

del tiraje económico de un traspaso sobre piedra. Actualmente se espended *cuartos de hoja* (tipo 89) de 25 x 40 centímetros, tirados sobre cobre al precio de 1 franco. Se ha comenzado además, recientemente, a efectuar una edición zincográfica, de la misma escala, tamaño i precio que la del tipo 89, pero en que la orografía está indicada por curvas de nivel color sepia, en vez del hachurado; la hidrografía está en color azul.

Hai tambien ediciones zincográficas polícromas, a las escalas de 1/200,000 (en 81 hojas de 40 x 65 centímetros), de 1/320,000 i de 1/500,000 (en hojas del tamaño tipo 89). Para facilitar la seleccion de las hojas necesarias a cualquier estudio, hai *cuadros de union* (tableaux d'assemblage) sobre los cuales se han figurado las divisiones administrativas, los rios i poblaciones importantes, así como la numeracion i nomenclatura de las hojas de cada publicacion. (68)

El servicio jeográfico del ejército francés publica tambien prolijos planos especiales de los alrededores de las grandes ciudades i plazas fuertes a la escala de 1/20,000, subdividos como los anteriores en hojas de tamaño manual que pueden adquirirse separadamente a precios mui reducidos. Por su parte el Ministerio del Interior de Francia ha publicado i mantiene al corriente la carta policroma al 100,000º que se distingue por la claridad i abundancia de sus indicaciones.

En otros paises se publica anualmente un catálogo oficial de los mapas i planos que se espended al público; tal es en Suiza el *Catalogue des publications du Bureau topographique fédéral, avec indication des prix et tableaux d'assemblage*.

Este catálogo se obtiene gratuitamente en las diversas agen-

---

(68) Estos cuadros de union se espended a ínfimo precio (0 fr. 10 c a 0 fr. 25c) i se reproducen además anualmente con la indicacion de los trabajos de revision i publicacion en el *Rapport sur les travaux exécutés par le Service géographique de l'armée*.

cias para la venta de los planos que existen en las ciudades principales de la federacion, i contiene como lo indica su título, los cuadros de union de los planos en hojas que son:

El *atlas topográfico de Suiza* (Atlas Siegfried, al 25,000° i 50,000°) en hojas de 24/35 cm. grabado en cobre, que se vende a 1 fr. la hoja;

La *carta topográfica de Suiza*, al 100,000° (Carta Dufour) que se vende 1 i 2 fr. la hoja; i

La *carta jeneral de Suiza* al 250,000° (reduccion de la anterior) a 2 fr. la hoja. Hai ademas ediciones especiales de ciertos cantones con sombreado i colorido, que tienen algun recargo de precio.

Finalmente podemos citar como modelo de catálogo cartográfico el que contiene la lista de las publicaciones hechas por el Instituto Jeográfico Militar de Florencia, incluyendo no solo los mapas i planos oficiales del reino de Italia, sinó los documentos justificativos i demas que se le refieren. (69)

(69) Es un folleto in 4º, de 86 pájs., edicion de lujo que se espense por el infimo precio de 50 centésimos; se titula: *Catálogo di carte, stampe, plastici e libri vendibile presso l'Istituto Geografico militare. Firenze, via della Sapienza, 8.*

Contiene no solo la indicacion del cuadro de union de cada mapa o plano sinó tambien los *tipos de publicacion* que suelen ser hasta tres para cada uno, con orografía e hidrografía en colores, solamente con la segunda, i todo en negro.

Hai cartas *corográficas* a las escalas de 1/1.000,000 (en 6 hojas); 1/800,000 (en 6 hojas); 1/500,000 (en 35 hojas); cartas *topográficas jenerales* a la escala de 1/100,000 (en 277 hojas) i una edicion económica a 1/75,000 que vale solo 0 fr. 75 la hoja, i *planchetas* (tavolette rilevate) al 25,000° i al 50,000°, del precio de 0 fr. 50 cada una (de 0.<sup>m</sup>35 x 0.<sup>m</sup>40, próximamente).

El Instituto jeográfico espense tambien perfiles de los Alpes, i vistas panorámicas reproducidas por medio de la fotozincografía de los orijinales que sirven de base a los levantamientos fotográficos; por fin espense igualmente las «Instrucciones», «Tablas numéricas» i folletos de «elementos trigonométricos» i actas de las sesiones de la «comision jeodésica italiana».

## CAPÍTULO II

## ORGANIZACION I COSTO DE LOS TRABAJOS

## § 6.—ORGANIZACION

Para llevar a cabo la série de trabajos i operaciones que dejamos enumerada, se requieren organizaciones establecidas sobre base científica i administrativa; como segun lo hemos dicho ya la necesidad del conocimiento prolijo de la topografía del terreno se ha hecho sentir ántes que todo durante las campañas militares, aquellas organizaciones han sido jeneralmente formadas con carácter militar, i se han considerado especialmente como una rama del Estado Mayor, en los países europeos. De allí ha nacido la alta competencia que han adquirido numerosos jefes i oficiales de dicho cuerpo en la ejecucion de aquellos trabajos, durante los cuales al propio tiempo que se perfeccionan en las labores técnicas, tienen lugar a familiarizarse paso a paso con el suelo patrio. Actualmente aun en los pocos estados de Europa donde el servicio jeográfico tiene una administracion civil, la direcion está encomendada a un Jefe superior del Estado Mayor o de los Ingenieros Militares, sin mas escepcion que la España. Damos a continuacion una lijera reseña acerca de la organizacion de los trabajos de levantamientos de planos nacionales en los países en que actualmente se llevan a cabo. (70)

---

(70) La mayor parte de estos datos son estractados de una publicacion oficial del cuerpo de ingenieros militares de EE. UU. de N. A., titulada: *Report upon the 3<sup>d</sup> Geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881*—Washington, 1885.

En el **Reino Unido**, desde fines del siglo pasado hasta 1870, el levantamiento de planos, «Ordnance Survey» dependió del Ministerio de la Guerra, pero desde entonces ha sido trasferido al Departamento de Obras Públicas, «Office of Works», con funciones casi independientes i autonomía (power of self-control). La oficina principal funciona en Southampton i está dividida en cuatro secciones:

1) Administracion; 2) Dibujo i reproduccion; 3) Triangulation; 4) Grabado. De los 3,300 empleados i operarios solo un 10% son de carácter militar. (71)

En el **Imperio Jermánico**, cuyos diversos estados ha hecho ejecutar independientemente sus trabajos jeográficos propios, éstos se encuentran ahora centralizados en Prusia bajo la dependencia del Gran Estado Mayor Jeneral. Esta oficina llamada «Landes aufnahme» tiene un personal de 540 empleados, de los cuales 100 son militares. Consta de tres secciones:

1) Trigonometrica; 2) Topografica; i 3) Cartografica. Las labores se llevan a cabo bajo la tuicion de una comision central presidida por el Jefe del gran Estado Mayor Jeneral (actualmente el mariscal Moltke), i formada por representantes de los Ministerios de Hacienda, Comercio, Agricultura, Instruccion Pública (Instituto Jeodésico de Prusia), Guerra i Marina. (72)

En **Austro-Hungria**, todos los trabajos encaminados a la ejecucion de planos oficiales estan centralizados en manos del

---

(71) Las siguientes publicaciones se refieren a los trabajos jeográficos en Inglaterra.

*Methods and Process adopted for the production of the maps of the Ordnance Survey of the United Kingdom.* London, 1875.

I el Anuario oficial (blue books) *Annual Progress Reports of the Ordnance Survey.*

(72) «Publicacion oficial» *Registrande der geographischen Statistischen, Abtheilung der grossen General Stabs.*

«Instituto Jeográfico Impèrial i Real,» dependiente del Estado Mayor Jeneral, establecido en Viena, que consta de 7 secciones:

1.) Direccion; 2.) Astronómica i Jeodésica; 3.) Planificacion; 4.) Dibujo; 5.) Reproduccion; 6.) Archivo i Contabilidad; 7.) Catastro. Hai 800 funcionarios i operarios de los cuales 300 pertenecen a la milicia. (73)

El Estado Mayor Austro-húngaro se ha hecho cargo tambien desde 1889 del levantamiento de la **Grecia**, en virtud de una comision especial confiada por el soberano de ese pais; las comisiones son formadas por un personal mixto, con el objeto de que los oficiales griegos adquieran práctica i expedicion en las operaciones. (74)

En **cia, Fran** las oficinas del «Service géographique de l'armée», conocidas bajo el nombre de «Dépot de la guerre» funcionan bajo la direccion de un alto Jefe Militar i constan de las secciones, 1) Jeodesia; 2) Levantamientos de precision; 3) Topografia; 4) Cartografia. De 340 empleados, 130 son militares. (75)

El «Instituto Jeográfico i Estadístico» de **España**, dependiente del Ministerio de Fomento se ocupa, como lo indica su título, ademas de las labores astronómicas, jeodésicas i topográficas, en el empadronamiento de la poblacion. Su organizacion es civil, i su jefe actual, don F. de P. Arrillaga, sucesor del eminente jeneral Ibañez, marques de Mulhacen, no inviste rango militar alguno.

---

(73) Anuario oficial: *Mittheilungen des Kaiserl und Königl Militär Geographischen Institutes*, que se publica en Viena desde 1881.

(74) La reseña de estas operaciones se halla en los tomos X a XIV del anuario de la nota anterior, i en folletos sueltos bajo el título «*Die Landesvermessung in Griechenland*».

(75) Se publica anualmente un «*Rapport sur les travaux exécutés*, etc.» i una recopilacion técnica: «*Mémorial du dépôt de la Guerre*».

El personal de este Instituto es misto i se compone de ingenieros militares i civiles, i funcionarios en comision de los cuerpos de puentes i caminos, aguas i bosques i de minas. (76)

En **Italia**, los trabajos jeodésicos, topográficos i catastrales corren por cuenta de diferentes departamentos del Estado, pero están actualmente sometidos a la mas rigurosa unidad de accion, bajo la direccion única del sabio jeneral Annibale Ferrero quien desempeña a la vez los puestos de director del Instituto Jeográfico militar, de presidente de la Real Comision jeodésica i de la Junta Superior del catastro.

El «Instituto Geográfico Militar» establecido en Florencia, fué creado en 1873, por la fusion de las diversas oficinas técnicas de los diversos Estados Italianos. Su personal, estrictamente militar, se compone de oficiales del Estado Mayor, Ingenieros militares, i de las tres armas. Su organizacion consta: 1) Oficina directiva; 2) Triangulacion; 3) Topografía; 4) Dibujo de planos; 5) Reproduccion i publicacion de mapas. (77)

La «Reale Commissione Geodetica Italiana» existe desde el año 1865 i tiene a su cargo la alta direccion técnica de la triangulacion de primer orden, su subdivision en redes i conexion de éstas, así como la determinacion de sus elementos astronómicos. Compónese la Real Comision de varios directores de Observatorios Italianos, de jefes Superiores del Ejército i de Profesores de notoria competencia. Sus sesiones tienen lugar a interva-

---

(76) Las «*Memorias del Instituto Jeográfico i Estadístico de Madrid*» forman una coleccion de gruesos volúmenes desde 1875.

(77) El Instituto Jeogr. Militar de Florencia publica los resultados de sus trabajos en entregas titulados «*Elementi Geodetici dei punti contenuti nelle fogli della carta d'Italia*» i «*Livellazione geometrica di precisione*».

los irregulares de uno a tres años, i en diversos pueblos como Boloña, Florencia, Padua, Roma. (78)

A la «Giunta Superiore del Catasto», dependiente del Ministerio de Finanzas, está encomendada la reforma i organizacion definitiva de todo lo concerniente al catastro i bases de recoleccion del impuesto sobre bienes raíces (imposta fondiaria). Esta Junta Superior funciona en Roma desde el año de 1887; i su presidente espide las resoluciones e instrucciones administrativas referentes al ramo, las que son puestas en ejecucion por intermedio de una Direccion Jeneral i de ocho Direcciones seccionales (compartimentali), que tienen su asiento en las ciudades principales de Italia. (79)

Finalmente, un decreto real de 7 de Noviembre de 1886, ha instituido un «Consejo Superior de labores jeodésicas», con el objeto (dice el propio decreto) de «promover, desarrollar i coordinar los trabajos concernientes a las cartas topográficas, las nivelaciones i otras medidas i representaciones jeométricas del Territorio del Estado, de manera que satisfagan convenientemente i con economía a sus diversos requisitos.» El consejo es formado por delegados de los Ministerios de Finanzas, Guerra, Marina, Instruccion Pública, Obras Públicas i Agricultura, Industria i Comercio.

En la confederacion Suiza, los trabajos jeodésicos i topográficos son emprendidos i proseguidos administrativamente por el «Departamento militar federal»; los catastrales, por las oficinas cantonales respectivas.

La triangulacion de primer orden, determinacion de coordenadas jeográficas i de intensidad de la gravedad son dirijidos

---

(78) Referencia: *Processo verbale delle sedute della Commissione Geodetica Italiana*. 1865-1894, folletos publicados en Florencia.

(79) Referencia: «*Raccolta delle disposizioni di massima relative al riordinamento dell Imposta Fondiaria*. Roma 1889-1892.

técnicamente por la «Comision Jeodésica Suiza» por cuenta del gobierno federal, mientras que los levantamientos topográficos i la publicacion de los planos son llevados a cabo por la «Oficina topográfica federal» de cuenta a medias entre la confederacion i los cantones interesados en obtener planos detallados de su territorio. Esta oficina no tiene mas de 25 empleados fijos i otros tantos accidentales i auxiliares; aunque casi todos pertenecen al escalafon Suizo, no conservan en estos trabajos su carácter militar. (80)

En las colonias inglesas, la organizacion de los cuerpos encargados del levantamiento del plano del territorio ha participado del carácter de la conquista o dominio.

La **India inglesa** ha sido uno de los principales campos de accion de las grandes operaciones trigonométricas, en cuyo trabajo han ilustrado su nombre numerosos jefes del ejército inglés de ocupacion, como Lambton, Everett, Waugh, Thuillier i otros, algunos de los cuales dirijieron esas labores con el título de «Surveyor general».

Los levantamientos, a cargo de otras tantas secciones, se dividen en trigonométricos, topográficos i catastrales (revenue surveys). El personal militar es de unos 50 oficiales de ingenieros

---

(80) La «Comission Géodésique Suisse» publica los resultados de sus trabajos en folletos eventuales en idioma aleman o francés, segun los autores. La coleccion titulada «Le réseau de triangulation Suisse» (Schweizerische Dreiecknetz) consta de seis tomos en 4º i contiene todos los datos históricos i técnicos relativos a ese trabajo, notable por su precision. Otra coleccion mas numerosa, «Observations faites dans les stations astronomiques Suisses» contiene todos los elementos relativos a la orientacion i posiciones jeográficas de los puntos principales, i una tercera «Nivellement de précision de la Suisse» da a conocer las acotaciones de todos los puntos nivelados.

La reseña de los trabajos topográficos i cartográficos hechos anualmente por la oficina topográfica se inserta en la Memoria del Ministerio de la Guerra: «Rapport du Département militaire fédéral».

militares i de artillería, auxiliados por 200 operarios i asistentes técnicos, tanto europeos como nacionales. Los gastos corren por cuenta del Ministerio o Departamento de Impuesto i Agricultura de India. (81) Además, todos los trabajos jeográficos relativos a la India Inglesa se ordenan i recopilan en la oficina de India (India office) en Londres, por cuyo departamento se principiaron a publicar los mapas del «Indian Atlas» que son grabados ahora en Calcutta. (82)

En el **Canadá**, hasta hace poco los levantamientos eran meramente catastrales; pero la necesidad de una triangulación se ha hecho sentir al penetrar en la parte montañosa. Los trabajos topográficos se llevan actualmente a cabo con un reducido personal, bajo la dirección de un topógrafo en jefe (chief topographer) residente en Ottawa i dependiente del Departamento del Interior.

El vastísimo territorio de los **Estados Unidos de Norte América** no está sometido aun a un levantamiento jeneral dentro de un solo plano sistemático. Los diversos Estados de la Union prosiguen aisladamente levantamientos catastrales o de concesiones de terrenos, mientras por su parte los varios Departamentos del Gobierno federal han iniciado desde tiempo atrás trabajos de consideración, como sigue:

El *Ministerio de la Guerra* (War Department) ha mandado efectuar:

---

(81) Esta oficina «Department of Revenue and Agriculture of India» publica periódicamente informes técnicos: «Reports» o «Accounts» «on the Great trigonometrical» o segun el caso «on the Topographical» o «on the Revenue Surveys of India».

(82) Noticias completas acerca de todo lo que se refiere a los levantamientos jeográficos de la India inglesa, se hallan en la 2.<sup>a</sup> edición de «A Memoir on the Indian Surveys», publicada en 1878 por Clements R. Markham, reorganizador del «India office» en 1867, i su jefe durante diez años.

- Exploracion jeológica del paralelo 40º. (83)
- Levantamientos jeográficos al Oeste del 100º meridiano. (84)
- Levantamiento de los lagos Superior, Michigan, Huron, Erie i Ontario. (85)

Comisiones de los rios Mississippi, Missouri i del mejoramiento de rios i puertos. (86).

El *Ministerio del Interior* (Interior Department) ha procedido, por su parte a las exploraciones jeológicas de Nebraska i Wyoming. (87)

Levantamientos jeográficos i jeológicos de los territorios nacionales, de las montañas rocallosas, i desde 1879 de todo el pais. (88)

El *Departamento de Gobierno*. (State) ha procedido a la demarcacion del límite internacional con el dominio ingles del Canadá, de 1872 a 1875. (89)

El *Departamento de Hacienda* (Treasury), por medio del cuerpo técnico titulado: «U. S. Coast and Geodetic Survey» habia ejecutado desde 1840 basta 1885, no ménos de 200,000 millas cuadradas de triangulacion i el doble en reconocimientos, i está actualmente empeñado en importantísimas operaciones jeodésicas, empleando a menudo métodos e instrumentos algo apartados de la rutina europea. (90)

(83) Referencias concernientes a este trabajo i las siguientes se encuentran entre los Documentos Parlamentarios norte-americanos, bajo los títulos que se espresan: *Reports of the Geological exploration of the 40<sup>th</sup> parallel*, 1858, 1875, etc.

(84) *U. S. Geographical Surveys west of the 100<sup>th</sup> meridian.*, vol. I, 1889.

(85) *Primary triangulation of the Lake Survey*, 1882.

(86) *Annual Report of the corps of Engineers, U. S. Army*, 1879 i siguientes.

(87) *Reports to the Commissioner of the General Land Office*, 1887 i siguientes.

(88) *Annual Reports of the U. S. Geological Survey*, 1880 i siguientes.

(89) *Reports upon the Survey of the Boundary between the Territory of the United States and the Possessions of Great Britain*, 1878.

(90) La amplia publicidad dada a todos los trabajos efectuados por esta oficina, hace que la coleccion de sus Memorias sea una de las mas valiosas e inte-

En la República de Méjico se reconoció desde unos veinte años atras la necesidad de una carta jeográfica basada sobre datos directos, i de allí nació la creacion en 1878 de una *Comision Jeográfica Exploradora* que inició sus operaciones en ese año bajo la direccion del coronel de Estado Mayor don Agustín Díaz, i con el modesto personal de un ingeniero, un ayudante i cinco soldados. Esta comision ausiliada por el presupuesto del Ministerio de Fomento, consta ahora de varias secciones, de Fomento, de Guerra, de Cartografía, de Historia Natural, i cuenta con un personal de 30 funcionarios, fuera de escolta i servidumbre para los trabajos.

Los levantamientos i esploraciones terminados hasta 1893 abrazan la cuarta parte de la República, no ménos de 20 millones de hectáreas, i se construye una carta jeneral a la escala de 1/100,000 i diversas cartas especiales. (91)

De las naciones Sud-americanas, Chile ha sido la única que haya emprendido ántes de ahora una triangulacion, siquiera parcial, de su territorio con el fin de obtener un plano topográfico.

Entre los paises vecinos, no ha habido, ni hai al presente, organizacion oficial alguna que tenga por objeto el levantamien-

resantes para la ciencia de la medida de la tierra. Un índice completo de esas Memorias se halla en las páginas 366-376 del tomo II de la correspondiente a 1891: *Report of the Superintendent of the Coast and Geodetic Survey for the fiscal year ending June 30, 1891*. Washington, 1892.

Datos acerca de la parte administrativa de todos los trabajos jeográficos hechos en EE. UU. se hallan en el ya mencionado tomo I de *Geogr. Surveys*, etc., nota 84 (pájs. 605-745).

(91) Estos datos son extractados de la Introduccion al *Catálogo descriptivo de los objetos que componen el contingente de la Comision Jeográfica Exploradora de la República Mejicana en la Exposicion Internacional Colombina de Chicago en 1893*.

to de un plano topográfico nacional. En la República Argentina, la necesidad del conocimiento, siquiera aproximado, de la configuración i estension del territorio, no se ha traducido hasta ahora sinó en esfuerzos aislados, cuyos resultados, recopilados desde 1879 en los *Boletines* i en el *Atlas del Instituto Jeográfico Argentino*, no están sometidos a ninguna direccion técnica. (92)

Solo la provincia de Buenos Aires, por medio del Cuerpo de Ingenieros civiles de La Plata, ha formado i publicado en 188 el plano catastral denominado *Registro gráfico de la Provincia de Buenos Aires*, a la escala de 1/400,000, el que como obra cartográfica, nada deja que desear.

#### § 7.—COSTO DE LOS TRABAJOS

Los gastos que demanda el levantamiento topográfico de un país se componen de varios sumandos esencialmente variables, segun se disponga o nó de un personal idóneo, segun las facilidades que ofrecen las vías de comunicacion, los recursos de las localidades, la configuracion mas o menos accidentada del terreno, su estado de cultivo i subdivision, i la existencia de bosques.

Difícil seria hallar datos para establecer este costo en los países europeos donde han sido emprendidos los trabajos por el cuerpo de Estado Mayor, pues allí no se han tomado en cuenta sino los sobresueldos, gastos de mantenimiento e instrumentos, etc.

Para la ejecucion de la gran carta Dufour de Suiza, principiada en 1833, solo se concedían 8000 fr. anuales de subsidio hasta 1837 i desde este año 14,000 francos, i en 1865, publicada ya

---

(92) Una reseña sobre los trabajos jeográficos llevados a cabo en la República Argentina se ha publicado en los *Anales de la Universidad de Chile*, Enero de 1894, pájs. 381-392.

toda la carta en 25 hojas, se decía que el costo no superaba 1 millon de francos; los levantamientos, sin embargo, habian sido hechos a la escala de  $1/25,000$  i  $1/50,000$ . Repartido sobre la superficie del país, este valor no representaba sino un costo de \$ 5 oro por kilómetro cuadrado,

Los costos de triangulacion de 1<sup>er</sup> orden solo se estiman en Italia en \$ 200 oro por triángulo de una superficie aproximada de 1000 kilómetros, lo que corresponde a \$ 0.20 por kilómetro.

Los levantamientos topográficos, solos, se estiman en la India Inglesa, a razon de \$ 4 por kilómetro, a la escala de  $1/63,000$ , a \$ 10 a la de  $1/16,000$  i a \$ 32 a la de  $1/4,000$ .

Este costo aumenta mucho para paises mas poblados, por estar la propiedad mucho mas subdividida, así el plano catastral del Reino Unido a  $1/2,500$  cuesta actualmente \$ 100 por kilómetro, el doble de lo que podia deducirse de las cifras dadas anteriormente para la India.

Ejemplos mas adecuados a la clase de trabajo que conveniría hacer en Chile, nos ofrecen los Estados Unidos de Norte América.

Desde 1869 hasta 1879 se levantaron al Oeste del 100° meridiano 936,000 kilómetros a la escala de  $1/126,000$  (las escalas de publicacion han variado entre  $1/506,000$  i  $1/253,000$ ) con un costo de \$ 690,000 o sea menos de \$ 0.80 por kilómetro. Este costo no alcanza a \$ 1.00 si se incluyen los gastos de grabado i publicacion de mapas, i los salarios de los militares ocupados en el trabajo.

Para los levantamientos de mayor detalle se ha formado en el mismo país la siguiente escala, clasificando en cuatro categorías los terrenos, segun su relieve, cultivo, poblacion, division de la propiedad, i consiguiente escala de levantamiento:

|                   |       |           |                    |
|-------------------|-------|-----------|--------------------|
| Escala $1/40,000$ | de \$ | 1.60 a \$ | 3.20 por kilómetro |
| « $1/30,000$      |       | 4         | « 6                |

|                 |       |   |       |               |
|-----------------|-------|---|-------|---------------|
| Escala 1/20,000 | \$ 12 | a | \$ 16 | por kilómetro |
| « 1/10,000      | 20    | « | 24    |               |

Estos valores solo se refieren al costo de las comisiones mientras ejecutan la triangulación i topografía. El costo total, incluyendo la dirección técnica subiría de 25 a 50%. (93)

En el Canadá, merced al empleo del procedimiento fotográfico, se ha obtenido planos con curvas de nivel de 100 en 100 piés, al 40,000º, en las comarcas mas frías, con un costo de \$ 3, oro por kilómetro cuadrado.

---

(93) *«Report on the Topographical Conference held at Washington, January 1892. Approximate cost of Surveys.*

## CAPÍTULO III

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO  
DE CHILE

## § 8.—DEFICIENCIA DE LOS MAPAS JEGRÁFICOS

Hemos aludido anteriormente, i es oportuno insistir ahora en ello, a la diferencia capital que existe entre los mapas *jeográficos*, compilados jeneralmente sobre trabajos de vario orijen, i una carta o plano *topográfico* jeneral, basado sobre una red de triángulos, cuyos lados, medidos con un grado de exactitud perfectamente definido, fijan las posiciones recíprocas de los vértices.

Los mapas jeográficos de los países donde no se ha hecho una triangulación jeneral, se forman jeneralmente tomando por puntos de partida aquellas ciudades i puertos cuyas posiciones jeográficas han sido mas o ménos bien determinados por exploradores o marinos en diversas épocas i valiéndose de diversos procedimientos, sin comprobación posible entre unos i otros. Marcados esos puntos en un plano sobre el cual se han trazado los meridianos i paralelos a la escala conveniente, se reducen a la misma escala los trazos de caminos o de vías férreas, los itinerarios de viajeros o exploradores, perfiles hidrográficos de las costas, los planos parciales que puedan obtenerse i se procura hacerlos calzar entre sí.

Todos aquellos elementos, de una exactitud mui heterojénea, tienen que ser alterados para eliminar las discordancias inevitables entre unos i otros, i como en esa operación interviene el criterio del compilador, se sigue necesariamente de allí que dos autores distintos, con los mismos datos obtendrán resultados mui diferentes. (94)

---

(94) Pueden servir de ejemplo ilustrativo los mapas de la República Argentina publicados por Moussy i Petermann, i compilados en gran parte sobre los mismos datos.

Sin embargo, entre esos mapas así formados se notará que no hai grandes diverjencias respecto a la ubicacion de los pueblos i montañas principales, a la forma jeneral de las hoyas hidrográficas, i a los contornos marítimos e hidrográficos. No sucederá lo mismo respecto a las sinuosidades de los valles, a la disposicion de sus ramificaciones, al rumbo de los cordones de montañas, i especialmente, a la medida de las distancias.

En suma, un mapa puramente jeográfico, basado sobre elementos de diversas proveniencias i grados de precision, si bien puede suministrarnos datos aproximados acerca de la estension de un pais, de su division política, i de sus formas jenerales, no nos da a conocer de un modo correcto su orografía, ni nos permite utilizarlo para medidas de caminos o formar anteproyectos de cualquiera clase. Sobre todo, nada en su dibujo o forma definitiva, nos permite discernir de aquellas partes que revisten cierta exactitud, las que ha dibujado a su fantasía el cartógrafo para rellenar los vacios, sin mas guía a veces que simples relatos de viaje no acompañados siquiera de un croquis.

Por el contrario, un plano topográfico, cualquiera que sea su escala, reviste un carácter de precision cuyo primer distintivo es el *límite de error* en la posicion de los puntos trigonométricos de diversos órdenes; igualmente conocida es la *tolerancia* en la situacion de los detalles topográficos. Síguese de aquí que la exactitud de una distancia medida sobre un plano topográfico es conocida dentro de ciertos límites; límites que se desprenden de los antecedentes que deben publicarse junto con los planos, i que son:

Minuta jeneral de la triangulacion, ubicacion, número i largo de las bases.

Resultados de la comprobacion de las bases.

Resultados da la compensacion de la red.

Número de puntos trigonométricos del último orden por kilómetro cuadrado.

Procedimientos topométricos empleados, i

Escalas adoptadas para el levantamiento i para la publicacion.

Hemos creído necesario este corto preámbulo para explicar por qué no tomamos en cuenta en esta reseña, ni las cartas hidrográficas de Fitz Roy (95) ni los trabajos jeográficos de don Claudio Gay. (96)

---

(95) Estas cartas, levantadas hácia 1830 a 1840 por la oficialidad de los buques ingleses *Adventure* i *Beagle* forman todavía la base de las nuevas ediciones que periódicamente publica el Almirantazgo Británico.

(96) Estos trabajos terminados en 1842 le valieron una recompensa de la Sociedad de Jeografía de Paris, i mas tarde un informe favorable de Boussingault. *Barros Arana*: don Claudio Gay i su obra, páj. 141 i 198.

El verdadero valor de los trabajos jeográficos de Gay ha sido perfectamente caracterizado por él mismo en una carta a don Manuel Montt, escrita desde Paris en 15 de Setiembre de 1856, i publicada en el folleto del señor Barros Arana, (páj. 180). Dice la carta:

«Al principio emprendí este trabajo con todo el cuidado de que era capaz; pero persuadiéndome pronto de que demandaba un tiempo estremadamente largo, con gran perjuicio de mis otras investigaciones, debí contentarme con recoger aquellos datos por medio de la brújula, observando de distancia en distancia algunas latitudes para mis coordenadas. Estaba convencido de que semejante medio era el único que debía seguir en aquella época, pues aunque mis cartas hubieran sido ejecutadas con la mayor exactitud, ésto no habría impedido al gobierno hacerlas levantar de nuevo cuando las necesidades administrativas lo hubieran exijido para la organizacion del catastro o para los reconocimientos militares. Por desgracia, para mi carta de la provincia de Santiago me fié en las observaciones de ocultacion de un satélite de Júpiter por los sábios Bauzá i Malaspina, observaciones que habia podido procurarme en España, i por un error que no era posible presumir en esos hábiles astrónomos, mi lonjitud de Santiago se encuentra algunos minutos mas al oeste, error que se ha extendido a diversos puntos de los alrededores, segun me lo comunicó Mr. Gillis. Por lo demas, como Ud. lo sabe mui bien, una carta jeográfica de un país no tiene otro objeto que dar a conocer la posicion de las ciudades, aldeas, rios, bajo un punto de vista relativo; i esas posiciones colocadas una o dos líneas mas al oeste ó mas al sur no ofrecen en definitiva un grande inconveniente. Sin duda vale mucho mas alcanzar la perfeccion en todo; pero respecto de las ciencias de observacion es

## § 9.—TRABAJOS DE PISSIS

Los trabajos jeográficos i topográficos del señor **Amado Pissis** en Chile no han sido objeto de una publicacion sistemática i ordenada, ni en cuánto a la marcha de las operaciones, ni en cuánto a la elaboracion de los resultados gráficos i numéricos.

La documentacion impresa relativa a la carta topográfica, mas bien de carácter descriptivo que técnico, se reduce a lo siguiente:

1) Un artículo titulado: *Descripcion topográfica i jeológica de Chile. Provincia de Santiago*, publicado en los Anales de la Universidad (año 1850, pp. 439-477,) i que contiene solo tres cortos acápites relativos al número de triángulos de primer órden, al sistema de proyeccion i a la escala; como datos numéricos solo figuran unas cuántas alturas sobre el mar.

---

tan difícil, que solo a la larga podrá llegarse a ella, si es que se llega. *Así, persuádase Ud. que la carta de M. Pissis, necesariamente mucho mas exacta que la mia, correrá la misma suerte cuando mas tarde se quiera hacer levantar otra verdaderamente topográfica i susceptible de servir a las diferentes combinaciones del gobierno.* La carta topográfica de Francia ha sido rehecha tres veces, i desde mas de treinta años atras se han ocupado en ella mas de cuarenta ingenieros, etc.; vea Ud. si una o algunas personas pueden lisonjearse en Chile de terminar la de esta gran república. Como he tenido el honor de decírselo, la que U. hace levantar al presente será mucho mas exacta; *pero es preciso no creer que ella dispensará a Chile de hacer construir otra mas tarde.* Solo los que se ocupan realmente en la ciencia saben que no se llega de un salto a la perfeccion, como puede suceder en las producciones de imaginacion i de moral, sino a pequeños pasos; i con frecuencia cuando se cree un hecho perfectamente probado, nos asombramos de verlo destruido a consecuencia de un nuevo método o por la invencion de un instrumento mas preciso. ¿No se ha demostrado últimamente que habia un error en la lonjitud de Londres comparada con la de Paris? I ¿qué no se diría si se quisiesen discutir las diferencias que se encuentran en los autores sobre la posicion de Rio Janeiro, Valparaiso, el Callao, aunque las observaciones hayan sido hechas por tantos marinos i astrónomos célebres, i a la cabeza de

2) Un folleto, *Descripcion de la Provincia de Valparaiso*, de 24 páginas (publicado tambien en los «Anales de la Universidad,» 1852) en el cual figura una lista de 46 posiciones jeográficas en aquella provincia, correspondientes a 13 poblaciones, 57 cerros i 6 pasos i portezuelos.

3) Un artículo, *Descripcion de la Provincia de Aconcagua*, que ocupa las páginas 248-302 del tomo I de la «Revista de Ciencias i Letras», correspondiente a 1856, (publicado tambien en los «Anales»).

En este artículo, da por primera vez el señor Pissis, algunos datos que permiten apreciar el grado de precision de sus operaciones trigonométricas; son éstas las latitudes jeográficas de cinco vértices (dos de primer orden) tales como resultaron del cálculo de la triangulacion iniciada en la provincia de Santiago, comparadas con las latitudes de los mismos puntos tales como resultan de las observaciones astronómicas practicadas en los vértices mismos. Entre unas i otras la diverjencia no pasa de 14" (434<sup>m</sup>), lo que podría estimarse como mui bueno; entre los azimutes la diferencia alcanza a 1' 16", lo que tampoco sería excesivo, si se atiende a los propósitos i escala del trabajo.

Ademas de algunas breves esplicaciones acerca de los métodos de observacion el señor Pissis da una lista de 72 posiciones

---

grandes expediciones científicas? Me tomo la libertad de decir todo ésto a Ud. para ponerme un tanto al abrigo de todo lo que podrá decirse maliciosamente en contra mía. En los trabajos de conjunto es imposible no hallar numerosos errores en los pequeños detalles; pero la crítica en tales casos es mas desleal que justa. Aunque los señores King i Fitz-Roy levantaron con el mayor cuidado las cartas de la costa de Magallanes i de Chile, no hai, sin embargo, un solo punto que no esté sujeto a los ataques de un hombre de mala fe. . . . . Mis críticos deberian darme las gracias por haberles allanado tanto su tarea, pues merced a esta publicacion he podido colocar a todos los naturalistas del país en estado de reconocer el número de todos los objetos que encuentran, i de saber si éstos son conocidos o nuevos; a los jeógrafos, en aptitud de formarse una idea bastante estensa de cada provincia.»

jeográficas que corresponden a 17 poblaciones, 30 propiedades particulares e ingenios, 10 cumbres de los Andes, 10 de la cadena de la costa, 15 aislados i 10 pasos o portezuelos situados todos en la nombrada Provincia.

4) Folleto, *Descripcion de la provincia de Colchagua*, de 45 pájs, publicado en 1860. Esta publicacion contiene datos análogos a los de la anterior, siendo la lista de posiciones jeográficas mas numerosa, pues comprende no ménos de 111 pueblos i haciendas, 11 puntos trigonométricos de primer orden i 17 de segundo orden. Como en las anteriores, se nota en esta lista que, aunque la aproximacion es aparentemente de unidades de segundo, no sería, en jeneral, posible comprobar si esa aproximacion era efectiva, por cuanto en raros casos se indica el punto preciso de la observacion. Se agregan por fin, las observaciones orijinales, cálculos i resultados de la determinacion de la latitud para 16 puntos de la Provincia de Colchagua. Observaremos que estos últimos son los únicos comprobantes que conozcamos de toda la obra Jeográfica del señor Pissis.

5) Una comunicacion dirigida a la Academia de Ciencias de Francia (97) en Diciembre de 1866, sobre la medida del arco de meridiano de Chile entre los  $27^{\circ}-37'$  i los  $37^{\circ}-42'$  de Latitud Sur.

En esta comunicacion, el señor Pissis dice que su triangulacion que abarca un espacio de 10 grados en latitud, se apoya sobre cinco bases medidas con un metro comprobado en Europa i cuya precision puede garantizarse a ménos de  $1/20$  de milímetro; que el error probable en las posiciones de primer orden no pasa de  $1''$ , salvo aquellos que provengan de desviaciones de la vertical; i que los datos que han servido para calcular el largo del arco de meridiano han sido calculados con aproximacion de  $1/10$  de segundo.

---

(97) *Comptes Rendus*, etc. 1867. p. 265.

Agrega un cuadro de las posiciones de los cinco puntos de la meridiana de Chile, i de los largos correspondientes de los grados, arribando a la conclusion de que sus resultados se aproximan mucho a los obtenidos por Mac Lear en el Cabo de Buena Esperanza.

6) El *Acta de la Comision encargada de fijar los límites entre los territorios de Chile i Bolivia*, (98) que lleva la fecha de 11 de Mayo de 1870.

Los datos jeográficos contenidos en esa «Acta», bajo la firma de los señores Pissis i Mujía, se reducen a las latitudes de algunas cumbres para fijar los paralelos de  $23^{\circ}$  i  $24^{\circ}$ , i a las de ciertos puntos a orillas del rio Loa.

7) La *Jeografía Física de Chile*, publicada en Paris en 1875. En este libro se trata con algun detenimiento la orografía i jeología del pais, i solo en una nota de 21 páginas se dan algunas esplicaciones *Sobre los datos que han servido para el mapa topográfico i jeológico de Chile*, en la forma siguiente.

En un corto preámbulo deja constancia el autor de que, sin pretender la exactitud que a fuerza de gran costo se obtiene en las operaciones jeodésicas, ha tratado de alcanzar lo suficiente para que sus mapas «sirvan de base a los trabajos públicos», «en la parte mas poblada de Chile, desde el grado 27 (Caldera) hasta el 42 (Chiloé)». Dice el señor Pissis que en el valle longitudinal ha establecido la gran cadena de 27 triángulos con la cual se relacionan todos los puntos determinados i que se estienen «desde el desierto de Atacama hasta el principio de la Araucanía». Agrega algunos datos sumarios i descriptivos acerca de la medida de las bases, de los ángulos, del azimut fundamental, i de las de verificacion i de las medidas de altitudes, i acepta como elementos del esferoide terrestre los de Bessel.

---

(98) *Memoria de Relaciones Exteriores de 1872*, páj. 79.

En cuanto a datos minuciosos relativos a la triangulación, la nota que extractamos contiene:

a) Resultados de las mensuras de cuatro bases, de 774 a 2000 metros, con errores aproximados que varían de 1 en 238 a 1 en 1162.

b) Coordenadas jeográficas i altitudes de 80 vértices de 1<sup>er</sup> orden; 49 principales cimas de la cordillera, 17 boquetes de la misma, i 170 pueblos o estaciones de los diversos departamentos.

c) Termina la nota con un ensayo planimétrico de Chile que comprende la superficie de cada departamento desde el de Vallenar hasta el de Lautaro, i separadamente la de las provincias de Atacama, Arauco, Valdivia i Llanquihue.

Tales son los únicos documentos publicados por el señor Pissis, relativos a sus trabajos jeodésicos en Chile durante mas de 20 años. En cuanto a los trabajos cartográficos, son los siguientes:

1) Mapa de la provincia de *Santiago*, publicado en Edimburgo por Adan i Carlos Black.

2) Plano de la provincia de *Valparaíso* a escala de 1/300,000, publicado en Paris en 1859.

2) Plano de la provincia de *Aconcagua* en la misma forma que el anterior.

4) *Plano Topográfico i Jeológico de Chile*, en 13 hojas, á la escala de 1 a 250,000, entre los 27° 20' i 42° de Latitud Sur. La planimetría fué grabada sobre cobre en Santiago, por don Anatolio Desmadryl, quien llevó las planchas a Paris donde se terminó el grabado de la orografía, hácia 1872.

5) Dos planos del *Desierto de Atacama*, a la escala de 1 a 1.000,000 publicados en Santiago en 1877-1879; el uno comprende desde el paralelo de 23°-30' hasta 27°-30', i el segundo desde 21°-20' hasta 24°.

6) El Mapa de *Chile* desde el río Loa hasta el cabo de Hornos, a la escala de 1 a 1.000,000, publicado en 1884-1885.

A esta nómina podríamos agregar algunos planos inéditos, uno de la provincia de Santiago (al 250,000) i otros parciales de Aconcagua i Valparaíso a escalas de 1 a 100,000 i 1 a 50,000. (99)

#### § 10.—EXÁMEN CRÍTICO DE LA OBRA DE PISSIS

Tratándose ahora de emprender la ejecución de un nuevo plano topográfico de Chile, la primera idea que se impone es la de proceder a un estudio previo del valor técnico de la obra del señor Pissis, para saber hasta qué punto podría utilizarse en parte o totalmente dicha obra, como base de los nuevos trabajos.

El programa completo de un estudio de esa clase debería comprender las cuestiones siguientes:

- 1.—Si existen las señales trigonométricas.
- 2.—Si la forma i dimensiones de los triángulos se ajustan a las reglas de la jeodesia moderna.
- 3.—Si las comprobaciones de bases i ángulos son suficientes en cantidad i aproximación.
- 4.—Si el número de puntos de 2º i 3º orden han sido suficientes para determinar, siquiera en sus rasgos jenerales, la topografía, la orografía i la hidrografía.
- 5.—Si existe concordancia entre la ejecución gráfica de los planos i los datos numéricos publicados, de modo que se pueda confiar en los primeros allí donde falten los segundos, i hasta qué grado de aproximación.
- 6.—Si el sistema de proyección es el mas adecuado.

El entrar en los detalles de semejante programa de examen supondría, sin embargo, que no se hubieran suscitado dudas acer-

---

(99) Estos orijinales han sido destruidos en el incendio de la Direccion Jeneral de Obras Públicas, de Mayo último, en cuya seccion de Jeografía estaban depositados.

ca del valor jeográfico de la obra de Paris, considerada en globo. Tal no es el caso, por desgracia, como lo hemos podido hacer notar desde que en 1884 hubimos de practicar un primer exámen de esos mapas con el objeto de utilizarlos para la formacion de un mapa jeográfico de Chile a la escala de 1 a 1.000,000. destinado al uso de las Escuelas Públicas.

En efecto, en la nota explicativa que, acerca de la confeccion del mapa para las Escuelas, dirijimos al Inspector de Instruccion Primaria en 1.º de Julio de 1884, decíamos refiriéndonos a la Carta Topográfica del señor Pissis: «Tratando de investigar el  
« carácter de este trabajo, puesto que descansa en una triangu-  
« lacion jeodésica, solo encontré en la *Jeografía Física* del señor  
« Pissis las posiciones jeográficas de 80 vértices de los triángu-  
« los de primer orden, cuyas coordenadas, trasportadas sobre el  
« mapa del mismo autor manifiestan respecto de todos estos  
« puntos diverjencias notables entre los datos numéricos i el ma-  
« pa. Estas diverjencias se hacen mayores respecto de las posi-  
« ciones de las *principales cimas* de la cordillera cuyos datos  
« tambien consigna la *Jeografía Física*. Yendo mas léjos he com-  
« parado las indicaciones a que me refiero con los datos que pu-  
« blicó el señor Pissis en 1859 i 1860 referentes a varias pro-  
« vincias, i he hallado un completo desacuerdo entre éstos, los  
« del mapa i los de la *Jeografía*, con la inesplicable circunstan-  
« cia de hallarse muy bien comprobados los mas antiguos, no  
« comprendiéndose por consiguiente, qué razon haya impulsado  
« su autor a alterarlos posteriormente».

«Como los antecedentes que yo buscaba forman la base de  
« un trabajo público importante, i creo que se prestaria un ver-  
« dadero servicio a la jeografía nacional obteniendo su rectifica-  
« cion i *completa publicidad*, solicité del Ministerio del Interior  
« que se me diera comunicacion oficial de ellos por la seccion de  
« Jeografía de la Oficina de Estadística, a cargo actualmente del

« señor Pissis; mi oficio fué transcrito a dicho señor pero sin me-  
« recer hasta la fecha ninguna contestacion». (100)

Sería engorroso enumerar prolijamente las diverjencias a que se refiere la cita anterior, diverjencias que alcanzan hasta *dieziseis kilómetros* en puntos de 1<sup>er</sup> orden como los de *Chehueque* i *Marañan* (dep. de Vallenar), i mayores todavía en cimas principales de la cordillera, como el cerro de *Juncal* i volcan de *Maipo*.

Para dar una idea mas concreta de la trascendencia de los errores de que se trata, hemos formado un cuadro *numérico* i otro *gráfico* con las posiciones de los siete vértices de 1<sup>er</sup> orden que se enumeran a continuacion, tales como se consignan en el folleto relativo a la Provincia de Aconcagua (1856), en el plano de la misma Provincia (1859), en la carta Topográfica (1872) i en la Jeografía Física (1875). La numeracion de éstos vértices corresponde al orden que ocupan en la nómina de las páginas 311-312 de la *Jeografía Física* de Pissis.

- △ 36—Cerro de Curichilonco
- △ 37— « de Potrero alto
- △ 38— « del Tajo
- △ 39— « de la Junta
- △ 40— « de la Campana de Quillota
- △ 41— « de Montenegro
- △ 42— « del Roble.

---

(100) *Memoria del Inspector Jeneral de Instruccion Primaria* para 1885.

EN  $\Delta$  36 a  $\Delta$  42 DE LA  
BAJOS PUBLICADOS.

A TOPOGRÁFICA, 1872  
R. FÍSICA. 1875

---

# POSICIONES GEOGRÁFICAS

Latitud 32° Sur

Longitud 0° Oeste de Santiago

| Vértices | 1856    | 1859    | 1872    | 1875    | Diverjencias<br>en latitud | Errores estre-<br>mos en kilóts. | Diverjencias<br>en longitud | 1856    | 1859    | 1872    | 1875    | Vértices |
|----------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Δ 36     | 33'-48" | 35'-20" | 33'-40" | 31'-10" | 2'-30"                     | 10-3                             | 3-25                        | 23'-30" | 24'- 5" | 23'-30" | 19'-48" | Δ 36     |
| Δ 37     | 30-28   | 30-02   | 30-10   | 30-02   | 0-40                       | 11-7                             | 7-40                        | 10-53   | 11-40   | 11-20   | 3-52    | Δ 37     |
| Δ 38     | 39-05   | 36-20   | 39-00   | 41-04   | 4-40                       | 11-7                             | 5-00                        | 9- 44   | 10-20   | 9-45    | 5- 12   | Δ 38     |
| Δ 39     | 47-54   | 47-10   | 47-40   | 51-48   | 4-40                       | 10-4                             | 3-50                        | 2-34 E  | 1-40 E  | 3-10 E  | 5-30 E  | Δ 39     |
| Δ 40     | 57-15   | 56-40   | 55-40   | 57-24   | 1-35                       | 4-3                              | 2-10                        | 30- 7   | 28-15   | 28- 0   | 28-51   | Δ 40     |
| Δ 41     | 55-34   | 57-50   | 57-40   | 58-38   | 2-50                       | 5-4                              | 0-45                        | 5- 8    | 5-20    | 5 30    | 4-35    | Δ 41     |
| Δ 42     | 58-10   | 60-00   | 60-20   | 58-53   | 2-15                       | 6-8                              | 3-25                        | 24- 0   | 21-20   | 20-30   | 23-58   | Δ 42     |

TRABAJO EFECTUADO EN CHILE

## COMPARACION DE ÁNGULOS

| Ángulos  | 1856 | 1859 | 1872 | 1875 | Diverjencia<br>en grados |
|----------|------|------|------|------|--------------------------|
| 40-36-42 | 12°  | 14°  | 15°  | 13°  | 3°                       |
| 38-36-42 | 61   | 81   | 59   | 54   | 26                       |
| 37-36-38 | 41   | 36   | 43   | 44   | 7                        |
| 36-37-38 | 78   | 72   | 79   | 78   | 7                        |
| 36-38-37 | 60   | 76   | 58   | 58   | 18                       |
| 36-38-42 | 82   | 73   | 91   | 90   | 18                       |
| 42-38-41 | 45   | 33   | 35   | 40   | 22                       |
| 41-38-39 | 37   | 32   | 40   | 38   | 8                        |
| 38-39-41 | 90   | 110  | 94   | 89   | 21                       |
| 38-41-39 | 54   | 39   | 47   | 53   | 15                       |
| 42-41-38 | 86   | 89   | 90   | 90   | 4                        |
| 38-42-41 | 49   | 60   | 55   | 51   | 11                       |
| 36-42-38 | 31   | 28   | 30   | 34   | 6                        |
| 40-42-36 | 81   | 82   | 49   | 80   | 33                       |
| 36-40-42 | 86   | 110  | 117  | 88   | 31                       |

## COMPARACION DE LADOS JEODÉSICOS

| Lados | 1856<br>kilómetros | 1859<br>kilómetros | 1872<br>kilómetros | 1875<br>kilómetros | Diverjencias<br>en klms. | Tanto % del<br>error sobre el<br>lado respectivo |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|
| 36-37 | 20.6               | 21.9               | 20.6               | 24.7               | 4.1                      | 17 %                                             |
| 36-38 | 23.3               | 21.6               | 23.9               | 28.7               | 7.1                      | 25 »                                             |
| 37-38 | 15.9               | 11.6               | 16.5               | 20.3               | 8.7                      | 43 »                                             |
| 36-40 | 44.3               | 39.6               | 41.3               | 50.2               | 10.6                     | 20 »                                             |
| 36-42 | 44.6               | 45.5               | 49.5               | 51.0               | 6.4                      | 12 »                                             |
| 40-42 | 9.8                | 12.3               | 14.4               | 11.0               | 4.6                      | 32 »                                             |
| 38-42 | 41.2               | 46.8               | 42.5               | 41.8               | 5.4                      | 13 »                                             |
| 38-41 | 31.1               | 40.2               | 34.9               | 32.3               | 9.1                      | 29 »                                             |
| 41-42 | 29.5               | 24.9               | 24.5               | 26.8               | 5.0                      | 19 »                                             |
| 38-39 | 24.9               | 27.0               | 25.6               | 25.8               | 2.1                      | 8 »                                              |
| 39-41 | 18.8               | 22.4               | 22.1               | 19.9               | 3.6                      | 18 »                                             |

Del exámen de estos cuadros resulta que las diverjencias en las *posiciones jeográficas* de los puntos trigonométricos de primer orden, segun se desprende de los datos publicados por el mismo autor en diversos períodos, oscilan entre **4,300 i 11,700 metros**, siendo de notar que el *sentido* de estos errores es a veces enteramente opuesto, como sucede respecto de los puntos  $\Delta 36$  i  $\Delta 39$ .

Las diverjencias que se notan en el largo de los lados jeodésicos varía entre **2,100 i 10,600 metros**, alcanzando la proporcion del error hasta 43% sobre el largo del lado  $\Delta 37-\Delta 38$  (*Potrero Alto—Tajo*).

Finalmente los ángulos, que segun lo asevera el señor Pissis han sido medidos con una aproximacion de 1" (*un segundo*) di-

verjen en muchas *unidades de grado*. Estos errores, inverosímiles tratándose de resultados de la observacion directa, varían de 3° a 33°, siendo este último relativo al ángulo observado desde la cima del cerro del *Roble*, entre los de la *Campana de Quillota* i de *Curichilonco* como puede verse en los cuadros.

Comparando los datos relativos a la provincia de Colchagua, publicados por el señor Pissis en 1860, con los que aparecen en su *Jeografía Física*, dada a luz en 1875, pasa la misma cosa, i la distancia que segun los primeros resulta entre los puntos trigonométricos de 1<sup>er</sup> orden *Barriales* i *Tambo* varía en un 15% de la que resulta de los segundos.

Todas las demas comparaciones que hemos hecho, demuestran, así como la simple inspeccion de la minuta i cuadro anteriores, que no hai en las discrepancias nada de sistemático ni de progresivo en un sentido ni en otro. Las deformaciones de los triángulos son enteramente irregulares i no arrojan luz alguna acerca de las causas que puedan haberlas producido.

Siendo los triángulos formados por los puntos  $\Delta$  36 a  $\Delta$  42, vértices intermedios de la red que ha servido para calcular el largo del arco de meridiano de que habla el señor Pissis en su comunicacion a la Academia de Ciencias de Paris, en 1867; no se concibe como pueden ser conciliables las diverjencias entre las posiciones primitivas de los puntos, i las aceptadas despues, con el grado de precision de 1" que el señor Pissis dice haber obtenido en la compensacion de la red.

Casi inoficioso parece, despues de esta sumaria investigacion, someter el trabajo topográfico de Pissis al estudio metódico de que hablamos; sin embargo, si los puntos trigonométricos de primer órden hubieran estado bien elejidos, i señalados por linderos permanentes, habria sido posible i tal vez conveniente reconstituir su triangulacion.

Para dilucidar este punto, hemos trasportado sobre un plano a la escala de 1/1.000,000 las posiciones jeográficas de los 80 vértices de 1.<sup>er</sup> orden, segun los datos contenidos en la *Jeografía Física*. La inspeccion de la cadena resultante nos muestra mucha irregularidad en las dimensiones i forma de los triángulos, quedando muchos ángulos fuera del límite aceptado de 27 i 153°; los lados son, en jeneral, demasiado pequeños. Faltan por completo los datos relativos a la amplificacion de las bases para pasar de las medidas a las calculadas que es uno de los puntos mas delicados de una triangulacion.

Por otra parte, las investigaciones que hemos hecho, relativamente a la existencia de pirámides o señales cualesquiera en los vértices de aquella triangulacion, no nos han dado resultado alguno positivo.

Pasando ahora a la parte topográfica, una comparacion entre los pocos orijinales antiguos que existen, los primeros planos publicados en 1859, i la carta topográfica de 1872, basta para cerciorarse de que las sinuosidades de los valles principales, i la direccion de los cordones de serranías, han ido variando a medida del capricho de los dibujantes.

Respecto a los levantamientos de Pissis relativos al desierto de Atacama, baste decir que entre las posiciones deducidas del mapa i las que aparecen en la *Jeografía Física* hai discrepancias hasta de 17' en latitud (101)

Respecto a los *Mapas del Desierto de Atacama* (1877)-1879), tanto las posiciones de los puntos, como la orografía i la demarcacion de las hoyas hidrográficas, adolecen de numerosos i considerables errores, como hemos tenido oportunidad de demostrarlo en otra ocasion(102).

---

(101) Una crítica minuciosa de estos trabajos se hallará en nuestra *Memoria sobre las cordilleras del Desierto de Atacama*, p. p. 171-175.

(102) Cita anterior. En las posiciones de puntos tan notables como Chiu-

## § II.—TRIANGULACIONES PARCIALES

Fuera i despues de la del señor Pissis, no se ha emprendido en Chile ninguna triangulacion jeodésica. Tres trabajos de consideracion merecen, sin embargo mencion, porque podrian encuadrarse, mediante la conservacion de algunos puntos de referencia dentro de futuras triangulaciones.

Es el primero, el levantamiento topográfico de las tierras fiscales de la Araucanía, que desde 1868 han sido mensuradas por la «Comision Topográfica» presidida por don Teodoro Schmidt, i dependiente del Ministerio de Colonizacion.

La red de triángulos mensurados cubre ya una superficie de 800,000 hectáreas próximamente (103). Los lados de los triángulos son en jeneral, pequeños, no pasando los mayores de 30 kilómetros; las bases medidas en Angol i Temuco son insuficientes. La escala de trabajo ha sido de 1 a 20,000 i la de publicacion de 1 a 50,000; no se han colocado señales permanentes.

El segundo de los trabajos a que aludimos es el levantamiento jeográfico del Desierto de Atacama, llevado a cabo desde 1885 hasta 1890 por una comision esploradora a cargo del ingeniero D. F. J. San Roman.

---

chiu, San Bartolo i cerros Miño, Licancaur, Quimal, etc. esos errores pasan de 20 kilómetros i hasta de 60.

Es de advertir que la exactitud de los resultados obtenidos por nosotros en 1884 fué corroborada poco despues por los de la Comision Esploradora del Desierto organizada por el ingeniero San Roman.

(103) Un cuadro demostrativo de la superficie de los terrenos hijuelados entre los rios Renaico i Cautin desde 1868 hasta 1889, se halla en la «Memoria de R. E. i Colonizacion de 1890» páj. 504.

Este levantamiento abarca desde los  $22^{\circ}$  hasta los  $28^{\circ}30'$  de Latitud Sur. La base jeodésica la forman algunas posiciones geográficas, especialmente la de Copiapó, bien determinada por una comisión astronómica i como base una de 2,000 metros.

Los triángulos son en número de 500, cuyos lados no exceden generalmente de 10 kilómetros i la aproximación de los ángulos es de  $20''$ .

Los rasgos deficientes de la red son la determinación de azimutes verdaderos, i las bases de comprobación, en las cuales hai errores de consideración. (104)

Finalmente el último de los trabajos a que aludimos es el «Plano de las Salitreras de Tarapacá», desde Jazpampa a Lagunas, que comprende la faja salitrera en una extensión de 150 kilómetros próximamente, de norte a sur.

Este plano, iniciado en 1887, ha sido dirigido por el ingeniero don Gustavo Jullian. El levantamiento es esencialmente topográfico i los triángulos son de pequeñas dimensiones, pero sus vértices están bien señalados en el terreno por monumentos de albañilería.

La escala de trabajo ha sido de 1 a 10,000; pero solo se ha publicado un Plano Jeneral a la escala de 1 a 200,000 i algunos planos sueltos a la escala de trabajo (105).

---

(104) Véase *Revista de la Dirección de Obras Públicas de Chile* número 1, Enero de 1890, pág. 56.

(105) Véase: *Avalúos i registros de catenos de las Salitreras Fiscales. Primer grupo*, Santiago, 1893; *Segundo i Tercer grupos*, Iquique, 1894.

---

## CAPÍTULO IV

### NECESIDAD DE UN MEJOR CONOCIMIENTO DEL PAIS

#### § 12.—SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Hemos manifestado, al empezar esta memoria, en términos jenerales, la necesidad de un buen plano topográfico nacional en todo pais civilizado.

«Estos planos topográficos» dice el capitán norte americano Jorge M. Wheeler en su informe sobre el Congreso Jeográfico de Venecia, citado en notas anteriores; «se estiman hoy indispensables, no solo en los departamentos de la guerra de los diversos gobiernos para todas las operaciones militares jenerales i especiales, estratégicas u otras, sino de primordial importancia para otros departamentos, especialmente aquellos organizados para el fomento de *las industrias de agricultura, comercio i minas*; aquellos que emprenden obras públicas de mejora interior de vías de comunicacion, curso o aprovechamiento de las aguas, establecimiento i mantencion de puertos, ahorrando en todos estos casos largos i dispendiosos estudios; en la decision de reclamos; en la eleccion de áreas de cultivo; en trabajos de irrigacion; en el drenaje o desecamientos de pantanos o lagunas, prevision de inundaciones, apertura de pozos artesianos, conservacion i explotacion de bosques. Son tambien útiles para ilustrar la clasificacion económica o jeológica del suelo; la distribucion de la flora i de la fauna; como auxilio para el estudio de los fenómenos meteorológicos i en jeneral de todas las investigaciones científicas; como preliminares para los proyectos de ferrocarriles, canales i otras vías de comunicacion; para los levantamientos hidrográficos; en el establecimiento de itinerarios de correos i telégrafos;

« ubicacion de terrenos fiscales, deslindes administrativos i de  
« toda clase; para facilitar la accion de la justicia, la dilucida-  
« cion de cuestiones históricas, jeografia antigua, etnología i  
« arqueología; en tratados internacionales, cesiones de territo-  
« rio i rectificacion de fronteras.

« En Europa, especialmente, el mapa preparado previamente  
« como preliminar de cualquiera de las operaciones menciona-  
« das es considerado como un *sine qua non*. Los mencionados  
« propósitos son algunos de los mas aparentes a que se dedican  
« los mapas del Estado; hai otros conectados con la estadística  
« i puntos especiales de ocurrencia diaria, i tambien el público  
« usa estos mapas detallados en muchas ocurrencias diarias de  
« la vida. En Europa la posesion de buenos mapas es recono-  
« cida de la mayor importancia para el ciudadano, sea éste  
« profesional, manufacturero, agricultor, comerciante o mili-  
« tar, i su uso para todas clases del público aumenta en cada  
« decenio (106)».

En Chile esta necesidad ha llegado a ser imprescindible, como lo haremos ver ahora entrando en mayores detalles.

No es posible arbitrar una buena *division administrativa* de un pais, provincia o departamento, sin tener a la vista un plano correcto, donde quede de manifesto la ubicacion relativa de las diversas cabeceras, las actuales vías de comunicacion, los pasos de los rios i serranías; todas aquellas circunstancias, en fin, que deberian tenerse presente simultáneamente para determinar la zona de atraccion comercial que corresponde a cada centro administrativo i debe lógicamente ser su tributaria.

Se comprende que tendrá aun mayor importancia la exactitud i prolijidad de los planos cuando se trate de fijar de un

---

<sup>6</sup> (106) *Report upon the third International Geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881 etc.* III. Government Land and Marine Surveys. páj. 83. (Publicado en Washington en 1885).

modo preciso e inequívoco el deslínde entre dos circunscripciones vecinas. Actualmente sucede en Chile, no solo que estos deslindes son irregulares i caprichosos, sino que no existe casi nunca el acuerdo entre las autoridades correspondientes, respecto a la identidad de los puntos que los demarcan; de allí nacen las innumerables contiendas de jurisdicción administrativa i judicial que se producen continuamente, i las nó ménos numerosas rectificaciones i enmiendas que registran los libros de decretos del Ministerio del Interior.

La demarcación de las delimitaciones administrativas en un plano detallado permite al funcionario público de cualquier ramo, organizar debidamente sus tareas de vijilancia e inspección, como si tuviera, por decirlo así, el terreno a la vista; el servicio de correos, especialmente, exige imperiosamente este requisito para que sus oficinas centrales puedan ejercer con facilidad el debido control i cerciorarse de que en sus últimas ramificaciones se obedece siempre a la mayor facilidad de las comunicaciones, lo que hoy dista mucho de suceder.

Por fin, las explotaciones que el Estado pueda hacer por su propia cuenta o ceder a particulares, como guanos, salitres, sal común, bosques, canteras, caleras, etc., etc., requieren de parte de los funcionarios que deben intervenir en esas explotaciones o concesiones, un conocimiento cabal de la ubicación i extensión de los depósitos o yacimientos, que solo puede adquirirse a la vista de un plano detallado del terreno.

### § 13—SERVICIO MILITAR

«El uso primordial i mas importante al cual se han aplicado (en Europa) los mapas topográficos ha sido hasta ahora el de propósitos militares», dice el capitán Wheeler, (107) «En efecto,

---

(107) Obra citada en la nota anterior, páj. 84.

« una organizacion militar con sus varios departamentos es indis-  
« pensable a cada gobierno para la completa proteccion de sus  
« ciudadanos i la defensa de su suelo, i la primera necesidad  
« del estratéjio es un conocimiento cabal de la conformacion  
« física, de los obstáculos i recursos de la comarca que ha de  
« ser teatro de las operaciones militares. No hai ejemplo de  
« que algun comandante haya podido formar un buen plan de  
« campaña, comprendiendo el suministro de municiones, etc. i  
« haya podido abarcar en su conjunto i en sus detalles toda la  
« situacion, sin disponer de mapas topográficos que pongan a  
« su vista una exacta i minuciosa descripcion gráfica de los  
« accidentes naturales i vías de comunicacion de la rejion donde  
« se desarrollan las maniobras i operaciones».

Estas consideraciones esplican por qué los trabajos topográficos nacionales han sido i son todavía en muchos paises, de la especial incumbencia del cuerpo de Estado Mayor o de Ingenieros Militares, con lo cual se obtiene la triple ventaja de tener mapas para propósitos jenerales, de que la oficialidad de los mencionados cuerpos adquiera competencia i espedicion en el trabajo, i de que adquieran tambien el conocimiento jeneral del terreno, que ha de serles tan útil en las campañas o espediciones en que tengan que tomar parte.

#### § 14—OBRAS PÚBLICAS

Las obras públicas cuyos anteproyectos debieran fundarse siempre sobre un plano topográfico jeneral, son las vías de comunicacion, ferrocarriles, caminos i líneas telegráficas; a estas podríamos agregar la formacion de grandes represas i canales de regadío, i otros que sin ser de carácter público, sirven, sin embargo, a una comunidad o a una estensa zona de terreno.

Cualquiera que haya recorrido los caminos públicos de Chile no podrá ménos de reconocer que tanto en su trazado como en

su perfil longitudinal, son estremadamente imperfectos, ciñéndose en jeneral a la forma de las propiedades por entre las cuales atraviesan, i formando con frecuencia. recodos en ángulo recto que aumentan considerablemente su longitud al propio tiempo que dificultan el tráfico.

Algo semejante pasa en el trazado de las vías férreas, siempre que el trayecto que se estudia no es absolutamente obligado. Siendo imposible tener a la vista simultáneamente todas las ventajas e inconvenientes de cada trayecto posible, sin disponer de un buen mapa de conjunto, sucede que a veces las mayores facilidades de estudio son las que influyen para que se prefiera un camino que no es el mas favorable para los intereses jenerales.

Para citar un caso concreto, podríamos afirmar que en la rejion de Chile comprendida entre los rios Maule i Bio-Bio, se ha invertido en practicar estudios preliminares de ferrocarril, tanto o mas como lo que habria importado un plano topográfico suficiente para fundar mejor la eleccion de ante-proyectos definitivos, fuera de la utilidad permanente de ese trabajo.

Respecto a las líneas telegráficas, bien sabido es la conveniencia que hai en que se compongan de grandes líneas rectas para la facilidad de su conservacion, i se comprenderá la casi imposibilidad de tenderlas en esa forma sin un conocimiento exacto del terreno.

El estudio de grandes canales de regadío se facilitaria singularmente a las empresas particulares, si los interesados pudieran disponer de buenos planos acotados o con curvas de nivel. Así mismo el de represas o estanques artificiales, cuya hoya hidrográfica podria medirse de antemano en esos planos, sin esponerse a hacer inversiones infructuosas.

#### § 15—IMPUESTO TERRITORIAL

La base del impuesto territorial es el valor de cada propiedad, cuyos factores mas importantes son la cabida o estension

del terreno i su unidad de precio; en otros términos su *mensura* i su *tasacion*. De estos dos factores el primero es fijo (mientras no haya alteracion de deslindes) i el segundo es variable. Para poner el primero de estos factores a cubierto en lo posible de los continuos cambios de deslindes causados por la compra-venta i subdivision de las propiedades, se ha imaginado basar el *catastro* en una ínfima subdivision de terreno encerrado entre cercos cualesquiera, i de una sola clase de suelo, que se ha denominado *parcela* (108).

El plano *parcelario*, es pues indispensable para la confeccion de un catastro regular, i es el único que puede servir como base mas o ménos permanente de una equitativa reparticion del impuesto.

La ejecucion de los planos catastrales por comunas ha precedido casi siempre a la de los planos topográficos jenerales, pero actualmente se ha reconocido la gran ventaja que hai en basar aquellos sobre éstos, dándoles así un valor de conjunto de que antes carecían, i facilitando ademas las comprobaciones i la correccion del trabajo en alto grado.

En Chile, donde la propiedad rural es aun poco subdividida; donde los cordones de cerros, i los rios i esteros forman al mismo tiempo deslindes naturales i de propiedades, hai manifiesta conveniencia en ejecutar simultáneamente ambos trabajos. Aquí, donde las comunas i municipios acuden constantemente al Fisco en demanda de auxilios, se impone, mas que en parte alguna la necesidad de formar un inventario exacto de los recursos de cada localidad, inventario, cuya primera base es el plano catastral.

---

(108) Véase la definicion de la *parcela* en la páj. 40 de este estudio. Esta definicion es traducida del artículo 130 del Código Catastral frances, publicado en 1811 por el Ministerio de Hacienda, bajo el título *Recueil Méthodique des lois, décrets, réglements, instructions et décisions sur le Cadastre en France*.

No es ménos capital la importancia de estos planos bajo el punto de vista de la proteccion de los intereses particulares contra la chicana i la mala fé. El plano catastral pasa a formar parte del título de propiedad, es archivado con él en la oficina de Conservador de Bienes Raices, i es inválida toda alteracion de deslindes que no sea demarcada en ese documento (109).

Estos planos catastrales formarian tambien la primera base de los estudios de espropiaciones para el trazado de caminos i vías férreas, fuente continua entre nosotros, de interminables litijios.

#### § 16—ESTADÍSTICA

Una estadística correcta tiene que ser necesariamente basada sobre planos correctos. Las cifras absolutas nada significan: la produccion, la riqueza, la mortalidad, deben siempre relacionarse con la estension de la zona a que se refieren. Por ésto la estadística moderna es toda gráfica i se apoya constantemente en la topografía.

No entra en los propósitos de esta memoria, señalar en detalle las múltiples relaciones de ambos ramos; solo recordaremos que para cumplir los propósitos principales de la estadística, i permitirnós formar ideas de conjunto por medio de los datos que ella nos proporciona, le es necesario:

1.º Localizar los hechos, es decir, indicarnos en un mapa el punto donde se verifican, como ser los *naufrajos* en una *costa*, las cifras de *carga i descarga* en un *ferrocarril*.

2.º Demostrar la zona afectada por tales o cuales fenómenos, como la produccion de trigo, la propagacion de epidemias, las sequías o inundaciones, etc., todo lo cual requiere tambien el auxilio de los mapas.

---

(109) Véase la nota 42, páj. 39.

Para terminar, i como datos prácticos ilustrativos acerca del uso que hace *el público* o las empresas particulares de los buenos planos topográficos, tomamos los siguientes de la «Memoria del Departamento Militar de Suiza» para 1893: En 1892 han sido entregados a las administraciones i vendidos al público, fuera de las cartas jeográficas, mas de 5,000 hojas de la carta Dufour al 100,000º i cerca de 40,000 hojas de la carta Siegfried al 25,000º, ademas de tirajes especiales de 23,000 hojas de las mismas, hechas sobre pedido para *concesiones de ferrocarril*, ilustracion de obras científicas, guias manuales, trabajos diversos, etc.

En Francia, los agentes del Servicio Jeográfico militar espendieron en 1889, no ménos 285,000 hojas de planos al público, fuera de 150,000 entregados al servicio mismo.



## CAPÍTULO V

---

### RASGOS JENERALES DE UN PLAN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE CHILE

#### § 17—ELECCION DE LOS VÉRTICES I RECONOCIMIENTOS TRIGONOMÉTRICOS

Siendo deficientes e inutilizables, en la forma en que nos son conocidos los trabajos jeodésicos practicados hasta la fecha en Chile, hai que formar un nuevo cánvas jeodésico que se estienda sobre toda aquella rejion del pais en que sea mas urgente i necesario el conocimiento del terreno.

En el sentido lonjitudinal, podemos considerar esa rejion limitada, por ahora, hácia el sur, en Chiloé. En el sentido trasversal, solo abarcaria desde la costa marítima hasta los contrafuertes andinos; la zona de *cordilleras* que ocupa la tercera o cuarta parte del ancho del territorio ofreceria dificultades excesivas para estender a ella el cánvas jeodésico, i seria planificada por procedimientos especiales de que hablaremos mas adelante.

La forma jeneral del cánvas chileno seria la de una múltiple cadena de triángulos cuyas mallas se ceñirian a la configuracion orográfica de cada zona; de manera que los vértices ocuparian tres o cuatro líneas de norte a sur. La primera línea de vértices, principiando por el poniente ocuparia las alturas que dominan inmediatamente la costa marítima; la segunda, i tambien la tercera, segun los casos, las cumbres de la llamada *cordillera de la costa*; la cuarta, las pequeñas alturas que bordean por el oriente nuestro valle central; i donde no existan éstas, los puntos mas accesibles de los últimos contrafuertes andinos.

Esta cadena se dividiria en varias (por lo ménos siete) redes

o grupos apoyados en otras tantas bases distantes a lo mas 400 kilómetros uno de otro.

Se obtendrian las suficientes condiciones de exactitud dando el carácter de vértices de *primer orden* solo a los que ocupan el centro del territorio, para los efectos de la compensacion, i solo de *segundo orden* a los laterales hácia la costa i cordillera.

Si se considera la gran importancia que, dentro de la marcha de la civilizacion, van adquiriendo dia a dia, los mapas topográficos, i el costo que implica la seleccion de los puntos trigonométricos así como la ereccion de las señales, se comprende que estas operaciones deben hacerse con el mayor cuidado; de ellas dependen la forma, el costo i el valor técnico de la triangulacion. Para que los puntos elejidos puedan servir de base a todos los trabajos jeodésicos que se hagan en lo sucesivo, es necesario que se tomen en cuenta al elejirlos el desarrollo posible de esos trabajos, i es necesario tambien que las señales erijidas sean de carácter permanente para que puedan hacerse en todo tiempo las revisiones i comprobaciones que sean necesarias i para que puedan servir de puntos de referencia directos para nuevas subdivisiones de la triangulacion.

El orden que se habrá de seguir en la seleccion de los puntos trigonométricos dentro de cada grupo será el siguiente:

1.º Puntos de la cadena de la costa, 2.º puntos de los contrafuertes andinos, 3.º puntos próximos a la costa, i 4.º puntos del cordon andino.

En la eleccion i reconocimiento de los puntos de la cadena de la costa, habrá que tener presente, ademas de las consideraciones que podrian estractarse de las instrucciones impartidas en Italia i en España, las siguientes:

Que desde cada punto se vea simultáneamente dos eminencias próximas a la costa, dos cumbres apropiadas de las ramales de

la cordillera, i por fin, otras dos rejiones de la misma cadena de la costa, una al norte, otra al sur, que permitan proseguir la eleccion de los puntos (uno de éstos estando ya elejido).

En cada punto así elejido se tomarán los ángulos a las otras cumbres, tanto ya elejidos como por determinar, fijando la orientacion por la brújula o un azimut solar; se procederá tambien a la ereccion de una pirámide de piedra cimentada, coronada por un pequeño pedestal que ha de servir para las observaciones de ángulos definitivos, para i la colocacion de los heliótropos para las señales luminosas.

Una eleccion que requiere especial cuidado es la de los dos puntos trigonométricos de primer orden ligados inmediatamente a la respectiva base, lo que el jeneral Ferrero llama propiamente *base calculada de la triangulacion*. Jeneralmente para pasar de una base medida de 3,000 a 4,000 metros a una calculada de 40 a 50 kilómetros se necesita una triple operacion de duplicar los triángulos.

Los puntos de primer orden que forman el llmite oriental de la cadena central deberán satisfacer a otras condiciones: han de permitir, combinados de dos en dos, toman rumbos a las principales cumbres andinas, las cuales han de quedar determinadas por interseccion hasta que se haga sentir la necesidad de una triangulacion mas exacta en la cordillera. Será conveniente no escoger estas estaciones a mayor elevacion de la que sea estrictamente necesaria para el objeto, tanto para no aumentar inútilmente las dificultades de acceso a la estacion, cuanto para permitir que las señales de los vértices occidentales se proyecten sobre el cielo, lo cual constituye una condicion mas favorable.

En ambas series de estaciones, el ingeniero, despues de elejir i demarcar los puntos, enviará los operarios que se hayan de ocupar en la ereccion de la señal. Estos operarios, canteros i albañiles erijirán primeramente una base de 1<sup>m</sup>. de altura por 2<sup>m</sup>.

que se requiere para el plano a 1/100,000, empleando tan solo alambres metálicos, o sea el método de Jäderin, o sus modificaciones americanas, con aparatos de 25 a 100<sup>m</sup>. de largo, usando los dinamómetros i demas requisitos en la forma debida. (111)

La lonjitud de los alambres será medida en Santiago, en un local adecuado i con un metro sellado por la oficina internacional de Pesos i Medidas establecida en Breteuil, colocando los alambres bajo la misma tension i en las mismas condiciones que para el uso en el terreno.

La aproximacion que se persiga en la medida de las bases será de 1/500,000, o sea de 2 milímetros por cada kilómetro de la base. Cada base será medida dos veces, escojiéndose un día *nublado i sin viento*.

En ambos extremos de cada base se erijirán monumentos permanentes que contengan puntos exactos de referencia para hallar los extremos de la base en cualquier época, siguiendo la norma practicada en la mensura de las bases suizas.

Se dará la mayor importancia a la preparacion del terreno, disponiendo una alineacion de postes i trípodes con los respectivos soportes para los alambres, cada 4 o 5 metros i disponiéndolo todo para ejecutar cada medida con la mayor espedicion en un solo día. Se pueden emplear simultáneamente dos alambres, de acero i de laton, formando un termómetro diferencial.

Los cálculos i correcciones de la medida se harán, teniendo presente los trabajos de esta clase ejecutados en Finlandia i en el Mississipi; al encargar los aparatos a Europa o a Estados

---

(111) Este método ha sido experimentado con buen éxito en el «Coast and Geodetic Survey» de Estados Unidos. (Véase las notas 15 a 17). Igualmente en el «U. S. Geological Survey». (Manual of Topographic methods, pájs. 42 a 49).

Los modelos mas perfeccionados de aparatos medidores con alambres de 100 metros usados en el levantamiento del Red River en 1890 se han publicado en «Transactions of the American Society of Civil Engineers», vol. XXX (1893), pp. 638-652.

Unidos se tratará de obtener que alguna autoridad científica del país respectivo practique una comparacion con una medida padron.

#### § 19.—MEDIDA DE LOS ANGULOS

No cabe vacilacion en el método que debe emplearse para la medida de los ángulos; éste se halla esplayado en las instrucciones de varios países para los levantamientos jeodésicos, bajo el nombre de *tour d'horizon* en frances, i *reiteracion* en castellano. En cuanto a los instrumentos empleados, despues de examinar numerosos tipos, he creído encontrar reunidas las mejores condiciones en los de Starke & Kammerer de Viena, empleados en los levantamientos jeodésicos de Italia, Austro-Hungría, Rumania i Suiza, i los de Troughton & Simms de Lóndres, usados en todo el Imperio Británico, Estados Unidos, i países sud-americanos. Talvez podrian recomendarse los primeros especialmente para la triangulacion de primer orden i los segundos para los órdenes inferiores.

Aunque en los primeros levantamientos jeodésicos (Gr. Bret.) se han empleado instrumentos, cuyo círculo horizontal tenia hasta 3 piés ingleses de diámetro (91.5 cm.), a medida que se han perfeccionado las divisiones, los modos de lectura i los métodos, se ha disminuido aquel, i se puede sin temor, aceptar como diámetro el de 260<sup>mm</sup>. (triángulaciones de Rumania i Grecia) con el cual se han tomado visuales de mas de 100 kilómetros de largo, provistos de 2 microscopios que leen a 1 segundo.

En cuanto a los métodos de observacion, hemos dicho ya que se emplea universalmente el de reiteracion habiendo reglas seguras para la eleccion de las horas, i el número de observaciones que son jeneralmente de 46 a 48 direcciones para los puntos de 1.<sup>er</sup> orden, 20 a 24, para el 2.<sup>o</sup> orden, 10 a 12, para los de 3.<sup>o</sup> i 4 a 6, para los de 4.<sup>o</sup>

Para no verse obligado al uso de fuertes telescopios que le quitan estabilidad al instrumento, e introducen causas de error por la flexion, (viento) se prefiere usar señales ópticas, mandando un operario a cada uno de los puntos de 1.<sup>er</sup> orden que se va a visar, con un *heliótrofo*, si se opera de dia, i un *colimador óptico*, si se opera de noche; para los lados mas largos, se prefiere casi esclusivamente esto último, (Colonel Perrier en Francia, i Boutelle en Estados Unidos).

Los cálculos de compensacion serán en Chile escepcionalmente sencillos, puesto que tan solo se compondrá la red de trozos longitudinales, i puede procederse a calcular cada trozo independientemente, solo tomando en cuenta las dos bases de los sistemas contiguos.

Aunque en jeneral, debe esperarse que los resultados de las triangulaciones sean tales que sus errores queden dentro de las variaciones en azimuth, latitud i lonjitud, debidas a las desviaciones de la vertical, parece indispensable tener en cuenta en la compensacion el mayor número posible de determinaciones del azimuth astronómico de los lados situados sobre la cadena de la costa, escojiendo aquellos que estén mas favorablemente situados respecto de influencias sobre el hilo a plomo, de otra manera podria temerse una pequeña desviacion jeneral de todo el sistema a uno u otro lado del meridiano.

#### § 20.—POLIGONACIÓN EN LOS VALLES ANDINOS

Al oriente de la línea de vértices trigonométricos correspondientes a los últimos contrafuertes andinos quedará la rejion de cordilleras propiamente dichas, formada por valles encajonados entre empinadas serranías.

Muchos obstáculos se oponen a que pueda estenderse a esa zona, una verdadera triangulacion: la falta de senderos que conduzcan a las cimas, la dificultad a veces insuperable de cruzar

de un lado a otro del río, los espesos matorrales que cubren las faldas en grandes estensiones, las barrancas i taludes de roca desmenuzada, equivalen jeneralmente a hacer prácticamente inaccesibles las cimas que habria que elejir para vértices, a ménos de abrir sendas o caminos cuyo costo no seria justificado por la importancia actual que pudiera tener ese trabajo.

No es posible, sin embargo, limitar nuestro levantamiento a la parte del territorio que puede ser cubierta por la triangulacion. El conocimiento de la configuracion i perfil de los valles andinos, i especialmente de los de primer órden, que tienen su orijen en la *divisoria de aguas* con la República Argentina, es necesario para múltiples propósitos: como trazado obligado de los caminos i ferrocarriles trasandinos, como orijen de los grandes canales de regadío, como ubicacion posible de grandes represas, como pasos estratégicos cuya defensa puede ser necesaria.

Para satisfacer esta necesidad, sin acometer los gastos i dificultades de una triangulacion, proponemos emplear en la cordillera el procedimiento de poligonacion en una forma especial, sancionada ya por la práctica de los levantamientos espeditos hechos por las comisiones de ingenieros, demarcadoras del límite andino.

Los instrumentos que se emplean en este procedimiento son:

1.º Un anteojo poderoso i de gran abertura, provisto de un micrómetro ocular, que puede apreciar *segundos* de arco.

2.º Una delgada *cinta* o alambre de acero de 100 metros de largo, que se emplea como base o mira, colocando una señal en cada uno de sus extremos.

3.º Un teodolito común con limbo de 10 a 15 centímetros de diámetro.

Este último instrumento sirve para medir los ángulos formados por los diversos lados del polígono, i los que forma con ellos la base o mira; el anteojo micrométrico sirve para medir con

gran precision la *paralaje* que afecta la base o mira de 100 metros desde otro vértice, por medio de la cual se calcula el largo de los lados.

Este método permite hacer una poligonal cuyos lados no bajen de 5 a 10 kilómetros, i llegar así desde el valle central a la cumbre de los Andes con unas 20 estaciones, i un error longitudinal que no pase de 100 metros. Para la correcta orientacion de los lados es indispensable que este elemento sea comprobado de trecho en trecho por azimutes verdaderos, determinados por medio de elongaciones extremas de las estrellas circumpolares. Al mismo tiempo deben practicarse tambien observaciones de latitud i en cuanto sea posible, de longitud por medio de ocultaciones de estrellas por la luna. (112)

#### § 21 NIVELACION

La fuerte pendiente del suelo de Chile, sea transversalmente entre los Andes i el mar, o longitudinalmente por la proximidad de los valles transversales, es causa de que no se hará sentir hasta un remoto porvenir, cuando lo requiera un objetivo científico, la necesidad de nivelaciones de tanta precision como las que se prosiguen actualmente en Europa i en Estados Unidos.

La proximidad de la costa oceánica a todos los puntos del territorio, ofrece una escepcional facilidad para la formacion de polígonos de nivelacion relativamente pequeños e independientes, con puntos de partida, evitando así la propagacion de errores en las acotaciones.

Se sabe que para que la derminacion del nivel medio del mar pueda proporcionar *cero medio* para las acotaciones de un país es necesario que descanse en las observaciones de varios años.

---

(112) Actualmente se termina el plano de los valles andinos del Cachapoal, Tinguiririca, Teno i Lontué, levantados por poligaciones durante los veranos de 1894-1895 por comisiones de ingenieros chilenos.

Como nada se ha hecho en Chile en este sentido, conviene proceder cuánto antes a hacer las instalaciones necesarias, por lo ménos en la parte central del territorio. Felizmente, gracias al sencillo aparato de M. Lallemant, el *medimareómetro*, de que hemos hablado, tales instalaciones pueden hacerse i manejarse de un modo sumamente económico i efectivo.

Con el fin de llevar los trabajos de nivelacion consecutivamente a los de levantamiento topográfico, i hacer con el debido tiempo el ensayo del medimareómetro, desconocido aun en Chile, podria principiarse por instalar desde luego cinco en los puertos de Iquique, Caldera, Coquimbo, Valparaiso, Taltal i Ancud. La comparacion de los resultados obtenidos durante 2 o 3 años con estos aparatos suministrará un criterio seguro para obtener el nivel medio del mar en cualquier punto de la costa por medio de observaciones durante un tiempo mucho mas corto, un mes por ejemplo, con una aproximacion bastante grande.

Para la instalacion i manejo de los medimareómetros, se seguirán las reglas prescritas en las instrucciones dictadas al efecto por el «Comité du Nivellement Général de la France.» Los aparatos son fabricados en Paris por el constructor i óptico Berthélemy.

Sobre el método sistemático de proseguir la nivelacion topográfica en Chile, poco tenemos que agregar a lo que hemos dicho anteriormente; creemos que el mejor modelo es el de la nivelacion actual de Francia, que conocemos en todos sus detalles; pero es probable que ántes de emprender en Chile un trabajo semejante sea requerido efectuar nivelaciones parciales, i es en éste caso que conviene proceder de manera que estas nivelaciones puedan ser incorporadas mas tarde en la poligonacion jeneral.

Hemos dicho ya que los instrumentos i miras empleadas en la Nivelacion Jeneral de Francia nos son dadas a conocer por las publicaciones oficiales. Esos instrumentos, empleados ya

con excelente resultado en Chile, tienen disposiciones especiales que aseguran la correccion de cada lectura i son fabricados por el óptico ya nombrado.

Para asegurar un punto de partida a tales nivelaciones bastará instalar en el punto de la costa mas próximo un medimareómetro durante un tiempo que la experiencia determinará, pero que no pasará probablemente de un mes, i por las diferencias que durante el mismo período se observen con el *cero medio* de los medimareómetros donde este cero está ya determinado, se obtendrá la posicion de ese cero en el nuevo punto de partida, por lo ménos con la aproximacion suficiente para que las cotas que se determinaren en la nivelacion puedan utilizarse en conexion con las de cualquiera otra nivelacion hecha con un punto de partida semejante para cualquier propósito topográfico, i tambien para denunciar cualquier error que se hubiera producido en esa conexion.

Mas tarde i a medida que se multipliquen los medimareómetros en otros puntos de la costa, éstos suministrarán preciosas indicaciones acerca de los movimientos de la corteza terrestre en nuestro litoral, dato de suma importancia para el progreso científico.

Miéntas tanto, si bien la nivelacion jeneral topográfica, puede dejarse para un período mas avanzado, el relieve del terreno puede ser estudiado a grandes rasgos por medio de la nivelacion jeodésica entre los puntos trigonométricos de todos los órdenes, i del barómetro aneroides o de mercurio. Se hallará un precedente para el modo de ejecutar estos trabajos en los llevados a cabo en California desde 1870 hasta 1883 por el ingeniero Geo. Davidson, del «U. S. C. & G. S. », cuyos resultados puede servir de base para sistematizar el procedimiento, i aplicar las correcciones debidas a la refraccion atmosférica.

Las nivelaciones barométricas no han dado, en jeneral, resul-

tados satisfactorios en este país, por la dificultad de trasportar barómetros de mercurio del sistema de Fortin, que son los empleados comunmente, i por la poca confianza que pueden inspirar los aneroides cuando se usan sin otro medio de comprobacion. El primer mal puede, sin embargo, obviarse, empleando barómetros de mercurio del sistema de Pistor i Martins o el mas moderno de Fuess (Berlin) que no ofrecen una masa de mercurio tan considerable como el de Fortin. En cuanto al barómetro aneroides, tanto el modelo frances, como el Suizo o de Goldschmidt pueden utilizarse para tomar altitudes intermedias en un trayecto cuyo punto de partida i de llegada están acotadas mediante el barómetro de mercurio. Un excelente medio de comprobar los barómetros aneroides antes de usarlos en el terreno es durante un viaje en ferrocarril, cuyo perfil puede obtenerse de antemano.

#### § 22 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Para ejecutar los levantamientos topográficos, prescindiendo de la triangulacion gráfica, nos encontramos en presencia de tres métodos, la taquimetría, la plancheta i la fotografia. Estos métodos pueden aun reducirse a dos, mediante el empleo de la *alidada taquimétrica* con la plancheta, i creemos que los dos métodos deben emplearse en Chile: el fotográfico para levantamiento de las rejiones montañosas, donde la proyeccion vertical permite emplearlo con ventaja, i los levantamientos a plancheta, donde se requieren mas detalles i el terreno es mas plano.

**Procedimiento Fotográfico.**—Tanto por la sencillez de los aparatos como por la excelencia de los resultados prácticos que ha dado, i la mayor economía, damos preferencia al modo de aplicacion del método fotográfico introducido en el Canadá en 1888 por el ingeniero E. Deville; esto es el empleo de un teo-

dolito de 3" i de una pequeña cámara de 15 x 20 centímetros próximamente, que se pueden montar sobre el mismo trípode. (113)

El equipo de una partida topográfica para la aplicacion de este método se reduce a un trípode, el instrumento en dos cajas, la cámara i otra caja para los *chassis*; el trabajo se hace con gran rapidez, i sin duda seria preferible proceder con *dos partidas* que comenzarían simultáneamente sus observaciones sobre el terreno a una misma hora para obtener las mismas sombras i reconocer los puntos con mas facilidad, (no se requieren mas señales que las trigonométricas para puntos de referencia).

Respecto al material de oficina, se compone de un laboratorio fotográfico para el desarrollo de las planchas, un aparato amplificador para obtener transparencias positivas en vidrio de tamaño doble que el orijinal, sobre las cuales se trazan las líneas de construccion, i una tabla de trabajo (*photograph board*) preparada con las líneas i escalas de construccion.

Las épocas del trabajo no tendrán mas restriccion que las tempestades de lluvia, nieve o niebla; i la práctica sugerirá sin duda el modo mas conveniente de aprovechar las diversas horas del dia en un terreno dado, haciendo estacion por la mañana para mirar hácia el poniente, por la tarde hácia el oriente.

---

(113) Las condiciones de buen funcionamiento de esta cámara se reducen a tres.

- 1.<sup>a</sup> Que el objetivo no produzca deformacion alguna de la imájen.
- 2.<sup>a</sup> Que pueda nivelarse el aparato de manera que la plancha fotográfica quede perfectamente vertical.
- 3.<sup>a</sup> Que en esa posicion la distancia entre el centro óptico del objetivo i la plancha sea igual a la distancia focal de aquel.

Recientemente han llegado a Chile dos cámaras iguales a las usadas en el levantamiento del Canadá. Vienen provistas de objetivos *anastigmáticos* (sin mancha) de *Zeiss*, cuya distancia focal es 141 milímetros. Estos objetivos vienen ademas con un vidrio anaranjado plano que absorbe la mayor parte de los rayos azules i violados, reduciendo la dispersion cromática, i aumentando el tiempo de esposicion, el cual puede graduarse así mucho mejor.

La construccion de los planos levantados por la fotografia, consiste en dos operaciones; la primera es la fijacion de los puntos reconocidos en las dos planchas cuyas perspectivas se cruzan, i la segunda es el figurado del terreno por medio de curvas de nivel, mediante el trazado de ciertas líneas de construccion en la plancha, que representan las interseccion de los diversos conos visuales con los planos verticales de la perspectiva. En la facilidad para esta último reside la gran ventaja del método fotográfico.

**Taquimetría a plancheta.**—En las rejiones menos accidentadas, donde se requieren mas detalles, creemos que el instrumento que mas se presta a satisfacer las diversas exigencias que pueden presentarse es la plancheta provista de alidada con anteojos telemétricos, de las cuales hai en uso en Europa varios tipos perfeccionados, entre otros la llamada alidada *olométrica* del coronel frances *Goulier*. Este instrumento puede servir para subdividir la triangulacion topográfica en triangulacion gráfica, i para el levantamiento directo de los detalles, sea por intersecciones, sea valiéndose de la estadía; el mismo instrumento sirve tambien para el levantamiento de curvas de nivel i la nivelacion de detalle—i su empleo ofrece la gran comodidad de un ocular acodado, lo que evita las molestias consiguientes al uso de un antejo ordinario a una altura conveniente para el dibujo.

La plancheta ofrece sobre los teodolitos i taqueómetros la gran ventaja de la sencillez, del menor costo, i de la mayor espedicion para *trabajos de conjunto i de detalle*. Su empleo no se halla difundida en Chile, por cuanto en los levantamientos topográficos de propiedades particulares, lo que interesa es la cabida exacta que se halla determinada mejor por puntos obtenidos por interseccion i lados calculados; pero no cabe duda que el figurado del terreno, como lo requiere un plano nacional, es mas

fiel con la plancheta. También ofrece la ventaja de evitar equivocaciones i errores, i de hacerse el trabajo orijinal a la vista del terreno; para evitar la confusion que resultara de colocar todas las indicaciones en un mismo papel, el topógrafo dibuja en el papel pegado en la plancheta, solo la situacion exacta de los puntos fijados; el figurado del terreno, la nomenclatura, las altitudes, las clases de cultivos, se indican en otros tantos calcos que se ajustan al dibujo matriz.

**Escalas de trabajo.**—Una de las cuestiones capitales en la ejecucion de un levantamiento jeneral es la eleccion de la escala de trabajo a la plancheta i no cabe duda que, en cuanto sea posible, ésta ha de ser la misma que la de construccion. Hemos visto, sin embargo, que en Suiza, la carta de Dufour fué levantada al 25,000 i al 50,000 i publicada al 100,000 i que despues se han utilizado los trabajos orijinales para publicar el atlas Siegfried a las escalas de trabajo i en ese caso; ha sido pues, de una gran utilidad que los levantamientos primitivos fueran hechos a una escala mayor que la necesaria; pero es necesario recordar tambien que todo aumento de escala implica un considerable trabajo, i que si se elije para la publicacion una que corresponda a las necesidades del pais durante un lapso de tiempo bastante considerable, no habrá por qué no emplearlo para los levantamientos; en Arjelia i en el Tonkin el Estado Mayor frances prosiguen actualmente levantamientos diréctos a plancheta a escalas tan pequeñas como 1 a 100,000. No hai que perder de vista, por otra parte, que el levantamiento en Chile, debe de ser tambien *catastral* (por lo ménos en los campos) i que por lo tanto conviene elejir una escala bastante grande para que se puedan señalar con claridad las divisiones de tierras en los planos orijinales, que puedan servir de base para la contribucion territorial, aunque no figuren en los planos que se publiquen.

De estas diversas consideraciones deducimos, que si se acep-

tara para la publicacion la escala uniforme de 1 a 100,000 que propondremos; los levantamientos a plancheta podrian hacerse a 1/50,000 en todas las rejiones cultivadas, i a 1/100,000 en los desiertos i pampas áridas.

**Instrucciones.**—Antes de emprender al levantamiento habrá que determinar con precision, cuáles son los detalles que se han de tomar, tanto en planimetría como en altimetría, i redactar instrucciones para los topógrafos, que comprendan los signos que han de usar para representar esos detalles.

Esos detalles habrán de comprender: deslindes de planos i cerros, de terrenos cultivados i eriales, de fundos, trazados de caminos, canales, i en las rejiones boscosas, deslindes de los bosques, i clase de árboles que les componen; tambien se deberá hacer una clasificacion jeneral de la naturaleza del suelo, indicar los arenales, los pantanos, etc.

De los pueblos i aldeas, deberá hacerse un levantamiento de 1 a 10,000 que se anexará al trabajo.

### § 23—PROYECCION DEL PLANO I SUBDIVISION EN HOJAS

La aceptacion tan jeneral del método *poliedrico natural*, i de la subdivision en hojas cuyos márgenes sean paralelos a los meridianos i paralelos nos escusa de entrar en discusion a este respecto.

Acercándonos a la forma tan conveniente adoptada por el servicio vecinal de Francia de  $0^m.45 \times 0^m.55$ , adoptaríamos como ancho (entre meridianos) 20' i como alto (entre paralelos), 15'; dando esta última un espacio uniforme de 27.7 centímetros, i el primero un valor variable de 26.6 cm. a 35.3 cm, dentro de márgen, el tamaño de las hojas podria ser unos pocos centímetros mas restringido en el ancho que las del plano frances de 1 a 100,000 de que hemos hecho referencia. El territorio quedaria subdividido así, desde los  $18^{\circ}-30'$  hasta los  $43^{\circ}-20'$  en 100 fa-

jas de oriente a poniente, cada una de las cuales comprendería en término medio 8 hojas, lo que daría un total de 800 hasta Chiloé inclusive.

#### § 24—DIBUJO DE LOS PLANOS

La orografía puede representarse por curvas de nivel i estompado con luz inclinada del NO. a 45°, como los mapas de Francia i Canadá.

Para la equidistancia de las curvas, podría considerarse los terrenos divididos en tres categorías segun sus pendientes; formarían la 1ª la que tuviera menos de 10%, donde se daría a las curvas una equidistancia de 25 m<sup>s</sup>., la 2ª de 10 a 50 %, donde se daría la equidistancia de 50 m<sup>s</sup>., i la 3ª de 50 % para arriba donde se daría la equidistancia de 100 m<sup>s</sup>. Para evitar toda confusion, se representarían por rasgos llenos las curvas de nivel de 100 en 100, por rasgos interrumpidos, los de 50 en 50 i por punteado las de 25 en 25.

En cuanto a los signos convencionales i al colorido, creemos que los mejores modelos son los ya citados de los planos topográficos de Francia i del Canadá, empleando cinco tintas, incluso el negro i el estompado.

#### § 25 REPRODUCCION I PUBLICACION

Finalmente recomendamos la reproduccion directa de las hojas a la escala de la publicacion, por medio de la fotozincografía o sea el empleo de matrices de zinc, sin intermedio de grabador.

Este sistema estremadamente económico ha recibido últimamente grandes perfeccionamientos, i es susceptible de producir resultados mui satisfactorios para la impresion de un mapa sea en negro o en colores

Las operaciones de que consta el procedimiento fotozinográfico, para la reproduccion de un diseño son las siguientes:

1.<sup>a</sup> Produccion de un *negativo inverso* sobre plancha fotográfica de vidrio, a la escala deseada. Este negativo se obtiene por medio de una cámara de agrandamiento provista de un objetivo de grande ángulo (114); la plancha se coloca con la película hacia afuera, de manera que los rayos luminosos que vienen del objetivo atraviesen primero el vidrio, que debe ser de caras bien paralelas.

2.<sup>a</sup> Preparacion de la plancha de zinc con una capa de betun de Judea, sensible a la accion de la luz.

3.<sup>a</sup> Impresion fotográfica de la hoja de zinc preparada. Esta impresion se obtiene sometiéndola a la accion de la luz, en una prensa, cubriéndola previamente por la matriz fotográfica de manera que la película quede en *contacto*, con la capa de betun de judea. De esta manera la imájen obtenida en el zinc será *inversa*, a consecuencia de la disposicion especial que se le ha dado a la plancha de vidrio para sacar el negativo.

4.<sup>a</sup> Desarrollo de la imájen en la hoja de zinc, disolviendo por medio de la benzina pura la capa de betun en aquellas partes que no han sufrido la accion de la luz, que tiene la propiedad de hacer insoluble dicho betun en la benzina.

5.<sup>a</sup> Aplicacion de una disolucion ácida a la plancha de zinc cuyo efecto es *morder* la superficie metálica en aquellas partes donde ha desaparecido el betun de Judea.

6.<sup>a</sup> Disolucion del resto del betun por medio del éter sulfúrico.

7.<sup>a</sup> Entintamiento de aquellas partes que no han sufrido la accion del ácido, humedeciendo primero toda la plancha. El agua adhiere solo allí donde mordió el ácido, i las líneas del diseño son las únicas donde adhiere la tinta litográfica.

---

(114) Los mejores objetivos se fabrican en el dia en el establecimiento de Carl Zeiss, Jena. Son especialmente recomendados para la fotogrametría i ampliaciones.

Si a estas manipulaciones agregamos el *retoque* indispensable para hacer desaparecer las manchas i restablecer las líneas interrumpidas o imperfectas, se tiene una idea del procedimiento fotozincográfico que permite la mas rápida i económica reproduction de planos. (115)

---

(115) Hemos estractado estos detalles de las instrucciones a las oficinas del Catastro italiano: *Descrizione dei metodi piu adatti per la riproduzione delle mappe catastali.*

«Raccolta delle disposizioni di massima relative al riordinamento dell' Imposta fondiaria». vol. III; pp. 253-318.

ALEJANDRO BERTRAND.



# MINUTA GRÁFICA

DE LAS POSICIONES GEOGRÁFICAS ASIGNADAS A LOS SIETE VÉRTICES DE 1.º ORDEN  $\Delta 36$  a  $\Delta 42$  DE LA TRIANGULACIÓN DE PESSIS, EN LA PROVINCIA DE ACONCAGUA, EN SUS DIVERSOS TRABAJOS PUBLICADOS.

○ ..... FOLLETO, 1856

★ ..... PLANO ACONCAGUA, 1859.

▲ ..... CARTA TOPOGRÁFICA, 1872

□ ..... GEOGR. FÍSICA, 1875

