

INSTRUCCIONES

PARA EL RECONOCIMIENTO TRIGONOMÉTRICO DESTINADO A UBICAR LAS TRIANGULACIONES I BASES JEODÉSICAS, IMPARTIDAS POR LA OFICINA DE MENSURA DE TIERRAS.

INFORME PASADO AL DIRECTOR DE LA OFICINA DE MENSURA DE TIERRAS, POR EL JEODESTA 1.º DE LA MISMA OFICINA

Señor Director:

Para la redaccion del presente informe se ha tenido a la vista, no sólo la esperiencia del personal de las oficinas extranjeras, sino tambien la adquirida en el reconocimiento trigonométrico que efectuamos, de orden de usted, al Sur del rio Laja, con el objeto de aprovechar la última parte de la temporada de trabajo en el verano próximo pasado. En este reconocimiento, efectuado en una rejion boscosa, pudimos apreciar, una vez mas, la necesidad de que el personal que se ocupa de trabajos semejantes, disponga de instrucciones detalladas, para cuya redaccion confiamos bastará el material del presente estudio.

El reconocimiento trigonométrico tiene por objeto estudiar en el terreno la ubicacion i desarrollo de una triangulacion jeodésica, seleccionando para ello una serie de estaciones de carácter dominante i relacionables entre sí con el auxilio de combinaciones sencillas de triángulos.

Al ejecutar una triangulacion jeodésica puede perseguirse la simple medida de un arco terrestre o destinarla a servir de apoyo a un levantamiento topográfico de cierta estension, i, en este último caso, que es el mas frecuente, teniendo en vista el evitar la propagacion i acumulacion de los errores inevitables, se opta por un sistema, a la vez sencillo i económico, cual es el de clasificar los triángulos en diversos órdenes, que se miden i calculan con tanta mayor precision miéntras mas elevada sea su categoría.

Antiguamente acontecia, a veces, que se ejecutaban triangulaciones jeodésicas sin

que este trabajo fuese precedido de un prolijo reconocimiento de gran estension i, debido a esta causa, se nota en algunos trabajos antiguos, i en la configuracion de la red, grandes triángulos al lado de otros pequeños, i se procuraba salvar estos defectos agregando muchas diagonales; hoi dia se prefiere seleccionar mejores figuras, reconociendo para ello prolijamente el terreno, i adoptar sólo las diagonales que sean en realidad de una importancia tal, en cuanto a la precision, que verdaderamente compense el mayor tiempo empleado en las estaciones i cálculos posteriores, que se ejecutan con el objeto de hacer que se verifiquen exactamente las condiciones jeométricas relacionadas con la forma de las figuras, es decir, los cálculos de compensacion.

Von Schmidt, ex-jefe de la Seccion Trigonométrica del Levantamiento de Prusia, se expresa, respecto del reconocimiento trigonométrico, en los siguientes términos: «La justa apreciacion i calificacion de todas las ventajas e inconvenientes de un lugar para el objeto de la triangulacion del pais, hace difícil el reconocimiento, principalmente en regiones accidentadas ricas en bosques i con defectuosa red de comunicaciones, pero igualmente interesante e instructivo. Naturalmente, se necesita para ello, al lado de una gran resistencia corporal, talento de reconocimiento, ya sea desarrollado profesionalmente o de nacimiento, perspicacia para las particularidades del terreno i aprovechamiento espedito de los medios que se le presentan para la orientacion, así como una clara i precisa concepcion de la figura jeneral de la red prevista. Sin estas condiciones preliminares, no es posible imaginar un reconocimiento, conforme con el asunto, en el tiempo dado i con el límite de costo precisamente limitado. Al tanteo e investigacion de puntos i uniones apropiadas, con demasiada escrupulosidad, no afecta un recelo tan grande como al apuro i precipitacion; estos errores, en la jeneralidad de los casos, toman amarga venganza en la configuracion final de los triángulos, en condicion grandemente perjudicial en la triangulacion principal, en la cual, con frecuencia, un reconocimiento errado en su orijen no puede ser corregido en ninguna forma posteriormente».

Por su parte, Erfurt, de larga esperiencia en las operaciones de reconocimiento en Alemania, lo caracteriza, en un artículo especial sobre este tema, diciendo, que «es un trabajo muy fatigoso i excitante, que reclama grandes exigencias de la resistencia fisica i moral. Como debe verse siempre a distancia, en jeneral, será indispensable al objeto un tiempo claro i atmósfera trasparente. No debe, sin embargo, temerse el peor tiempo, porque quizas basten cortos instantes despejados para constatar una direccion que faltaba. Un minuto perdido puede imponer una perseverancia de dias i aun semanas. Esta perseverancia intermitente, i en apariencia inactiva, en un punto, en seguida la correria hácia otro lejano, para no perder ningun momento favorable i, por fin, los inevitables desengaños cuando un punto, sobre el cual se habian fundado esperanzas, no las satisface. Todo esto exige buenos nervios i sangre fria.»

La red de primer orden, llamada tambien red primaria, primordial o principal representa el máximo de exactitud en las observaciones i cálculos, i es constituida por las figuras de mayor desarrollo que económicamente permite el terreno, exijiendo gran cuidado en el estudio de la ubicacion de sus vértices, así como la mayor prolijidad en las medidas angulares i lineales.

Cuando el objeto de una triangulación primaria ha sido una investigación científica, generalmente se la dispone de modo que más tarde sirva también a los fines del levantamiento nacional i, a la inversa, con pocas excepciones hoy día, las triangulaciones primarias que sirven de apoyo a este levantamiento, se ejecutan con la precisión suficiente i disposición conveniente para satisfacer a ambos objetivos.

En vista de que los triángulos de la red de primer orden proporcionan puntos muy lejanos unos de otros para que en ellos pueda basarse directamente, i en forma económica el levantamiento topográfico, se hace necesario fijar un mayor número de vértices, relacionados entre sí por triángulos más pequeños cuyos lados no sobrepasen cinco km, i su conjunto comprende la triangulación de tercer orden, designándose, generalmente como de cuarto orden, aquellos vértices de tercero en donde no se estacionará i sólo se les fija por intersección, como, por ejemplo: cúpulas, cruces de iglesia o misiones, molinos de viento, semáforos, postes de telégrafo marcados especialmente, frontones de edificios chimeneas elevadas, etc. Sin embargo, en caso de un gran desarrollo para las redes superiores, los puntos de cuarto orden pueden seleccionarse de modo que en ellos sea posible estacionarse también, i entonces la clasificación llega hasta el quinto grado.

La triangulación de tercer orden se relaciona a la de primero por medio de otra de carácter intermediario, llamada de segundo orden, cuyos vértices se fijan directamente desde los de la triangulación primaria, i sólo en el caso excepcional de una configuración de grandes triángulos primarios, se intercalan varios de segundo orden entre dos vértices de aquella.

Para determinar las magnitudes de los lados de los diversos triángulos se hace necesario medir algunas bases, distantes entre sí, generalmente, en las redes continuas, de ocho a diez triángulos primarios de dimensión media, lo que corresponde más o menos a una distancia de cuarenta a sesenta veces el largo de una base, de dimensión media también:

Cada base medida se relaciona a un lado de primer orden, que lleva el nombre de *base ampliada o calculada*, i por medio de una combinación sencilla de triángulos, denominada *red de ampliación o de traspaso*, o simplemente, *red de base*. La razón que existe entre las longitudes de la base calculada i de la base medida es el *coeficiente de ampliación o de traspaso*.

Aunque se ha llegado a medir triángulos de primer orden con lados hasta de poco más de doscientos noventa km, la experiencia ha demostrado que la dimensión más económica i práctica, para esta categoría de triangulación, es, en general, de veinte a sesenta km, pues, las visuales largas atrasan invariablemente el trabajo i convendrá aceptarlas, tratándose de la triangulación de una región o país i con fines relacionados al levantamiento topográfico, sólo en casos plenamente justificados por la configuración del terreno, como, por ejemplo, en el paso sobre un estrecho o canal, unión de una isla lejana a la costa, etc.

Una comisión encargada del reconocimiento trigonométrico se compondrá, generalmente, de un jeodesta, jefe de la comisión, auxiliado por dos o tres ayudantes, de los cuales uno al menos será conveniente que conozca también el manejo del teodolito, i dos

o tres empleados capaces de manejar un heliotropo, pudiendo reconocer conjuntamente los vértices de primero i segundo orden, en la mayoría de los casos, siempre que el terreno no ofrezca dificultades extraordinarias en cuanto a la viabilidad, o debidas a la abundancia o densidad del bosque i ausencia de puntos elevados.

El rendimiento de una comision de reconocimiento, i compuesta del personal citado, será al rededor de veinte mil kilómetros cuadrados, por temporada de seis meses; pero en rejiones de buen clima i sin grandes dificultades de comunicacion i para la trasmision de órdenes.

Para el reconocimiento de los vértices de tercero i cuarto orden se designará, jeneralmente, otra u otras comisiones ménos numerosas, que operan mas tarde i, por tanto, tendrán a su disposicion la posicion relativa, siquiera aproximada, de los vértices primarios i secundarios, simplificándose en alto grado el trabajo.

Siempre que exista cartografía que inspire cierta confianza, o hayan sido ejecutadas anteriormente triangulaciones, el personal ocupado en el reconocimiento podrá llevar al terreno un proyecto de red, estudiado en la oficina, i limitarse a la comprobacion de la intervisibilidad entre los puntos escojidos i sus condiciones para servir de estacion; pero para ello se requiere que los mapas tengan abundantes cotas, i este caso se presentará rara vez en el reconocimiento en nuestro pais. En el levantamiento de Grecia, por ejemplo, se pudo disponer de los elementos de una triangulacion anterior i de mapas bastante completos i, así, el proyecto de triangulacion primaria, estudiado en la oficina, sólo tuvo que sufrir pequeñas modificaciones aisladas al comprobarlo en el terreno.

En nuestro pais se nos presenta el reconocimiento con caractéres tan variados como los del terreno mismo. La rejion del norte, falta en absoluto de bosque, tiene en cambio dificultades por las brumas i neblinas o fuerte insolacion; las estaciones, jeneralmente elevadas, pero accesibles a lomo de mula en la mayoría de los casos; la falta de agua i forraje obliga al operador a determinados campamentos o a largas jornadas sin disponer de aquellos indispensables elementos; pocos ferrocarriles i escasez de recursos. En seguida la rejion del centro, con mejores vias de comunicacion i mayores recursos, abundancia de agua i forraje; los cerros jeneralmente despejados o con monte bajo o matorrales; la parte que le corresponde de la cordillera de Los Andes es abrupta; pero no hai grandes dificultades en cuanto al agua i forraje, siendo la atmósfera jeneralmente clara.

La rejion boscosa del sur que, puede decirse, comienza a partir del rio Bio-Bio, cuenta, como la rejion del centro, con algunos ferrocarriles; pero los caminos son inferiores i se conservan jeneralmente en mal estado; el clima es lluvioso i el cielo con frecuencia nublado por semanas enteras i, a esta dificultad, se agrega el humo, a partir desde el comienzo del mes de Febrero, debido a las quemas de bosques; pero el principal obstáculo consiste en el bosque, compuesto jeneralmente de árboles elevados i robustos, i que lo poco conspicuo de las cumbres exige con frecuencia desmontes de consideracion.

En cuanto a la rejion al sur del paralelo de cuarenta grados i medio de latitud austral, será, sin duda alguna, la mas dificultosa i que mayor enerjía i constancia exijirá de los encargados del reconocimiento, debido a la inclemencia del clima, la falta de caminos, lo quebrado del suelo i la abundancia de bosques i nieve; pero, si se tratase sólo

de una triangulación a lo largo de la costa e islas, el problema se facilitaría, pues los numerosos canales permitirán la rápida movilización del personal i elementos por la vía marítima.

Una comisión de reconocimiento deberá proveerse de aquellos instrumentos de fácil transporte i que permitan operar con rapidez. En nuestro país habrá sin duda ventaja en el empleo de trípodes livianos desarmables, además, corredizos i plegadizos, para poder llevarlos a la espalda, con el instrumento, en las ascensiones que sea necesario hacer a pié.

En jeneral puede decirse que la dotación de instrumentos, que corresponderá a una comisión de reconocimiento para la triangulación de primero i segundo orden, consistirá, a lo ménos, de los siguientes:

Uno o dos teodolitos livianos de tránsito, de un minuto sexagesimal de lectura i tres o cuatro pulgadas como diámetro de los limbos. Será preferible que uno de estos instrumentos, el de mayor tamaño, lleve, además, los accesorios completos de observación astronómica, como ser: iluminación del retículo, ocular acodado, vidrios ahumados para las observaciones de sol, i trípode con dispositivo de centración, pudiéndose, así, tomar las observaciones necesarias para la orientación del proyecto de red.

Una sextante manual, de un minuto sexagesimal de lectura.

Una o dos brújulas grandes, de preferencia prismáticas, i de un tipo que sea adaptable a un trípode liviano o baston desarmable.

Dos heliotropos con trípode, procurando que sean sencillos i fáciles de manejar por una persona inexperta. Se podrá usar también simples espejos de uno a uno i medio decímetro cuadrado de superficie.

Un nivel pequeño de mano, nivel de Abney o clinómetro.

Dos aneroides, con sus respectivos termómetros para la temperatura del instrumento, fuera de los termómetros de honda para la del aire.

Buenos anteojos binoculares de campaña o antejo grande con trípode, cámara fotográfica i brújula pequeña de bolsillo.

Un alambre de 100 m, con carretel, dinamómetro, termómetro i manillas.

Una cinta de acero, de 20 a 30 m, i dos o tres de jénero.

Será necesario proveerse de los útiles de dibujo i tablas de cálculo, para poder elaborar la minuta del trabajo en campaña a medida que se avanza. Así, convendría un transportador de 25 a 30 cm de diámetro, dividido al ménos en medios grados; una caja de compases i tiralíneas; regla de 50 a 60 cm, doble decímetro i escuadras; tintas varias, lápices, gomas, papel cuadriculado i de calcar. Carteras para perfiles, cróquis i anotaciones; tablas de líneas naturales i cuerdas, así como de logaritmos de cinco decimales; tablas para la nivelación barométrica i una efeméride astronómica, cuando se haya dispuesto hacer observaciones de esta clase.

Al primer ayudante de la comisión se le entregará un aneroide, antejo de campaña, un heliotropo, brújula prismática i cinta de jénero. Su misión consistirá, de preferencia, en reconocer i ejecutar las estaciones de segundo orden; habrá conveniencia en que las carteras de perfiles empleadas por el jefe de la comisión lleven hoja por medio de papel

de calcar, para que éste pueda remitir al primero copias de sus perfiles, llevando la numeracion de los puntos i nomenclatura.

A los demas ayudantes bastará entregar un anteojo de campaña, una brújula prismática, un heliotropo i cinta de jénero de 10 m; en ocasiones especiales el jefe podrá proporcionarles el sextante, con el cual se obtienen buenos resultados midiendo ángulos entre visuales a heliotropos.

La dotacion de herramientas i útiles principales de trabajo dependerá de las condiciones especiales de cada rejion; pero, en jeneral, podrá decirse, que en la rejion del norte solo será necesario proveerse de aquello que requiera la construccion de señales de piedra i compostura de caminos i serán inútiles allí las hachas i machetes, del todo indispensables en la rejion boscosa del Sur.

Las herramientas mas comunes usadas en rejiones despejadas son: azapicos, palas cinceles, barrenos para tiros de pólvora o dinamita, combos i cuerdas, a las cuales habria que agregar, para la rejion boscosa: hachas grandes, hachas de mano i machetes, para la corta de bosque i para la construccion de armazones de reconocimiento, de madera sin labrar; barrenos de pulgada i pulgada i media i formones de las mismas dimensiones; serrucho grande, tenazas, martillo, cuerdas, roldanas i una piedra pequeña de molejon; clavos de fierro forjado i de alambre, etc.

Habrá conveniencia, sin duda alguna, en que el personal de una comision de reconocimiento se provea de los documentos necesarios, espedidos por la Direccion de su oficina, i que le permitan, en cada caso, atestiguar su identidad i comprobar los fines que se persigue con el trabajo, pues, sucede, a veces, que los propietarios ponen dificultades, especialmente cuando existen, entre dos vecinos, desacuerdos sobre ubicacion de deslindes.

En Alemania i Francia se hacen publicaciones, con la debida anticipacion, para que el público esté prevenido de antemano, i los empleados se presentan siempre ante las autoridades de las ciudades que visitan, llevando un documento especial que los acredite suficientemente. Sería conveniente, ademas, que las citadas autoridades sean impuestas del objeto del trabajo, rejion donde se llevará a cabo i plazo aproximado de las operaciones de campaña.

El personal de las comisiones de reconocimiento, ántes de ir al terreno, deberá poseerse de la orografía, hidrografía, viabilidad i recursos de su rejion, estudiando para ello la mejor cartografía i leyendo las descripciones de los viajeros o exploradores que han recorrido la citada rejion.

Como guia para la seleccion de las obras i mapas necesarios, se dispondrá, fuera de los catálogos de la Biblioteca Nacional, Anuario Hidrográfico, Anales de la Universidad i publicaciones de la Oficina de Límites, de las obras siguientes:

J. T. MEDINA. — *Ensayo acerca de una mapoteca chilena.* — Santiago de Chile, 1886.

ANRIQUE I SILVA. — *Ensayo de una bibliografía histórica i jeográfica de Chile.* — Santiago de Chile, 1902.

Si se dispone del tiempo suficiente, será de importancia, ántes de salir a campaña,

dibujar un mapa al 1 por 250 000, valiéndose de la cartografía existente, marcando especialmente sobre él las cumbres ascendidas anteriormente i los caminos descritos en las memorias, aunque sólo sea por su trazado aproximado, siendo de importancia, además, para las rejiones cruzadas por grandes rios, el anotar la posición de los vados, balseos i puentes.

Fuera de lo anterior, será necesario proveerse de los itinerarios de vapores i ferrocarriles que corresponden a la rejion i mui especialmente recomendamos, para nuestro país, el averiguar de antemano en qué trenes puede trasportarse cabalgaduras.

El reconocimiento trigonométrico debe comenzar, de preferencia, por la ascension de las cumbres reconocidas en la rejion como de carácter dominante o bien aquellas ascendidas por los viajeros, exploradores o ingenieros que la han recorrido. Un sistema que nos ha dado buen resultado para orientarnos al comienzo del trabajo, consiste en recorrer a pié algunos kilómetros de una vía férrea, provisto de una brújula i tomando rumbos desde los diversos postes kilométricos, i con la cual se obtiene la ubicación aproximada de una serie de cumbres que facilitan la orientacion.

El jeodesta ocupado en el reconocimiento, agotando todos los medios de investigacion a su alcance dentro de un coste racional, deberá estudiar en el terreno las diversas combinaciones sencillas de triángulos, cuyo conjunto constituirá la red jeodésica de primero i segundo órden.

En esta operacion no debe aceptarse soluciones o proyectos que no hayan sido estudiados i comprobados minuciosamente i, si hubiere la menor duda sobre la intervisibilidad entre dos estaciones, el empleo del heliotropo o el de señales con luz artificial, durante la noche, la hará desaparecer.

Las simples linternas de acetileno, empleadas para las bicicletas, han sido usadas con éxito en Estados Unidos i hasta la distancia de 50 km, sólo que se les adapta un tubo provisto de una lente converjente que lleva la luz en el foco. La inflamacion de cinta o polvo de magnesio permite hacer señales a gran distancia; así en Italia i Brasil se la ha empleado a ciento i mas kilómetros, bastando para ello unos 10 gs de una mezcla de esta sustancia con clorato de potasio o estroncio.

Tratándose del uso del heliotropo, los operadores podrán emplear parte de la clave telegráfica destinada a los trabajos de triangulacion i que consiste jeneralmente en el empleo de señales luminosas cortas i largas, que se producen retirando bruscamente durante uno i cinco segundos, respectivamente, un carton o el sombrero, con el cual se habia interceptado la luz. Con el objeto de facilitar la traduccion rápida de un mensaje, hemos dispuesto la clave sencilla siguiente, en que las frases mas empleadas en los trabajos de triangulacion se corresponden con números.

— = una unidad ————— = cinco unidades.

1. — — — — — etc. «Atencion» o «Listo para recibir un mensaje».
2. — — Mande luz fija, estoi listo.
3. — — — Veo mal la luz, rectifique la puntería.
4. — — — — No he concluido aun aquí.

5. ————— Trabajo concluyó aquí, trasládese a estacion N.º.....
6. ————— — No podré observar, suspenda hasta nueva órden.
7. ————— — — Haga señales al medio dia, cuando le avise con el signo de atencion.
8. ————— — — — Haga señales esta noche.
9. ————— — — — Haga señales el dia.....
10. ————— Repita.
11. ————— — — — No podré enviar las señales pedidas.
12. ————— — — — Va un propio en camino.
13. ————— — — — Estoy escaso de víveres.
14. ————— — — — Estoy escaso de carburo de calcio o magnesio.
15. ————— Vaya a la oficina telegráfica mas cercana, pues le envío instrucciones.

Si con «cinco» no se agrega número a continuacion, queda sin valor la segunda parte de la frase.

En el caso de intercalacion del signo de «atencion», se trata de un nuevo mensaje i no de cifras.

Los mensajes deben ser siempre contestados por el operador que los recibe i en la misma forma que los ha interpretado, pero suprimiendo el signo «Atencion».

Ejemplos:

————— Trabajo concluyó aquí, trasládese a estacion número once. Haga señales el dia cuatro (mensaje del jeodesta).

————— Trabajo concluyó aquí, vaya a oficina telegráfica mas cercana a donde le envío instrucciones (mensaje del jeodesta).

————— No podré enviar señales ordenadas; estoy escaso de carburo de calcio o magnesio (mensaje del ayudante).

————— Va un propio en camino, mande señales el dia seis (contestacion del jeodesta, despues de repetir el mensaje).

El jeodesta, cuando se encuentre listo para observar, dirigirá sucesivamente el heliotropo o luz, sobre las estaciones, en donde se encuentren los ayudantes o heliotropistas, i se procederá como sigue:

1.º «Atencion» hasta recibir contestacion.

2.º Envió el mensaje número 2 i, a continuacion, dejará la luz fija, durante un cierto tiempo, para que el heliotropista pueda hacer bien la puntería.

3.º Al concluir el trabajo enviará algunos de los mensajes 4, 5, 6, 7, 8 o 9, los que el heliotropista debe repetir.

Para evitar equivocaciones debidas a mala intelijencia de las instrucciones dadas en ampaña, el jeodesta, jefe de comision, llevará un libro diario de órdenes i en el cual

anotará cada día, o con varios dias de anticipacion i en términos claros i precisos, el trabajo que él llevará a cabo i aquel que corresponde ejecutar a los distintos ayudantes. De este libro cada miembro del personal tomará copia de la parte que a él se refiere, anotándola en su respectiva libreta i, a continuacion, se colocará mas tarde una lijera esposicion sobre la forma en que se dió cumplimiento.

Ejemplo:

Campamento..... a..... de..... de

Hoy partirá hácia el cerro A, cumbre mas elevada del cordon B al SE. del balseo del rio..... El ayudante H se trasladará el dia seis a la estacion D, debiendo encontrarse en dicho punto a las 10 A. M.

Cuando reciba algunos destellos con espejo, i desde el cerro citado, apuntará su heliotropo hasta recibir una nueva señal de mayor duracion, despues de lo cual regresará hácia campamento jeneral.

X (jefe de comision).

Campamento..... a..... de..... de.....

Conforme a las instrucciones copiadas mas arriba, partí a las 7 A. M. del campamento....., pasando a las 8.10 A. M. el rio..... por el balseo de las lanchas i llegando a las 9.40 A. M. a la estacion D, con tiempo algo nublado.

A las 11 A. M., se despeja i a las 11¼ veo destellos en cerro A. Como mi heliotropo se encuentra a la sombra de un árbol me estaciono un poco hácia atras i en un punto que relaciono a la estacion en la siguiente forma:

.....

11.45 A. M. Veo destellos prolongados i me retiro a las 12.10 P. M., llegando al campamento a las 4 P. M.

H (ayudante).

Con un espejo de forma corriente, i de un decímetro cuadrado, o mas. de superficie, es fácil hacer señales valiéndose de la luz solar i que serán vistas en forma de destellos por el otro operador. Hemos conseguido siempre mui buen resultado con un espejo de mano, apuntando el teodolito sobre el punto en donde se encuentre el operador que ha de ver los destellos i, retirándonos 1 o 2 m hácia atras, buscábamos la posicion en que, con un solo ojo, se ve el antejo del instrumento reducido a su dimension aparente mínima; alumbrábamos en seguida el ocular del teodolito con el espejo colocado a la altura del ojo e imprimiéndole lijeras vibraciones en todos sentidos.

Tratándose de visuales cortas en rejiones boscosas, el operador podrá emplear, como

señales, árboles elevados a los cuales se les hace cortar las ramas inferiores dejándoles solo las cercanas a la copa, pero al mismo tiempo despejando los otros cercanos.

Montones grandes de piedras pueden ser tambien de utilidad, especialmente en el norte del país.

Los triángulos de las diversas redes, escepcion hecha de los que se refieren a la fijacion de puntos aislados o que pertenezcan a redes de ampliacion de bases, cuyas condiciones especiales se especificarán mas adelante, deben aproximarse, tanto como sea posible, a la forma equilátera, quedando siempre sus ángulos dentro de los límites de 30 i 120°

La mejor interseccion es naturalmente aquella en que se cortan bajo ángulo recto las dos visuales i, por tanto, tratándose de fijar un solo punto desde otros dos, el triángulo de mejor forma será el isósceles rectángulo, en el cual el punto por fijar es el vértice del ángulo recto. En cambio, para un sistema de puntos relacionados los unos a los otros, como es el caso de una red trigonométrica, esta forma será inapropiada, puesto que una serie sucesiva de esta clase de triángulos hará disminuir progresiva i rápidamente el largo de los lados.

Consideraciones de otra índole son las que fijan teóricamente la mejor forma de los triángulos de una red de base, puesto que aquí se trata de obtener la ampliacion de ella en buenas condiciones de exactitud con el mínimo de estaciones i, en este caso, se ha encontrado por la teoría, que la mejor forma de triángulo es el isósceles con $33\frac{1}{2}^\circ$, próximamente, como valor del ángulo opuesto a la lonjitud por traspasar.

Si la configuracion del terreno impusiese algunos triángulos agudos en ciertas partes de la red, habrá conveniencia en agregar las diagonales posibles en buenas condiciones, para reforzar así el sistema; pero ello no se estima conveniente, hoi día, tratándose de triángulos de buena configuracion, porque dichas diagonales son justamente los lados de mayor lonjitud i que mas atrasan por tanto el trabajo, debido a la menor frecuencia de buenas imágenes al hacer las estaciones; por otra parte, su presencia en la red alarga los cálculos posteriores de compensacion, introduciendo nuevas condiciones de cuyo número no hai que abusar. A ello se debe tambien que en las redes mas modernas de Europa, especialmente en las últimas de Prusia Oriental i Occidental, el rasgo característico que las distingue es la sencillez, al lado de su excelente configuracion i, si se tiene presente, que en las dos rejiones citadas el terreno es bastante plano i boscoso, se comprenderá que estas cualidades sólo se han obtenido con un aumento de costo en las pirámides construidas para elevar suficientemente el instrumento i heliotropo.

Jordan, sin duda alguna uno de los tratadistas mas eminentes en los ramos de mensura, dice, que la esperiencia de cincuenta años en Prusia ha probado que las visuales muy largas son de exactitud inferior a las otras.

Aunque se ha hecho estaciones jeodésicas hasta en alturas de próximamente $4\ 500$ m sobre el nivel del mar, hai conveniencia en evitar en lo posible las alturas exageradas, siempre que exista otra solucion ventajosa, i ello no sólo por el mayor costo del trabajo, sino tambien por la limitacion de la temporada en que los puntos son accesibles sin gran dificultad o sacrificio.

Un caso sugestivo de lo que puede resultar con la seleccion de estaciones muy elevadas, se tiene en las que corresponden a la triangulacion del paralelo 39° Norte, en Estados Unidos, a su paso por encima de la parte mas alta de las Montañas Rocosas, el que se consiguió con seis estaciones cuyo promedio de elevacion alcanza a 4 300 m; siendo necesario acarrear al rededor de 5 T. en total i pudiendo efectuarse sólo dos estaciones por temporada, por ser ésta muy limitada; en cada estacion se empleaba un mes, resultando entónces un costo de 6 000 dollars por estacion.

Por otra parte, los picos elevados se encuentran con frecuencia cubiertos por nubes, aunque en las partes mas bajas fuese posible el trabajo.

En la medida del arco de meridiano que se lleva a cabo actualmente en la República del Ecuador, i por un personal frances, uno de los operadores tuvo que permanecer tres meses en una cumbre de 4 000 m de elevacion, casi constantemente en la neblina i a la espera de visibilidad.

Serán, en jeneral, motivos de preferencia para un punto de estacion, el que la señal se vea bien proyectada desde las otras estaciones i sobre el cielo, fuera de que su posición permita la fácil coneccion con las demas estaciones i no se presenten dificultades mas tarde, tratándose de nuevas triangulaciones, al ménos hasta donde sea posible preveerlo. En Chile, por ejemplo, si se tratase primeramente sólo de una triangulacion jeodésica destinada a los trabajos entre la costa i los primeros contrafuertes de la cordillera de los Andes, al seleccionar estaciones en estos últimos, debe, naturalmente, tomarse en cuenta la posibilidad de trabajos futuros hácia el oriente, hasta la línea fronteriza.

En cada estacion el operador deberá tomar las anotaciones referentes al nombre del punto, consultando diversas personas en cada caso; de la propiedad en que se encuentra el punto; de su propietario i la direccion postal correspondiente.

Si se obtiene una denominacion idéntica suficientemente comprobada para dos cerros distintos, se anotarán con agregaciones complementarias especiales, valiéndose de números romanos, así, por ejemplo: Cerro de Piedra I, Cerro Alto II.

Tratándose de localidades, será mas conveniente complementar la nomenclatura con algun otro nombre auxiliar, ya sea de la rejion, subdelegacion, departamento o provincia, así, por ejemplo: Valdivia de Paine, San Francisco de Limache, etc.

Si no hubiera acuerdo entre los nombres empleados por los vivientes mas cercanos al punto i el indicado en los mapas existentes, se optará por aquel de uso mas jeneral en la rejion, agregando el otro, u otros, entre paréntesis.

La pluralidad de nombres, especialmente en nuestro pais, exige un poco de atencion al designar los puntos o caminos de acceso a ellos i, siempre que sea posible, se agregará mayores datos, como la subdelegacion o departamento. Difícil seria el anotar, por ejemplo, cuantos «Rio Colorado» o «Rio Claro» se conocen en Chile, pues casi cada hoya hidrográfica de cordillera los tiene.

Deberá tomarse para cada estacion datos suficientemente completos respecto al mejor camino de acceso, la estacion de ferrocarril mas cercana a la cual habrá que dirijirse, el tiempo empleado por el operador, indicando si se hizo el viaje al paso, trote o galope, i si se trata de una expedicion llevando mulas de carga; la ubicacion de los mejo-

res campamentos en donde existe agua, leña i forraje; el nombre de los «baquianos», acompañado de su domicilio i emolumentos, fuera de indicar tambien qué miembros del personal han visitado el punto.

Tiene especial importancia la ubicacion de los vados mas cercanos i de los rios que sea necesario pasar, o bien, de los puentes i balseos; la descripcion clara i precisa de las marcas hechas a la entrada de macheteaduras o senderos en el bosque i su ubicacion, procurando usar de preferencia en la descripcion los puntos cardinales magnéticos i no las espresiones «derecha» e «izquierda», que serian orijen de dificultades en el caso de cambios de senderos, hecho tan frecuente en el sur del pais.

Los pequeños croquis, que se agreguen a las descripciones, deben llevar anotada la direccion aproximada del norte magnético, completándolos, ademas, con algunos datos auxiliares de referencias i en forma a hacer desaparecer toda ambigüedad posible, pues, el personal ocupado en el reconocimiento, debe tener presente que el encargado de la construccion de las señales no llevará la mision de comprobar ninguna intervisibilidad, sino única i esclusivamente la de construir las señales en el punto preciso indicado i ajustándose estrictamente a la descripcion i dimensiones que le han sido proporcionadas.

En todas las estaciones, en donde sea posible, se hará un perfil completo del horizonte, o al ménos de aquella parte que tenga interes para la triangulacion, comenzando por orientar el teodolito por el norte magnético i, con el círculo a la izquierda, se visará las diversas cumbres, lomas, torres, faros, etc., que puedan llegar a ser futuros vértices, así tambien las puntillas de cerros i penínsulas que significan el limite de posibilidad de ubicar estaciones de carácter dominante, las islas aisladas, o la de mayor elevacion, en el caso de archipiélagos; los pueblos i ciudades principales, estaciones del ferrocarril, etc. Habrá tambien interes en visar algunos puntos netos i característicos que sirvan mas tarde para fijar por reseccion otras estaciones, como, por ejemplo, rocas agudas de forma especial i que no se presten a confusiones, árboles aislados sobre cordones de cerros visibles en una gran estension.

Al visar estos puntos se leerán ámbos limbos del teodolito anotando las lecturas en el registro, acompañadas de sus respectivos números de identificacion, los que deben corresponderse con los de la cartera de perfiles, en la cual, prévia numeracion de las cuadrículas en sentido azimutal i a razon de una a dos por grado sexagesimal, se irán colocando los puntos visados, valiéndose de los rumbos magnéticos, anotando ademas, la numeracion i nomenclatura i agregando el resto a la vista. La figura 1 es copia-reducida de parte de un perfil de esta clase.

Concluida la operacion anterior, se repite el jiro en la misma forma, i con el instrumento con su círculo a la derecha, reconociendo los puntos por medio del perfil ya dibujado.

Si la estacion no permite, por el momento estacionar el teodolito, el operador podrá hacer uso de un sextante manual de un minuto de lectura; pero, dado el límite angular inpuesto a este instrumento, 60 a 70°, se verá obligado a escojer una serie de puntos netos del horizonte, cinco a siete, que disten angularmente entre sí ménos que el límite

indica do; despues de medides los ángulos uno a uno, hasta cerrar el jiro dei horizonte i comprobar así está operacion, se procede a la medicion de los ángulos formados por alguna de las visuales a los puntos escojidos primeramente i la que corresponde al nuevo punto. En este caso sólo se tomará las visuales mas importantes, pues, para el resto puede operarse con la brújula, cuidando de visar con ésta alguno de los puntos que correspondieron al jiro del sextante.

Puesto que las visuales son jeneralmente poco inclinadas, no es necesario, para el simple reconocimiento, el reducir al horizonte los ángulos medidos con el sextante, sólo que, en el caso de ángulos pequeños entre visuales de mui diferente inclinacion, debe optarse por el sistema de deducir el ángulo buscado de la diferencia entre los formados por las visuales que le corresponden i otra auxiliar mas lejana correspondiendo a un ángulo mayor, puesto que, en este caso, el instrumento quedará ménos inclinado con respecto al horizonte.

El sextante manual presta, a veces, buenos servicios tratándose de un ángulo que falta para el simple cierre de un triángulo o de la medida de alguno que no se pudo obtener oportunamente al efectuar la estacion con el teodolito, por no haberse seleccionado el punto todavía, trabajo que se encomienda mas tarde a un ayudante. En este caso, el jeodesta, al hacer la estacion, visa con el teodolito un punto neto que le sirva de referencia al ayudante.

En cada estacion deberá leerse el barómetro aneroide, anotando, ademas, la temperatura del aire i hora de observacion; este instrumento se leerá tambien en las estaciones de ferrocarril u otro punto cuya altura sobre el mar pudiera conocerse.

Si en la rejion en que se opera existe algun observatorio meteorolójico, seria de importancia el tomar copia de las curvas de los barógrafos que correspondan al período en el cual se ha hecho observacion con los aneroides. Se aprovechará tambien la visita a las estaciones meteorolójicas, para comparar los aneroides con un barómetro de mercurio, operacion que debe hacerse, ademas, en el Observatorio Nacional i con el barómetro normal, ántes i despues del viaje.

Como en los viajes de reconocimiento no es posible el trasporte de barómetros de mercurio, si los aneroides no inspiran confianza en cuanto a la constancia de su correccion, el operador deberá proveerse de un buen hipsómetro para comparar con él, siquiere una vez por semana, aquellos instrumentos.

Si el horizonte de una estacion es limitado en parte, por cordones de cerros, i se ven, a traves de sus abras o portezuelos, otras cumbres o puntos elevados situados a mayor distancia, se debe tener especial cuidado de dibujar un perfil a mayor escala, para esa parte, visando con los instrumentos todos los puntos notables, pues, la esperiencia demuestra que es frecuente el caso de encontrar buenas soluciones para los triángulos buscados, valiéndose de visuales a traves de depresiones del terreno. Un caso característico de lo espuesto se nos presentó en el reconocimiento trigonométrico de las redes de primero i segundo orden en la provincia de Bio-Bio, en donde, al estudiar las diversas soluciones para el desarrollo de la de la triangulacion cerca de una de

las bases en proyecto (fig. 3) se presentaron los casos indicados en *a, b, c, d, e*, de la fig. 4, que dibujamos copiando los perfiles de nuestras carteras de campaña.

Cuando una cumbre presente diversos puntos conspicuos, es conveniente agregar un pequeño croquis que represente el aspecto de ella, vista dentro del anteojo, i anotar especialmente por medio de una flecha el punto preciso visado.

Siempre que el operador viaje de un punto a otro procurará inspeccionar el horizonte, para darse cuenta clara de las variaciones que experimenta el perfil de los cerros, facilitándose así grandemente la orientacion; hai, pues, conveniencia en no ocuparse en otro servicio durante el viaje.

Con frecuencia sucede que el mal tiempo no permite ejecutar en una estacion todas las operaciones citadas i, en este caso, el operador se limitará a visar los puntos mas importantes, aunque sea en una sola posicion del círculo.

Concluido el trabajo en una estacion, se examinará con atencion, i con el anteojo aquellas cumbres que aparezcan con mayor probabilidad de ser seleccionadas mas tarde como estaciones, anotando en el perfil, por medio de iniciales, si ellas son despejadas, boscosas i de fácil o difícil acceso aparente. Hai tambien interes en indicar al lado de cada cumbre la distancia estimada, pues esto ayuda mucho en la identificacion desde otras estaciones, pudiéndose así calcular aproximadamente los rumbos magnéticos que desde allí deben observarse.

Se facilitará mucho la observacion indicada en el párrafo anterior, si el operador dispone de un anteojo de mayor tamaño, adaptable al trípode del teodolito, i para este anteojo se requiere una apertura de $2\frac{1}{2}$ a 3 pulgadas, pero el tubo debe ser de aluminio para disminuir el peso.

Se presenta el caso, en el Sur del pais, que no es posible, a causa del bosque, estacionarse en una cumbre que ha sido visada desde varios otros puntos i suficientemente fijada ya en la minuta, pues exigiria varios dias para el desmonte. En estas circunstancias, si no hai la seguridad de que la estacion pertenezca al proyecto definitivo de red, no será conveniente ocuparse largo tiempo en despejarla, i es preferible construir un armazon de madera sin labrar, que permita elevarse sobre los árboles, o bien, ascender alguno de éstos i examinar con atencion la intervisibilidad, tomando, ademas, los ángulos con el sextante o brújula prismática.

Si el bosque que cubre una cumbre, que se encuentra en el caso contemplado en el párrafo anterior, es ralo, puede, con frecuencia, hacerse dos o tres estaciones al rededor de la cumbre i relacionarlas a ella; para esto se hacen pequeñas abras con hachas i machetes, obteniendo así el resultado apetecido, especialmente si se trata del llamado, entre nosotros «monte colgado». Debe procurarse que entre dos estaciones sucesivas cercanas a la cumbre existan visuales a puntos comunes lejanos, aunque éstos no pertenezcan a la red, siendo preferible elejirlos entre aquellos situados a una distancia tal, que el valor de la escentricidad de la estacion, respecto al punto definitivo elejido, sea despreciable prácticamente, ante la distancia del punto visado, dentro de la aproximacion de un minuto sexagesimal.

Al relacionar las diversas estaciones cercanas a la cumbre con el punto elejido,

como vértice probable, el operador debe cerciorarse, además, que el único obstáculo es el bosque i que no hai, en la direccion de las visuales, peñascos aislados o salientes del terreno mismo que, una vez desmontado el bosque, podrian todavía obstaculizar la intervisibilidad o que las visuales pasaran muy cerca del terreno.

Aunque con armazones de reconocimiento se ha llegado a grandes elevaciones, en Alemania, por ejemplo, hasta 52 m sobre el suelo, es preferible entre nosotros el evitar el uso de construcciones tan elevadas, muy justificadas en países con terreno plano i en donde, además, las indemnizaciones por corta de bosque, en su mayoría de plantacion artificial, son muy subidas. En nuestro país estimamos que dado el poco monto de los perjuicios por corta de bosques, mas bien deseada en muchos casos por el propietario, especialmente en la parte austral, i tratándose del terreno mas accidentado, no seria necesario acudir a aquellos medios extremos i, probablemente, no se presentará en el reconocimiento el caso de exigencia de armazones de mas de 25 m de altura.

Con escalas amarradas se puede alcanzar, sin dificultad, 10 a 15 m; pero es necesario colocarles fuertes vientos unidos a árboles robustos o estancones fuertemente clavados en el suelo, i el pié de las escalas enterradas en un agujero de 50 a 80 cm de profundidad i lleno de piedras pesadas, o amarrado a estacones especiales. Los vientos, deben, de preferencia, amarrarse a los puntos de union de las escalas.

Si se trata sólo de la orientacion en terreno plano con monte bajo, el operador sacará partido subiendo a los miradores de las casas de hacienda, azoteas, techos de edificios o a parvas de paja, i empleando el sextante o brújula prismática para fijar el punto por reseccion.

Tratándose de pirámides en bosque, su altura se fijará siempre en forma experimental, ya sea valiéndose de escalas, armazones de reconocimiento o, por fin, subiendo a los árboles; se anotará, además, los datos referentes a la existencia de maderas de buena calidad i, si se considera mas conveniente hacer un contrato para su provision, se establecerá en él la condicion espresa que el corte debe verificarse antes de la primavera.

Al anotar datos sobre los materiales existentes en una localidad i utilizables en la construccion de señales definitivas, o de la parte definitiva de ellas, no debe tomarse en consideracion el ladrillo, por ser inapropiado para ello a causa de su poca resistencia, cuando se encuentra espuesto a la intemperie sin proteccion.

La intervisibilidad entre dos estaciones sobre pirámides debe obtenerse elevando de preferencia el heliotropo, puesto que la instalacion de éste no exige tanta estabilidad como la del instrumento i, por tanto, se ganará en economia. Corresponde, pues, al operador ocupado en el reconocimiento, el fijar, experimentalmente tambien, la altura a que debe colocarse el heliotropo o indicar la parte de la señal que debe ser visada, i se trata de una torre de iglesia, se indicará en un pequeño croquis el punto elegido, que generalmente será el pié de la cruz o veleta.

Al proyectar la altura de una señal debe tenerse presente que las visuales no deben pasar en ningún punto a ménos de 2 m del suelo o edificios, esceptuando si, los propios muros que pertenecen a la construccion sobre la cual se instala el instrumento, en el caso de una estacion escéntrica. Las visuales rasales son muy perjudiciales a la exactitud

de una triangulación, i cuando se ha apelado a ellas como último recurso, el resultado ha sido de exactitud inferior. En Estados Unidos, por ejemplo, en los trabajos de la triangulación de primer orden, correspondientes a la memoria del año de 1903, se puede ver que dieciseis visuales que se acercan mucho al suelo, han recibido, en la compensación jeneral de la red, correcciones superiores en 44% a las del resto del trabajo.

Debe tenerse presente al fijar la altura de una pirámide, i tratándose de bosque nuevo, el posible crecimiento de éste i, para quedar completamente seguro, fijarle un pequeño exceso a aquella.

Las sendas en bosques deben ser de un ancho suficiente para quedar a cubierto del efecto de las refracciones anormales, que no sólo pueden tener por resultado malas imágenes, sino aun producir desviaciones laterales para los rayos luminosos. La experiencia ha demostrado que para la triangulación primaria, si se emplean pirámides como señales, es necesario darles a las sendas un ancho de 12 a 15 m, que se puede disminuir algo tratándose de heliotropos. Es conveniente, además, prolongar estas sendas hácia el lado opuesto, para que las señales se vean proyectadas sobre el cielo, si la configuración del terreno lo permite así.

Antes de ejecutar una senda de importancia, es necesario cerciorarse de su extensión i del éxito alcanzable. Para ello, si la simple inspección no es suficiente, se puede hacer uso de aneroides, o mejor aun, de una pequeña triangulación auxiliar, acompañada de nivelación trigonométrica, para la cual se colocarán banderolas sobre los árboles, próximamente en la dirección de la visual; se miden las alturas de las banderolas sobre el terreno i, con la cota de aquellas, se obtiene las de éste, bastando la construcción de un perfil del terreno, la distancia entre los extremos de la visual i las cotas, para resolver completamente el problema.

No debe olvidarse que la visual, una vez abierta la senda, debe pasar a lo ménos, dos metros encima del terreno, i, si hubiese duda, puede acudirse al cálculo de la curvatura i refracción, empleando las fórmulas correspondientes que se dan en los textos de Jeodesia o en tablas especiales. Estimamos, sin embargo, mas conveniente, prescindir del término que corresponde a la refracción, la que, elevando la posición aparente del punto, es por tanto favorable a la intervisibilidad, no así del efecto de la curvatura que, fuera de ser mayor, le es perjudicial.

El número de metros que corresponde al efecto de la curvatura, en conjunto con el de la refracción, se obtiene, con suficiente aproximación por la fórmula:

$$c - r = 0,000\ 000\ 068\ 2\ d^2$$

en donde d representa la distancia espresada en metros.

En Francia, desde 1902, se emplea, para el reconocimiento en rejiones boscosas, la escala especial ideada por el capitán Durand, con la cual se ha economizado tiempo i dinero, pues los reconocimientos en la parte Norte de Haute-Marne se hacen difíciles por tratarse siempre de cerros boscosos con árboles de 15 a 18 m de elevación. Este tipo de escala ha reemplazado ahora, en el país citado, enteramente a los armazones, de los

cuales se hacia uso desde 1899. El aparato permite la observacion hasta a 25 m sobre el suelo i, tratán lose de una escala doble para el ascenso, lo que constituye especialmente la novedad del aparato, la ascension se ejecuta con seguridad i facilidad para el operador, que lleva la espalda apoyada.

El inventor, capitán Durand, nos esplicó la maniobra de armadura, que encontramos bastante sencilla, por lo que, estimamos, dicha escala podria prestar servicios en Chile, sólo que su peso exigirá varias mulas para el trasporte.

Como la escala Durand lleva vientos especiales para contrarrestar en parte la torsion, se hace posible la medida de los ángulos, al cuarto de grado, con el auxilio de un pequeño teodolito colocado sobre la plataforma superior; pero es preferible el empleo del sextante. Se arma el aparato por cuatro hombres, de los cuales dos deben ser ejercitados, i, si se emplea seis hombres diestros, basta hora i media solamente para llegar a 25 m sobre el suelo, siendo la disposicion tan sencilla que se ha empleado aun para alcanzar hasta la cruz de las torres de iglesias, apoyándola, en este caso, sobre el techo.

Se comprende la economía que puede resultar con el uso de una escala especial trasportable, si se considera, por ejemplo, el caso del reconocimiento de la red del Weser en Alemania, trabajo que exigió la construccion de veinte armazones de reconocimiento, el mayor de 32 m de altura.

Al efectuar el reconocimiento se demarcarán los puntos por medio de fuertes estacas o montones de piedra i, en este último caso, se acostumbra agregar algunos objetos sin valor, que sirvan para dar seguridad a la identificacion, así, por ejemplo, latas vacías o botellas quebradas en parte, anotando el hecho en la reseña del vértice.

Si el terreno es de roca, la mejor demarcacion consistirá en una señal especial hecha con pintura roja o blanca. En el reconocimiento al Sur del rio Laja hemos empleado, siempre que era posible, las marcas sobre rocas, ya sea en el mismo punto o en algun peñasco cercano, tomando las referencias, fuera de los rumbos necesarios para la identificacion.

Las marcas que corresponden a lugares de tráfico o potreros que se someten al cultivo no tendrán duracion i es preferible medir, ademas, con el teodolito, los ángulos entre tres o mas objetos cercanos vistos desde allí, i que sean de mayor estabilidad, o las distancias a dos de ellos, como en el ejemplo siguiente:

Base de Los Anjeles, extremo E.

N. M.....	0°	0'
Casas, camino a Antuco (mojinete).	13	6
Tranquero con cruz roja.....	241	38
Primer poste telegráfico hácia Los Anjeles.	305	40
Último id. hácia Antuco.....	28	26

Cuando las marcas o señales no son mui estables i se encuentran cerca de lugares mui habitados, habrá conveniencia en recomendar a las autoridades encargadas del órden

público la conservación de ellas i colocar, además, otras marcas de referencia cuya situación debe ser conocida sólo por las personas de la oficina. Estas marcas sirven más tarde como comprobación, pues, acontece, que las señales son restituidas equivocadamente en otro punto cercano. El jeodesta no debe olvidar que las mejores referencias son aquellas colocadas sobre muros de deslinde entre propiedades, pues son los menos espuestos a modificaciones, pero siempre que ellas no tengan una posición tal que llamen la atención del transeunte.

Al calificar la intervisibilidad entre los vértices, se tendrá presente, que en las estaciones de primer orden el eje del universal jeodésico, después de instalado este instrumento, debe quedar, a lo menos, a 2 m sobre el suelo, para obtener mejores imágenes, pues el terreno adyacente a la señal irradia calor. En la mayoría de los trabajos modernos se tiene ahora muy en cuenta esta circunstancia, i aun se ha llegado en Estados Unidos, en los trabajos de triangulación del meridiano 98° Oeste, a colocar siempre el instrumento, a lo menos, a 3 m sobre el suelo. Si se trata de cumbres muy agudas i en donde el agua para preparar las mezclas, destinadas a las construcciones, fuere escasa, o aun los materiales de buena calidad, podrá reducirse la altura a 1,15 m para el pilar sobre el cual se coloca el instrumento.

Las instalaciones en torres o faros serán a veces de gran valor para las triangulaciones, desde el primero al tercer orden; pero a ellas se resigna sólo el operador en los casos que no encuentra otra solución juiciosa, pues generalmente deben ser escéntricas. En Francia, la mayor parte de los puntos auxiliares de primero i segundo orden de la antigua triangulación se encontraban sobre campanarios, lo que sucede en parte también en la que se ejecuta actualmente para servir de base al nuevo catastro.

Las estaciones escéntricas llevan en sí una serie de inconvenientes i, entre ellos, la exigencia de una construcción especial que debe quedar en su lugar un tiempo más o menos largo i afeando el aspecto de un edificio. De ahí que no siempre los propietarios se muestren muy dispuestos a permitir el establecimiento de una armazón o consola, por dos años a lo menos, tiempo angustiado para despachar todas las medidas angulares de los diversos órdenes.

Al elegir una torre, faro o parte culminante de un edificio elevado, para servir de estación, debe tenerse en cuenta la posibilidad de medir, ya sea directamente o por intermedio de una operación trigonométrica, los elementos de centración i en buenas condiciones de exactitud.

Si el punto es de primer orden i pertenece a la red principal, generalmente se construye una armazón saliente hacia el exterior, procurando que con sólo dos de éstos, opuestos diametralmente, i por tanto con igual número de estaciones para el instrumento, se domine completamente el horizonte. En cambio, tratándose de estaciones escéntricas de puntos primarios suplementarios, puntos de segundo o tercer orden, generalmente se efectúan las estaciones en las ventanas i sobre tableros reforzados, visando desde las otras estaciones algún punto bien definido, como ser: la veleta, aguja o cruz superior, en el caso de una torre, o bien un heliotropo colocado en los tableros citados o en alguna ventanilla superior.

En la «reseña de vértice» se agregará las dimensiones de las aberturas de subida i las de las ventanas, por donde pudiera haber necesidad de hacer pasar las cajas con instrumentos, para que el operador, encargado de la ejecución de las estaciones, sepa ya de antemano en qué forma i de qué medios deberá hacer uso para subir el material que necesita i proveerse, entónces, de cuerdas i roldanas, si fuere indispensable operar por el exterior.

Al estudiar el proyecto i calcular el presupuesto de una construcción de instalaciones escéntricas, debe tomarse en cuenta las reparaciones, que siempre es indispensable hacer para evitar las filtraciones de aguas lluvias i dejar despues el todo en el estado primitivo, sin dar el menor motivo para reclamos.

El desarrollo de las triangulaciones primarias ha sido hasta ahora mui variable; influye en ello no sólo las condiciones mismas del terreno que se va a cubrir con triángulos el poder óptico de los instrumentos, sino tambien consideraciones de otra índole mui diversa. En los trabajos europeos los largos lados de primer orden son mas bien una escepcion impuesta por el terreno, no así en Estados Unidos, en los trabajos del paralelo 39º, por ejemplo, en donde, disponiendo los operadores de instrumentos con grandes anteojos, la triangulación en la parte accidentada alcanzó un enorme desarrollo; así aunque el promedio de la longitud de los lados es sólo de 27 km en la parte central, alcanza, en la occidental, a la cifra de 160, con varios lados de mas de 200 km i aun uno de 294.

Aun en las redes de base los trabajos norte-americanos han alcanzado mayores dimensiones i tambien en las longitudes para éstas; aunque el promedio de las bases de Europa es próximamente de 6 km, en estados Unidos es igual a 9,9 km; la base de Utah, medida cerca del lago Salado, tiene 11,2 km de largo, i con cinco traspasos se ha llegado a 237,8 km.

Se comprende, que en el estado actual de la Jeodesia, no puede considerarse como mui apropiada una clasificación de la categoría de las triangulaciones por las dimensiones de los lados de los triángulos. Si tomamos el caso de la triangulación de Austria-Hungría, por ejemplo, encontraremos que hai en la red primaria nueve lados mayores de 90 km, pero, al mismo tiempo, trece menores que dieciocho; en Estados Unidos, se tiene, para la triangulación de primer orden, en las Montañas Rocosas i Sierra Nevada, un promedio de 133 km, como longitud de los lados, i, por otra parte, sólo 25 km para Kansas i Mississipi.

Hasta hace poco mas de un cuarto de siglo, se consideraba en Europa como extraordinarios algunos lados largos: de 80 i 106 km, en Alemania; 161 km en Francia i otros en Inglaterra; pero despues se resolvió la union con el continente africano i con algunas islas lejanas a la costa, resultando de allí lados hasta de 270 km entre España i Arjelia, varios de mas de 200 km i aun uno de 232 entre Cerdeña i el continente; 238 km para la union de las Baleares i, por fin, 180 km entre Sicilia i Túnes.

Es mui natural, pues, que cada autor indique, guiándose, de preferencia, por los trabajos ejecutados en su propio pais, límites prácticos que pueden encontrarse en completo desacuerdo con los de otros. Así, Wilson, tratadista norte-americano, dice, respecto a la triangulación de primer orden, que los lados de mas de 160 km atrasan el trabajo,

límite que Jordan hace descender a sólo 50 km, fundándose en los resultados de los trabajos prusianos, en los que se ha demostrado que las visuales muy largas son de exactitud inferior a las otras.

Erfurt, que ha tratado especialmente el reconocimiento trigonométrico, dice: «Para la mensura de un país, ningún terreno debe ser muy difícil; se debe cubrir con triángulos; los puntos deben presentar un horizonte libre i, por fin, no se fijarán los lados tan largos como posible, sino de una longitud media, para permitir un traspaso favorable, con ángulos no muy agudos, a las triangulaciones de segundo i tercer orden que se sobreponen despues».

Respecto al principio de los grandes triángulos tan empleados en un tiempo en Estados Unidos, se expresa el ex-jefe de la Sección Trigonométrica de Prusia, coronel Matthiass, en la forma siguiente: «Lados largos en una triangulación principal favorecen el traspaso de grandes superficies i sirven con esto al esfuerzo de economizar tiempo; pero el principio de los grandes triángulos sólo se podrá mantener hasta el límite en el cual comienzan a sufrir, a causa de los grandes lados, la bondad de las observaciones i también el rápido avance del trabajo. Este límite se podrá apreciar, con los instrumentos modernos, en próximamente 50 km».

En los países del Sur de Europa, en donde se tiene jeneralmente una atmósfera mas clara, como pasa también en el centro del nuestro, este límite práctico se ha aumentado; así, las instrucciones para los trabajos geodésicos de Italia lo elevan a 60 km.

Para nuestro país, estimamos, que los límites de 20 i 60 km, para los lados primarios, serian los mas convenientes tratándose del levantamiento nacional con utilizacion para trabajos científicos.

Estos límites, estudiados experimentalmente en el Sur del país, se encuentran mas o ménos de acuerdo con los datos de Jordan i las instrucciones italianas. Naturalmente, será necesario hacer las escepciones correspondientes a un gran desarrollo impuesto por circunstancias especiales.

Respecto a la altura máxima a que será posible llevar a cabo estaciones geodésicas, bien poco podemos decir, pues, ello depende principalmente del clima i, sabido es, que Chile, en este sentido, es uno de los países que presenta mayor variedad.

Una de las mayores alturas que corresponde a una estación geodésica en Europa es la de 3 481 m sobre el nivel del mar (*), para el monte Mulhacen, en España; pero, al lado de ésta, tenemos que en Estados Unidos las hai hasta de 4 355 m, i en la sección de Colorado Oeste el promedio de las alturas es superior en 169 m a la de la citada montaña española. En los trabajos geodésicos de Ecuador i Méjico se han ejecutado estaciones a cuatro mil i mas metros de elevacion; i aun en Chile, en la parte Norte, ello sería posible a mayores alturas todavía. El ingeniero señor Golborne, de la Oficina de Límites, pudo estacionarse, con un teodolito de seis pulgadas, en el cerro Salin, a 5 955 m de

(*) Se ha hecho estaciones geodésicas en Suiza en alturas un poco mayores i también en los Alpes franceses. La estación Monte Leone, en la frontera entre Suiza i Italia, tiene 3 557 m sobre el mar.

altitud. No sabemos si sería posible ejecutar estaciones jeodésicas a más de 5 000 m en esa rejión.

A las estaciones elevadas corresponde generalmente una temporada muy corta, durante la cual ellas son accesibles sin grandes sacrificios i aun peligros para la salud o vida de los operadores, pues hai que considerar que no se trata aquí de una simple estación topográfica, que exige a lo más dos o tres horas de estadía, sino que el operador debe permanecer varios días enteros, i posiblemente semanas, en la cumbre o muy cerca de ella. Por otra parte, la mayoría de los picos elevados se encuentran generalmente entre nubes i con frecuencia, además, se hace necesario construir senderos para el transporte de los instrumentos. Se puede, pues, decir en general, que las alturas exajeradas no serán convenientes, i que mientras más al sur de nuestro país menor será el máximo por fijar si dicha fijación se considera conveniente, pues nos parece preferible dejarlo al buen criterio del jeodesta.

Respecto a las dimensiones prudentes que, como máximo, puede darse a las pirámides, en el caso de tenerse que elevar el instrumento o heliotropo, estimamos, que en Chile no será necesario, a causa de la configuración del terreno i el poco valor que se da al bosque, el empleo de grandes amazonas de reconocimiento, como se han usado en Alemania, llegando hasta 52 m de altura, ni esas costosas pirámides que se emplean también allá en la parte plana. En Estados Unidos se ha llegado aun hasta la enorme altura de 84 m para la señal i 37 m para el instrumento, i en otro caso aun 46 m para este último.

Si se fijase entre nosotros una altura máxima de 15 metros para el instrumento i 25 para el heliotropo, estimamos que, dado que así se consigue disminuir en mucho el desmonte, en la mayoría de los casos será suficiente, tanto más que la construcción de grandes pirámides, con una estabilidad suficiente, exige un personal especialmente adiestrado.

Un punto digno de estudio, especialmente para países como el nuestro, es el encontrar el modo de asegurar la permanencia de las señales, pues, como ha dicho Tittmann: «El valor jeográfico de una triangulación se pierde, para una área dada, cuando los puntos no pueden ser recuperados dentro de esa área.» El jeodesta se ceñirá estrictamente, al proyectar las señales, a las prescripciones especiales que publique la Oficina i referentes, no sólo a la construcción, sino también a la demarcación definitiva i ubicación de referencias poco visibles, pero de la mayor estabilidad posible.

Aunque la intervisibilidad en buenas condiciones, entre puntos primarios principales, quede asegurada con una cierta altura para el instrumento, sobre el terreno, tratándose de cumbres muy redondeadas hai que tener presente que, con frecuencia, es necesario aumentarla en algo para quedar en buenas condiciones de intervisibilidad con los puntos de segundo i tercer orden.

Ya hemos dicho, que las dudas sobre intervisibilidad se hacen desaparecer con el heliotropo o, en épocas de cielo cubierto, valiéndose de señales luminosas durante la noche.

La inflamación de polvos de magnesio mezclados con clorato de potasio, para obte-

ner luz blanca, i de estroncio para roja, ha dado mui buen resultado en las esperiencias hechas, en 1898, en Italia, entre dos puntos distantes de 115 km, en donde se vió perfectamente a la simple vista la luz producida por la inflamacion de 12 gramos de la citada mezcla.

Respecto a la forma de red que debe adoptarse entre nosotros, estimamos, que la sola inspeccion de un mapa del pais indicará, desde luego, la exigencia de continuidad.

Una doble serie de triángulos combinada con puntos primarios suplementarios, nos parece la solucion mas juiciosa i económica, dadas las condiciones del terreno i la exigencia de rápido avance.

En los paises de gran estension en todo sentido, como ser España, Francia, Estados Unidos, India i Méjico, las cadenas de triángulos siguiendo polígonos i encerrando grandes estensiones, ocupadas mas tarde por redes de relleno constituidas por trabajos de menor precision, tienen su ventaja principalmente en que se llega mas pronto, en este caso, con vértices primarios a las diversas rejiones del pais, i que el número de éstos donde se exige medidas mas cuidadosas se hace menor. Tratándose de paises angostos, como Inglaterra, Japon, Italia i Chile las redes en polígono no pueden tener aplicacion juiciosa.

Alemania, cuya red primaria es constituida por la union de una serie de trabajos ejecutados en distintas épocas, i bajo variadas administraciones, tiene, en su mayor parte, la forma de polígonos, a los cuales están unidos los trabajos ejecutados, por ejemplo, por Gauss, Bessel i Baeyer, persiguiendo un fin científico; pero hoi dia se reemplaza estas redes en polígono, en la Prusia Oriental i Prusia Occidental, por redes continuas, mui bien constituidas por triángulos con forma cercana a la equilátera i prescindiendo de las grandes diagonales tan en uso antiguamente. Acompañamos una lámina con un dibujo de las nuevas redes citadas.

El caso de Alemania, cuya actividad jeodésica, desplegada desde hace mas de medio siglo, ha dado un fuerte impulso al progreso de este ramo, confiamos será bastante decisivo para desterrar toda idea de empleo de redes poligonales entre nosotros. El paso dado tambien allí en el sentido de suprimir el exceso de diagonales en las redes, es digno de notarse, pues se encuentra en abierta contradiccion con la mayoría de las instrucciones antiguas. Así, las instrucciones publicadas, en 1878, para los trabajos jeodésicos de España, dicen: «Aunque el triángulo es el natural elemento del cálculo, no por esto una cadena debe ser ni considerarse formada por una serie sucesiva de triángulos, sino como un conjunto de puntos que, unidos por líneas, constituyen figuras que los enlazan íntimamente i fijan su respectiva situacion.»

Será de interes el dar aquí, ademas, los rasgos principales de las distintas formas en que puede constituirse una red trigonométrica i publicados en la Memoria, del «United States Coast and Geodetic Survey», correspondiente a 1876:

COMPOSICION	Distancia cubierta	Número de estaciones	Largo total en lados	Área cubierta	Número de condiciones
Triángulos equiláteros.....	5	11	19	4,5	9
Hexágonos	5,2	17	34	9	21
Cuadrados	4,95	14	29	3,5	28

Si la red primaria tiene un desarrollo pequeño, la posición más apropiada para los vértices de segundo orden será la cercana al centro de cada triángulo de aquella, siendo, en este caso, la longitud de los lados de la triangulación secundaria poco más de la mitad de los de la primaria. Para Chile, estimamos conveniente los límites de 10 i 20 km para los lados de los triángulos de segundo orden; pero, si la red primaria ha alcanzado excepcionalmente un gran desarrollo, podría elevarse a 25 km el límite superior, o mejor, prescindir de la posición especial citada i proyectar mayor número de vértices secundarios, relacionados convenientemente en cuanto a la forma de los triángulos i, en este caso, agregar una serie de vértices de primer orden suplementarios, es decir, que no pertenecen a la red primaria principal, pero que en cada uno de ellos se hace estación i son a su vez visados desde tres estaciones de primer orden a lo ménos. Estos vértices suplementarios no requieren ser intervisibles entre sí, aunque la intervisibilidad es ventajosa.

En vista de que para los vértices primarios suplementarios el heliotropo se empleará sólo excepcionalmente i en los de la red secundaria sólo en el caso especial de algunas estaciones en torres, es necesario tener presente esta circunstancia en la selección de esta clase de puntos, pues, al empleo de pirámides, como señales, se encuentra ligada una mayor exigencia en cuanto a la proyección, al ser vista la señal desde los demás vértices. Esto se tendrá también presente al proyectar, para los vértices primarios, las señales que se servirán para ser visadas desde las triangulaciones de menor categoría.

Durante el reconocimiento de los vértices de primer orden, se estudiará las distintas localidades apropiadas a la medida de bases jeodésicas, debiéndose seleccionar aquellas que presentan posibilidad de ser ligadas a un lado de primer orden por figuras sencillas i que, además, presten facilidades para la medida.

Con la introducción de las medidas de base con alambres en el dominio de la jeodesia, las exigencias respecto al terreno han disminuido considerablemente. Así, aunque antiguamente se exigía, a causa del empleo esclusivo de las reglas cortas, cuatro metros jeneralmente, que el terreno fuese muy parejo, hoy día, no sólo se puede operar, con los alambres i cintas, en uno con ligeras ondulaciones, sino aun se ha medido así una base en Spitzberg, pasando por sobre un pantano. El antiguo aparato de Bessel sólo permite las inclinaciones menores que 3° , límite que sube a 5° , para las reglas de bases empleadas en Estados Unidos.

Las longitudes mas corrientes para los alambres de invar, hoi dia los mas usados, son 24 i 25 m; se emplean jeneralmente cintas de acero de 50 m i, con menor frecuencia, de 100 m, de modo que un obstáculo, ya sea zanja o río, cuyo ancho sea menor de 20 m, no constituirá una dificultad, hoi dia, para la medida de una base, pues se puede disponer la operacion en tal forma, por la combinacion de alambres de diversas longitudes, que el obstáculo quede entre dos referencias i sea salvado fácilmente.

Como suponemos que las medidas de bases jeodésicas se harán en Chile valiéndose de los alambres de invar, comparados frecuentemente con un comparador de 100 m, instalado especialmente en cada base, comparador que se medirá a su vez por medio de una regla, las condiciones del terreno deberán ser tales que permitan así la medida en forma cómoda.

Las bases seleccionadas definitivamente deberán ser medidas durante el reconocimiento, siquiera aproximadamente, valiéndose para ello de un alambre de acero, de 100 m de longitud, mantenido por medio de un dinamómetro, a la misma tension empleada durante la comparacion del alambre con el padron o en el comparador de la oficina.

Se evitará en lo posible el emplazamiento de bases en las líneas férreas, pues el tráfico de trenes molesta jeneralmente a la medida i, si ello no pudiera evitarse se procurará que los extremos de la base queden fuera de la vía, seleccionando para ello un trozo recto de ésta i comprendido entre dos curvas intervisibles. En este caso la medida misma se hará en su mayor parte sobre la línea férrea, pero las estaciones i señales podrán colocarse exactamente sobre los extremos de la base i fuera de aquella.

Respecto a la longitud de las bases, ya no se vacila en darles hoi dia, con los alambres de invar, una gran longitud, cuando el terreno lo permite.

Al principio se empleaba bases tan largas como posibles, pues los instrumentos eran muchas veces simples reglas de madera; en Baviera en 1801 se midió así una base de 21,6 km. Mas tarde, en vista del manejo complicado i de la lentitud para operar con las reglas metálicas, fuera de que los instrumentos i métodos para medir ángulos habian experimentado tambien grandes perfeccionamientos, se comenzó a disminuir el largo de las bases, influyendo bastante en este sentido el hecho de haber probado el profesor Swerd, que con una base pequeña se obtenian tambien buenos resultados, como quedó comprobado nuevamente mas tarde, en 1858, con la medida de la base de Madridéjos, en España, de 14,7 km, bajo la direccion de Ibáñez. Esta base, dividida en varios trozos, que fueron medidos todos, con igual prolijidad, por medio de una regla monometálica, muestra diferencias mui pequeñas entre los resultados de las medidas directas para los trozos laterales i el dado por el cálculo de la triangulacion de desarrollo, partiendo del trozo central.

Sin embargo, Ferrero, en un estudio detenido sobre las redes de base, presentado a la Asociacion Jeodésica Internacional, llega a la conclusion de que, en promedio, la precision de la base ampliada es sólo, en Europa, próximamente un quinto de la que corresponde a la base medida.

La publicacion de estos estudios i mas tarde el descubrimiento del invar por Gui-

llaume, aleacion mui poco dilatante, han influido en el sentido de aumentar nuevamente la lonjitud de las bases, cuando el terreno lo permite.

El promedio de todas las bases de Europa es de seis kilómetros, mientras que el de los de Estados Unidos llega casi a diez, i las nuevas instrucciones de la oficina correspondiente de este último país, fijan los límites de cuatro i doce kilómetros. En cambio, en los últimos trabajos jeodésicos en Sud-Africa, ya sea referentes al levantamiento nacional o a la medida del arco de meridiano entre Cabo Buena Esperanza i Egipto, se ha empleado los alambres de invar i medido siete bases grandes con una precision sorprendente, las que tenian un promedio de 21,6 kilómetros, variando desde 17,4 a 34,0 kilómetros, porque el terreno lo permitía así.

La distancia entre las bases es, naturalmente, mui variable, pues en países mui accidentados habrá ménos localidades apropiadas para la medida que en aquellos con ménos accidentes. Si tomamos, como ejemplo, el gran arco de paralelo, medido en Estados Unidos a los 39° Norte, desde el Atlántico al Pacífico, encontramos que las bases distan de 451 a 854 kilómetros; pero las mayores distancias entre las bases mas largas, pues hai aun una base de 17,5 kilómetros.

Segun Von Orff, el promedio de la distancia entre bases en Europa es alrededor de 350 kilómetros, tomando las de todos los países; este dato varía desde 100 a 600 kilómetros. De las obras i memorias que hemos podido tener a mano, deducimos: 100 a 600 kilómetros para Inglaterra; 250 a 300 kilómetros para Alemania i 250 a 500 para Rusia.

En Italia se consideró suficiente la medida de bases de tres a seis kilómetros de largo i distantes de 350 a 400 kilómetros entre sí.

El Congreso Jeodésico de Washington, recomendó medir una base cada 8 a 10 triángulos medios, lo que corresponde a 250 o 320 kilómetros, próximamente.

En Chile no habrá grandes dificultades para encontrar localidades apropiadas para la medida de bases, especialmente en la rejion del norte, en donde quizás sea posible encontrarlas de mayor estension. Estimamos conveniente el fijar el límite inferior de cuatro kilómetros para las bases i dejar el superior al justo criterio del jeodesta. Respecto a la distancia entre bases, los límites de 250 i 350 kilómetros nos parecen mas apropiados a nuestro país, mas aun, si se tiene presente que, con el empleo de alambres de invar, la medida se hace ahora con mucho mayor rapidez i con ménos exigencias en cuanto al terreno.

Las redes de ampliacion de bases es un punto delicado en una triangulacion i él debe merecer toda la atencion de parte del jeodesta. De entre las localidades estudiadas para la medida de bases se escojerá, como ya se ha dicho, aquellas que ofrecen mas facilidades para la medida; pero, al mismo tiempo, con un desarrollo sencilló en la ampliacion, evitando las redes con un exceso de triángulos i las simples rotaciones de una dimension sin ganar en lonjitud.

Basta el simple exámen de las láminas i cuadros dados en la obra de Ferrero, presentada bajo el título de "*Rapport sur les triangulations*," a la conferencia de 1896 de la Asociacion Jeodésica Internacional, para darse cuenta del efecto de los desarrollos complicados para las bases, i, en efecto, los mayores valores para la razon entre las pre-

cisiones obtenidas para la base medida i para la ampliada, pertenecen, de preferencia, a las redes de base que se encuentran en el caso citado.

En cuanto a la mejor disposicion de la red es, sin duda alguna, la conocida bajo el nombre de *ampliacion rómbica* i formada por triángulos isósceles, cuyos ángulos opuestos a las longitudes por traspasar se acercan a treinta i tres i medio grados.

En la creencia que será de interes, acompañamos un dibujo de las redes de desarrollo de algunas bases i, ademas, en la figura 3, las ampliaciones posibles, en buenas condiciones, para la base de 6 596 m estudiada, entre otras, cerca de la ciudad de Los Angeles i para la red de primer orden al Sur del rio Laja, cuyo proyecto, encontrándose aun en estudio, no tiene el carácter de definitivo.

Agregamos tambien una lámina con una copia de las nuevas redes de Prusia Oriental i Occidental, la que hemos completado con las redes de las bases respectivas de Schubin i Gumbinnen. Estas redes continuas, uno de los trabajos modernos mas notables por su buena configuracion i disposicion, han venido a reemplazar a las antiguas redes en polígono que incluian la medida de grados hecha por Bessel i los trabajos de Baeyer.

Para cada trozo de red primaria se deberá estudiar, para atender a los futuros trabajos científicos, la ubicacion de una o varias estaciones astronómicas, guiándose por las condiciones que se esponen a continuacion i, durante el reconocimiento, se efectuará observaciones astronómicas en una de ellas de cada trozo i con el objeto de orientar i situar en los mapas los proyectos de red. Dichas condiciones son:

- 1.º Posibilidad de relacionar el punto directamente a los vértices primarios;
- 2.º Estacion del ferrocarril o línea telegráfica del Estado a ménos de 500 m;
- 3.º Terreno firme donde sea posible edificar un sólido pilar de observaciones;
- 4.º Facilidad de alojamiento o campamento a ménos de 1 km;
- 5.º Ubicacion lejana al tráfico de vehículos i no mui próxima a paseos públicos, debiendo evitarse, ademas, la cercanía a fábricas con grandes maquinarias i la de cascadas, o la frecuencia de humo o aire calentado;
- 6.º Buena visibilidad del cielo, al ménos para alturas mayores que veinte grados, hácia el Sur i Norte i, en el caso que ella sea favorable, se procurará, ademas, que no haya edificios a ménos de 5 m de las visuales en el meridiano i que el sitio sea bien ventilado.
- 7.º Tendrá preferencia entre los diversos puntos estudiados en una localidad, aquel en donde sea posible establecer una mira meridiana hácia el Norte o Sur, i a una distancia no menor que 1 km ni mayor que 10.

El jeodesta encargado de la direccion de las operaciones de reconocimiento elaborará en campaña, o hará elaborar por los ayudantes, una minuta a la escala de 1 por 250 000 a 1 por 500 000 i en la cual se colocarán todas las visuales, en forma tal, que no haya duda o confusion sobre la intervisibilidad, cuando hai varios puntos en posicion cercana a la línea recta; el mejor sistema es el indicado en la figura 5.

Se procurará no atrasar el dibujo, pues el mantenerlo al dia será de gran utilidad para elegir siempre las cumbres que deben ascenderse.

Concluido el reconocimiento de un trozo entre dos bases, se deberá presentar un dibujo completo en el cual estén indicados con claridad los diversos proyectos i con tintas de distinto color. Los triángulos irán clasificados por sus diversos órdenes; recomendamos las líneas gruesas continuas para los lados de primer orden; segundo orden con líneas un poco mas delgadas, i las redes de base, o visuales auxiliares, por medio de líneas de trazos. En cuanto a los lados de tercer orden, ellos corresponden a otra comision a una memoria especial.

Las memorias sobre reconocimiento irán acompañadas de un anexo con las reseñas de cada vértice de la red i comprendiendo la descripcion, motivos de preferencia, nombre i propietario, medios i materiales de que se podrá disponer, etc., así como la situacion de las referencias, ubicacion de campamentos apropiados, etc.

Hai interes en agregar a la memoria un plano de las bases, a la escala de 1 por 20 000 a 1 por 50 000, segun sea el largo; contendrá este plano la posicion de los obstáculos que puede haber para la medida i la indicacion de los deslindes que separan las diversas propiedades, agregando tambien los nombres de los propietarios.

Se deberá agregar, ademas, todos los datos que se refieran al trabajo de triangulacion, como ser: enumeracion de las visuales que parten del punto, medios de comunicacion para enviar órdenes, indicando la ubicacion de la oficina telegráfica de mas fácil acceso desde el punto, estacion del ferrocarril en iguales condiciones, etc.

Es preferible acompañar a la enumeracion de las visuales el rumbo astronómico aproximado de ellas, no sólo como ayuda para el personal que se ocupe en la triangulacion, sino tambien para que el operador encargado de la construccion de las pirámides, pueda ubicar éstas en forma tal que los piés no obstaculicen la visibilidad de las demas señales.

Al presentar el proyecto de las redes primarias i secundarias, debe estudiarse la union a ellas de un punto neto i característico de cada ciudad de importancia, elijiendo, de preferencia, las torres de iglesia o puntos elevados de edificios fiscales o municipales. Sólo podria hacerse escepcion de esta exigencia, en el caso que, para satisfacerla, sea necesario sacrificar la buena forma de algunos triángulos de las redes citadas, i entónces será preferible proyectar una estacion auxiliar seleccionada de tal modo que sea utilizable como de tercer orden, anotándola en el proyecto para que sea tomada en cuenta por el personal encargado del reconocimiento que a ese orden se refiere.

El reconocimiento de los vértices de tercero i de los puntos de cuarto orden, se ejecuta jeneralmente con la plancheta, llevando al terreno, ya marcados en el papel del tablero, la serie de puntos seleccionados como vértices de primero i segundo orden. El operador trabaja jeneralmente a la escala de 1 por 50 000 o 1 por 100 000, teniendo dibujado, ademas, el contorno de las hojas topográficas i sus márgenes, siendo el número de ellas jeneralmente de cuatro a dieciseis, para los límites citados en cuanto a escalas.

El operador ocupado en el reconocimiento de los vértices de tercero i cuarto orden se estaciona primeramente en los vértices superiores, visando la serie de puntos de carácter dominante que se le presentan. Las visuales se prolongan hasta el borde de la hoja, haciendo allí anotaciones para reconocerlas, o se las designa por un número de

orden que se corresponde con el de los pequeños croquis o perfiles de una cartera especial.

Después de seleccionar una serie de vértices de tercer orden intervisibles i en forma que, a lo ménos, a cada hoja topográfica corresponda, en conjunto con los de las otras triangulaciones, de preferencia, uno en las cercanías del centro i otro cerca de cada ángulo, estos últimos pudiendo ser comunes a cuatro hojas adyacentes, pero dentro del límite que corresponde al márgen de ellas, se estaciona en los puntos visando los demas i demarcándolos en el terreno por medio de estacas, pequeños montones de piedra o marcas de pintura, anotando, además, en la cartera, la serie de datos que se requiere para las reseñas de vértice. Se agregará también el número de puntos necesarios, hasta enterar las cifras que fijen las instrucciones para los puntos de tercero i cuarto orden.

Para nuestro pais nos parece deberia fijarse los límites 3 i 5 km. para los lados de los triángulos de tercer orden i seleccionar, a lo ménos, un vértice por cada diez o quince kilómetros cuadrados, próximamente, i en promedio. En cuanto al número total de puntos trigonométricos, es decir, incluyendo aun los de cuarto orden, estimamos que uno por cada 6 a 8 km² seria suficiente, pudiéndose tomar menor número de puntos en las regiones en donde existan pocos detalles.

Los puntos inferiores al tercer orden pueden ser escojidos también por el encargado del reconocimiento de este orden, o bien, el topógrafo que recibe la hoja topográfica con la posición i coordenadas de todos los vértices que caen dentro de ella, ejecuta, el mismo, una triangulación, ya sea midiendo los ángulos o gráficamente, para aumentar así el número de puntos hasta alcanzar la densidad que le fijan las instrucciones topográficas, para lo cual podrá utilizar algunos de los puntos ya visados por el operador ocupado en el reconocimiento, motivo por el cual se deberá conservar todas las visuales trazadas primitivamente.

Para el trabajo del topógrafo, no habrá ya clasificación en cuanto a los vértices, sino que todos ellos son puntos fijos de igual mérito i cuya posición no podrá variarse, por ningun motivo, sin previa consulta a la Sección Jeodésica

Oficina de Mensura de Tierras, a 19 de Junio de 1907.

ERNESTO GREVE.

Santiago, Julio de 1907.

Imprímase conjuntamente con el pliego de instrucciones.

LUIS RISO PATRON S.

INSTRUCCIONES PARA EL RECONOCIMIENTO TRIGONOMÉTRICO DESTINADO A UBICAR
LAS TRIANGULACIONES I BASES JEODÉSICAS

1. *Reconocimiento trigonométrico.*—Todas las operaciones ejecutadas en el terreno tendentes a la seleccion de los puntos mas apropiados para servir de vértices de una red trigonométrica, los estudios de ubicacion i desarrollo de las bases, asimismo los cálculos, esquemas, minutas, planos i proyectos, que tengan relacion con las operaciones citadas, se entenderán comprendidos bajo la denominacion jeneral de «reconocimiento trigonométrico» i como tal se clasificarán en el archivo de la oficina.

2. *Rendimiento.*—La persona designada como jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico hará la distribucion del personal a sus órdenes i tomará las disposiciones tendentes a obtener el mayor rendimiento posible en la temporada de trabajo, teniendo siempre presente que el reconocimiento debe ser completo i comprender todas las combinaciones ventajosas de triángulos, agotando los medios de investigacion, sin que, en ningun caso, puedan aceptarse soluciones que no hayan sido comprobadas de un modo enteramente satisfactorio.

3. *Presentacion a autoridades.*—Cada uno de los miembros del personal técnico se presentará en cada ciudad ante las autoridades administrativas, provisto de una carta de presentacion de la Direccion, i les hará conocer el objeto e importancia del trabajo, así como la rejion en que se llevará a cabo.

4. *Disposiciones administrativas.*—El jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico deberá imponerse de las obligaciones que fija el reglamento interno de la oficina, no pudiendo, en ningun caso, alegar ignorancia de las mismas por el hecho de existir instrucciones especiales para el reconocimiento.

5. *Literatura e itinerarios.*—El jefe de una comision de reconocimiento se impondrá, ántes de su partida, de la literatura jeográfica i topográfica mas importante que tenga relacion con la rejion que le ha sido asignada, debiendo proveerse, ademas, de la mejor cartografía i de los itinerarios de vapores i ferrocarriles.

6. *Instrumentos, útiles, etc.*—Toda comision de reconocimiento se proveerá de los instrumentos, útiles i libros siguientes:

Un teodolito de tránsito de 3 a 5 pulgadas de diámetro para los limbos, con brújula, trípode i accesorios completos para observaciones astronómicas, como ser: aparatos de iluminacion del retículo, ocular acodado, vidrios ahumados para las observaciones de sol i nivel sobre el brazo de los nonius del limbo vertical.

Un teodolito liviano de 3 a 4 pulgadas, cuyos limbos den el minuto sexagesimal.

Un sextante manual con lectura de un minuto sexagesimal.

Dos brújulas prismáticas, una de ellas adaptable a un trípode plegadizo o baston desarmable.

Dos heliotropos con trípode.

Un nivel pequeño de mano o un clinómetro.

Dos aneroides i termómetro de honda para tomar la temperatura del aire.

Un antejo de campaña.

Una cámara fotográfica, de a lo ménos de 13×18 cm.

Un alambre de 100 m con su carrete, manillas, termómetros i dinamómetros.

Una cinta de acero i una de jénero.

Un trasportador de 20 a 30 cm de diámetro, dividido, al ménos, en medios grados.

Una caja de compases i tiralíneas.

Un doble-décimetro, regla de 50 cm, escuadra pequeña, tintas varias i útiles de dibujo.

Cartera para perfiles i de anotaciones, tabla de logaritmos de cinco decimales i de líneas naturales i cuerdas, efeméride astronómica, tablas para la nivelacion barométrica, etc.

7. *Rejion boscosa.*—Para las rejiones boscosas se agregará a la dotacion corriente de herramientas i útiles necesarios a un viaje, las que se requieran para la corta de árboles i construccion de armazones de reconocimiento, cuerdas de $\frac{1}{2}$ i $\frac{3}{4}$ de pulgada, roldanas i 30 m de cable de alambre, utilizable en la construccion de un andarivel, clavos grandes de alambre (en ningun caso clavos cortados) i tarros pequeños de pintura roja i blanca con sus respectivas brochas, destinadas a las marcas sobre roca.

8. *Forma de la red i triángulos.*—La seleccion de puntos destinados a ser vértices jeodésicos deberá hacerse en forma de obtener una red continúa, sin dejar espacios libres limitados por polígonos, i constituida por triángulos que se acerquen en lo posible a la forma equilátera i que sus ángulos se encuentren siempre comprendidos entre los límites 30 i 120 grados. Se fijan con liciones especiales, en los párrafos respectivos para los puntos aislados o vértices constituyentes de una red de base.

9. *Puntos aislados.*—Para la fijacion de puntos aislados, como puede presentarse tratándose de islas o estaciones cerca de la costa i que significan el límite de la triangulacion en esa direccion, la mejor forma del triángulo es la del rectángulo isósceles, en que el vértice del ángulo recto corresponde al punto por fijar.

10. *Visuales rasantes.*—Ninguna visual correspondiente a un proyecto de triangulacion primaria o secundaria, podrá pasar a ménos de *dos metros* del suelo, edificios o bosque tupido, escepcion hecha de los muros constituyentes de la parte de la construccion sobre la cual se encuentra la estacion, como ser torres u otra clase de construccion semejantes; en el caso de grandes masas de agua, la visual deberá quedar en toda su longitud, a mas de *cinco metros* sobre la superficie.

11. *Trabajos futuros.*—El operador deberá tener presente, al seleccionar las estaciones, la posibilidad de trabajos futuros, especialmente hácia el oriente, procurando que mas tarde el enlace de ellos no presente dificultad.

12. *Condiciones de las estaciones.*—Los puntos escojidos para servir de estaciones jeodésicas, fuera de tener un buen horizonte i ser fáciles de relacionar a los demas, valiéndose de figuras sencillas, deberán presentar un acceso que no sea mui difícil i ofrecer facilidad para la construccion de una señal i para las operaciones que le siguen, verse desde las otras estaciones, tanto como sea posible, proyectados sobre el cielo i per-

mitir el establecimiento de señales definitivas de referencia, de suerte que se pueda en todo caso restablecer el punto.

13. *Longitud de los lados de 1.º orden.* — Se procurará mantener la longitud de los lados de primer orden dentro de los límites de *veinte i sesenta km*, salvo casos especiales, justificados por la configuración del terreno, justificación que deberá esponderse claramente en la memoria respectiva.

14. *Estaciones fuera de centro.* — Se evitará en lo posible las estaciones i señales fuera de centro, i, si el operador se ve obligado a ellas en el caso de una torre o parte culminante de un edificio, procurará, para los vértices principales de primer orden, reducir a dos el número de puntos de estacion del instrumento, proyectando armazones o consolas exteriores desde donde se domine el horizonte.

Si se trata de vértices suplementarios de primer orden o de vértices de segundo orden, se podrá proyectar la instalación del instrumento en las ventanas o sobre tableros o consolas especiales hácia el interior i aceptar tres, i aun cuatro puntos de estacion, si fuere necesario.

Siempre que el proyecto de triangulación comprenda una o varias instalaciones en torres, faros o partes culminantes de edificios, deberá solicitarse de los dueños, comunidades o autoridades de quienes dependa la construcción, un permiso escrito, debiendo esponérseles el tiempo aproximado durante el cual las instalaciones son necesarias i que nunca será menor de dos años.

Deberá agregarse, además, un presupuesto i croquis detallados de las instalaciones que se encuentren en el caso citado, tomando tambien en cuenta el costo de las reparaciones que sea necesario ejecutar mas tarde, para dejar todo en el estado primitivo.

15. *Anotaciones respecto a los puntos.* — En cada punto elejido como estacion o con probabilidades de serlo, el operador tomará las anotaciones referentes al nombre del punto o localidad, de la propiedad en donde se encuentra ubicada la estacion i del propietario, con indicacion del lugar donde puede dirijírsele correspondencia.

Ademas, a cada punto debe corresponder una monografía o *reseña de vértice*, que contenga, en forma clara i concisa, los siguientes datos:

- 1.º Provincia, departamento i subdelegacion en que se encuentra el punto;
- 2.º Medios i vias de que se podrá disponer para el acceso;
- 3.º Croquis elemental de ubicacion, con algunos datos ilustrativos i referencias, o bien una descripción sencilla i clara, sin dejar lugar a dudas o ambigüedades.

Respecto al mejor camino de acceso a la estacion, tiempo empleado, baquianos con sus emolumentos i domicilios, localidades mas cercanas apropiadas para campamento, aguadas, talajes, leña, ubicacion de vados de rios, situacion de marcos especiales indicando la entrada de senderos, picadas o macheteaduras en bosque, etc., las anotaciones serán tan detalladas como sea posible i en forma de evitar toda ambigüedad al personal encargado de las operaciones que siguen al reconocimiento.

16. *Demarcacion de los puntos.* — Los puntos serán demarcados en el terreno por medio de fuertes estacas o montones de piedras, a los cuales se agrega algunos objetos

sin valor, como ser latas vacías de conservas o botellas quebradas, con el objeto de facilitar la identificación.

Si el terreno es de roca o se encuentran piedras firmes a ménos de cincuenta metros del punto elegido como estacion, la demarcacion podrá consistir en una señal hecha con pintura roja o blanca, i en forma de cruz de malta, de 20 a 30 cm, llevando, ademas, las iniciales P. T. (punto trigonométrico) i, en el caso que la marca no corresponda exactamente al punto de ubicacion de la futura señal jeodésica, se agregará en la reseña de vértice los elementos lineales o angulares que a él la relacionen, acompañando, tambien, un croquis orientado por el meridiano magnético.

17. *Ejecucion de las estaciones.* — En las estaciones que se efectúen en puntos donde no hai bosque, deberá hacerse un perfil completo del horizonte, dibujado con el auxilio de los rumbos magnéticos que corresponden a los puntos mas importantes.

El teodolito de reconocimiento se orientará primeramente por la brújula declinatoria i con el círculo a la izquierda, para efectuar así un jiro de horizonte de izquierda a derecha, visando especialmente los puntos mas conspícuos i todos aquellos que puedan tener interes para las triangulaciones de diversos órdenes, entre éstos: cumbres de cerros, torres, faros etc., leyendo cada vez un solo nonius de los limbos horizontal i vertical del instrumento.

Se visará, ademas, aquellos puntos netos, como ser, árboles o rocas características i de ubicacion aislada, que puedan ser de utilidad para futuras fijaciones por reseccion i las puntillas de cordones de cerros en donde termina la posibilidad de colocar estaciones elevadas. Siempre que ello no signifique la ejecucion de nuevas estaciones con el teodolito, se visará tambien algun punto de las ciudades o pueblos importantes i las estaciones de ferrocarril.

Concluido el primer jiro de horizonte, se le repetirá de derecha a izquierda, con el círculo del teodolito a la derecha, habiendo alterado la orientacion próximamente en un cuadrante i visando nuevamente los mismos puntos.

18. *Abras o portezuelos.* — Siempre que el horizonte de una estacion se encuentre limitado por cordones o cumbres i se vean otras a traves de sus abras o portezuelos, se tendrá particular cuidado de dibujar un perfil especial de esa parte i a mayor escala que la del perfil jeneral, debiendo visar en ámbas posiciones del instrumento, i en la forma prescrita, todos los puntos notables i visibles, pues, frecuentemente, el operador encontrará soluciones convenientes aprovechando las cumbres que se ven al traves de depresiones del terreno.

19. *Cumbres especiales.* — Si una cumbre presentase mas de un punto conspícuo, el operador hará un pequeño perfil de cómo la ve en el anteojo e indicará en él, por medio de una flecha, el punto visado.

20. *Imposibilidad de jiros completos.* — En caso que el mal tiempo o falta de transparencia de la atmósfera hagan temer la imposibilidad de tomar algunas de las visuales mas importantes, el operador queda facultado para alterar el programa fijado en el párrafo (17) i visar los puntos a medida que ellos se presenten en condiciones favorables, prescindiendo, ademas, de las visuales correspondientes a detalles.

De igual autorizacion a la espuesta podrá hacerse uso en el caso de estaciones difíciles i en las cuales el operador se vea obligado al empleo del sextante.

21. *Estaciones boscosas.*—Tratándose de una estacion que ha sido fijada ya en forma segura desde otras tres o mas i la cumbre se encuentre cubierta de bosque, difícil de desmontar sin atraso considerable en el trabajo, el operador queda facultado para limitarse a la simple comprobacion de la intervisibilidad de los puntos en la forma que estime mas segura, pero deberá agregar, al ménos, los rumbos magnéticos, que obtenga, ya sea escalando los árboles o tomándolos desde puntos de alrededor de la cumbre i bastante cercanos a ella, debiendo entenderse que el operador podrá apelar a este sistema sólo como último recurso.

22. *Intervisibilidad de los puntos.*—El operador debe cerciorarse plenamente de la intervisibilidad entre los puntos extremos de cada lado de la red i, si existiese la menor duda, empleará el heliotropo o señales nocturnas.

Cuando el obstáculo que impide la intervisibilidad lo constituye el bosque, i que no sea posible demostrarlo por el momento, debe estudiarse, si una vez efectuado dicho desmonte no habrá otro impedimento debido a la configuracion misma del terreno, lo que puede hacerse por medio de una triangulacion combinada con nivelacion trigonométrica, con el objeto de fijar la posicion relativa, en proyeccion i altura, de los puntos prominentes que se encuentran en la alineacion, cerciorándose que ellos no obstaculizan la intervisibilidad.

Deberá tenerse en cuenta, en estos estudios, el efecto de la curvatura i refraccion, fuera de la altura mínima de 2 m de las visuales sobre el terreno, fijada en el párrafo (10).

23. *Altura del instrumento sobre el suelo.*—Para juzgar la intervisibilidad de las estaciones, se tendrá presente, que en los puntos en donde exista agua i piedra en las cercanías, el universal jeodésico deberá quedar colocado con su eje horizontal, próximamente, a 2 m sobre el suelo, pudiendo reducirse hasta 1.40 cm en las cumbres agudas con poco terreno adyacente capaz de irradiar calor i en donde, ademas, el material de construccion o el agua fueren escasos.

24. *Altura de pirámides.*—En las estaciones en donde sea necesario elevar el instrumento o heliotropo sobre el terreno, valiéndose de pirámides u otra clase de construcciones, se procurará no sobrepasar quince metros como elevacion del primero i se fija la altura máxima de veinticinco metros para el segundo.

Se tratará de obtener la intervisibilidad en buenas condiciones, elevando de preferencia el heliotropo, cuya instalacion exige menor estabilidad i, por tanto, construcciones mas económicas.

25. *Datos sobre pirámides.*—A cada construccion de altura fuera de lo normal corresponderá un proyecto especial detallado i ceñido estrictamente a las prescripciones de las instrucciones para la construccion de señales. La altura de las pirámides deberá fijarse siempre en forma experimental, ya sea valiéndose de escalas o de armazones de reconocimiento o, por fin, subiendo a los árboles.

26. *Desmonte de bosque.*—En el caso que para obtener la intervisibilidad de dos

puntos en condiciones favorables, sea necesario desmontar bosque en una estension de consideracion i por ello deba pagarse indemnizacion, el operador hará primeramente un pequeño contrato por escrito i en el cual se estipule claramente el monto de ella i forma de pago, o que se declare que el propietario renuncia a la citada indemnizacion.

27. *Sendas en bosque.* — Las sendas en bosque correspondientes a las visuales de la triangulacion de primer orden, para las cuales se proyecte pirámides como punto de mira, deberán tener de doce a quince metros de ancho, pudiendo reducirse a diez metros para el caso del empleo de heliotropos, siendo ocho metros el ancho mínimo fijado para la sendas correspondientes a las visuales de la triangulacion de segundo orden.

En el caso de proyectarse el empleo de pirámides como señales, las que podrán emplearse sólo a veces en las triangulacion primaria, pero siempre en la secundaria, se prolongarán las sendas hacia el lado opuesto, en una extension suficiente que permita obtener la proyeccion de la señal sobre el cielo, si ello es posible, o, al ménos, que en la mayor parte del día sea ella bien alumbrada.

28. *Trasmision de órdenes.* — Para la trasmision de órdenes, durante el reconocimiento, el personal podrá emplear la clave destinada al uso del heliotropo o luz artificial, agregada a las instrucciones especiales para la medicion de ángulos.

29. *Condiciones de los vértices de segundo orden.* — Fuera de las condiciones generales fijadas para los vértices de la red primaria en cuanto al buen horizonte, forma de triángulos, acceso a la estacion etc, el operador elejirá i relacionará los vértices de segundo orden, teniendo en vista que en ellos sólo muy escepcionalmente se empleará el heliotropo i que, por tanto, deberá disponerse siempre de una buena proyeccion de las señales.

30. *Longitud de los lados de segundo orden i ubicacion de los vértices.* — La longitud de los lados de la red de segundo orden deberá estar comprendida entre los límites de diez i veinte kilómetros, siendo la mejor ubicacion para los vértices la cercana al centro de un triángulo primario.

Si el desarrollo de la red primaria es escepcionalmente grande no será posible, con la ubicacion citada, mantenerse dentro de los límites impuestos. En este caso se proyectará una serie de vértices primarios suplementarios, intervisibles con, a lo ménos, tres vértices principales de primer orden, aunque los vértices suplementarios no lo sean entre sí, lo que es, sin embargo, mas ventajoso. Los triángulos de segundo orden se apoyan, entónces, sobre estos vértices primarios, pero sin descender del límite inferior de diez kilómetros para la longitud de los lados.

31. *Altura del instrumento en los vértices de segundo orden* — En los vértices de segundo orden, en cuyas cercanías exista agua i materiales de construccion, deberá tenerse en cuenta la altura de un metro cincuenta, sobre el suelo, para el eje horizontal del universal jeodésico, pudiendo descenderse a un metro treinta en las cumbres conspícuas.

32. *Materiales disponibles.* — Al hacer las anotaciones respecto a los materiales disponibles de construccion, se tendrá presente, que ninguna señal de carácter definitivo podrá hacerse de ladrillos, a causa de su poca resistencia a la intemperie.

33. *Condiciones para las bases i su emplazamiento.* — Deberá reconocerse las distintas localidades en terreno parejo o ligeramente ondulado, que permitan la medida de

bases de mas de cuatro km de estension, sin que, para obtenerla, sea necesario construir señales de mas diez metros de altura.

Se evitará en lo posible el emplazamiento de bases en las vias férreas, a causa de los entorpecimientos que ocasiona el tráfico en la medida i las dificultades de estacionarse en buenas condiciones en los extremos o cerca de ellos.

En el caso de tener que medir una base en una línea férrea, se elejirá un trozo recto entre dos curvas, ubicando las estaciones de los extremos fuera de la via, pero midiendo la mayor parte de la base sobre ella.

Se medirá aproximadamente, por medio de un alambre de acero de cien metros de largo, una base para cada trozo de red, seleccionándolas de modo que no disten entre sí ménos de doscientos km ni mas de trescientos cincuenta, dando preferencia a las de mas fácil medida i de mas sencilla coneccion con un lado de primer orden, sin que la red de ampliacion tenga un exceso de diagonales.

Para las redes de ampliacion de base, se tendrá presente, que la mejor forma de triángulo es el isósceles con un valor de treinta i tres grados i medio para el ángulo opuesto al largo por traspasar, puesto que ella es la que permite la mayor ampliacion con el mínimun de estaciones, dentro de cierta exactitud. Se procurará evitar los simples trasposos o rotaciones de un lado sin ganar en lonjitud.

34. Estaciones astronómicas. — Para cada trozo de red se hará el estudio de la ubicacion de varias estaciones astronómicas i, durante el reconocimiento, se determinará, para cada uno de ellos, el azimut de un lado de primer orden i la latitud en una de esas estaciones, con medio minuto de aproximacion.

Para la seleccion de las estaciones astronómicas se tendrá en vista:

- 1.º Que haya posibilidad de relacionar el punto directamente a los vértices primarios o a los de una red de base;
- 2.º Que exista oficina o línea telegráfica del Estado a ménos de quinientos metros de ella;
- 3.º Que se encuentre terreno firme donde sea posible edificar un sólido pilar de observaciones;
- 4.º La facilidad de alojamiento o campamento o ménos de un km;
- 5.º La ubicacion lejana al tráfico de vehículos i no mui próxima a paseos públicos, debiendo evitarse, ademas, las cercanías de fábricas con grandes maquinarias i la de cascadas. Ademas, se procurará alejarse de aquellos lugares en donde es frecuente el humo o aire calentado, debido a la presencia de grandes chimeneas u hornos;
- 6.º Buena visibilidad del cielo hácia el norte i sur, al ménos para alturas mayores que veinte grados, en un sitio ventilado i donde no existan edificios con muros elevados, situados a ménos de cinco metros del plano meridiano.

Tendrá preferencia entre los diversos puntos igualmente favorables, aquel que permita la instalacion de una mira meridiana hácia el norte o sur i a una distancia no menor que un km ni mayor que diez, i en mejores condiciones.

35. Elaboracion de una minuta en campaña. — El jefe de una comision de reco-

nocimiento elaborará, o hará elaborar en campaña por sus ayudantes, una minuta gráfica a la escala de 1 por 250 000, de los trabajos ejecutados.

36. Memoria.— A cada trozo de red comprendido entre dos bases corresponderá una memoria detallada i un dibujo, en el cual las triangulaciones en proyecto se marcarán con tinta de China i clasificarán sus triángulos de diversos órdenes, empleando líneas gruesas (0,6 a 0,7 mm) para los de primer orden, líneas delgadas (0,2 a 0,3 mm) para los de segundo orden i líneas de trazos para las redes de base, debiendo marcarse las bases por medio de una línea gruesa (1,0 mm) anotando en números su largo aproximado, en metros enteros.

La memoria que se acompañará al dibujo contendrá un anexo con la enunciaci3n de los vértices de las redes i comprendiendo, ademias, la descripci3n de cada punto, motivos de preferencia que se ha tenido en vista al seleccionarlo, medios i materiales de que se podrá disponer para la construcci3n de señales, ubicaci3n de referencias i marcas especiales, así como la situaci3n i distancia aproximada en que se encuentra la piedra de construcci3n de buena calidad, arena, madera i agua dulce.

Se agregará, ademias, todos los datos que se refieran al trabajo de la futura triangulaci3n, como ser: enumeraci3n de las visuales que parten de allí, con su azimut astronómico aproximado i espresado en grados enteros, medios de comunicaci3n para transmitir órdenes a los ayudantes i heliotropistas, indicando para ello la ubicaci3n de la oficina telegráfica, estafeta u oficina de correos i estaci3n de ferrocarriles de que convendrá servirse.

A la memoria correspondiente a cada trozo se agregará un croquis de la base proyectada, a la escala de $1 \times 10\,000$ o $1 \times 25\,000$, indicando su ubicaci3n aproximada i los obstáculos que hubiere para la medida, ademias de las indicaciones sobre la manera en que podrán subsanarse, nombres de los propietarios del terreno, etc.: tambien se indicará la mejor ubicaci3n para un comprador de 100 m de longitud, escojiendo la parte mas plana de la base i ménos espuesta a alteraciones, ya sean provenientes del tráfico ó inundaciones.

37. Reconocimiento de los vértices de tercer orden i puntos de cuarto orden.— El reconocimiento para la selecci3n de las estaci3nes de tercer orden i de los puntos de cuarto orden se efectuará con el auxilio de una plancheta, sobre cuyo tablero se monta una hoja de papel que lleva demarcados, a la escala de $1 \times 50\,000$ a $1 \times 100\,000$, los vértices de primero i segundo orden i los contornos de las hojas.

El operador comenzará por estacionarse en los vértices marcados en el papel i, orientándose por ellos, trazará las visuales a los puntos mas conspicuos, prolongándolas hasta el márgen, para anotar allí, ya sea la designaci3n del punto o número de identificaci3n que se corresponda con el de los croquis o perfiles.

38. Número de puntos trigonométricos.— Se seleccionará los vértices de tercer orden entre los que presenten mayores facilidades para hacer estaci3n en ellos, de modo que los lados de los triángulos se encuentren comprendidos entre 3 i 5 km, i que el número de los vértices sea tal que, en conjunto con los de orden superior se tenga, en promedio, un vértice trigonométrico por cada 10 a 15 km².

Se distribuirá, además, los vértices de tercer orden, de suerte que exista, al ménos, uno cerca de cada ángulo de las hojas topográficas i otro cercano al centro, pudiendo ser los primeros comunes a las hojas adyacentes siempre que caigan dentro del márgen.

39. *Demarcacion de las estaciones de tercer orden.* — La demarcacion de las estaciones de tercer orden, durante el reconocimiento se hará por medio de una estaca acompañada de un monton de piedras, cuando los haya en la vecindad, o bien, de una marca con pintura; a los puntos de cuarto orden corresponderá un pequeño dibujo, indicando en él qué punto debe visarse en azimut i altura, debiendo corresponder a esta clase de puntos, a lo ménos, tres visuales.

40. *Direccion del jefe; memoria mensual.* — El jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico tendrá al corriente a la Direccion sobre la forma en que sea necesario trasmitirle las instrucciones, ya sea por correo o telégrafo, debiendo además informarle mensualmente, con la debida oportunidad i en forma breve, sobre el estado de los trabajos de la comision a su cargo i principales operaciones ejecutadas.

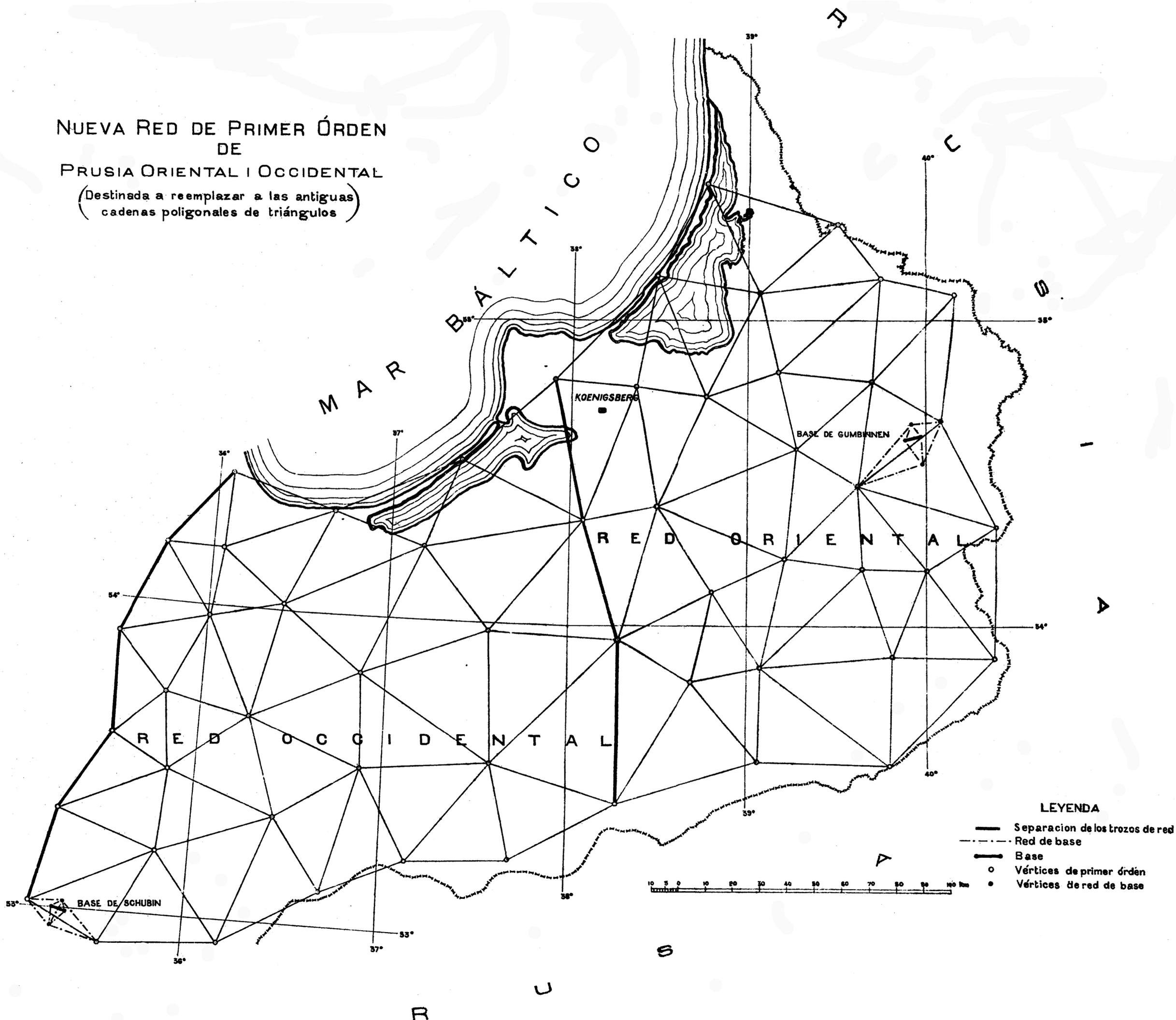
41. *Dudas sobre interpretacion.* — Cualquier duda sobre la interpretacion de las presentes instrucciones deberá ser puesta en conocimiento del Director i, si se tratase de dificultades de aplicacion a un caso no previsto en ellas, se acompañarán todos los justificativos correspondientes.

Santiago, julio de 1907.

LUIS RISO PATRON S.
Director.



NUEVA RED DE PRIMER ÓRDEN
DE
PRUSIA ORIENTAL I OCCIDENTAL
(Destinada a reemplazar a las antiguas
cadenas poligonales de triángulos)



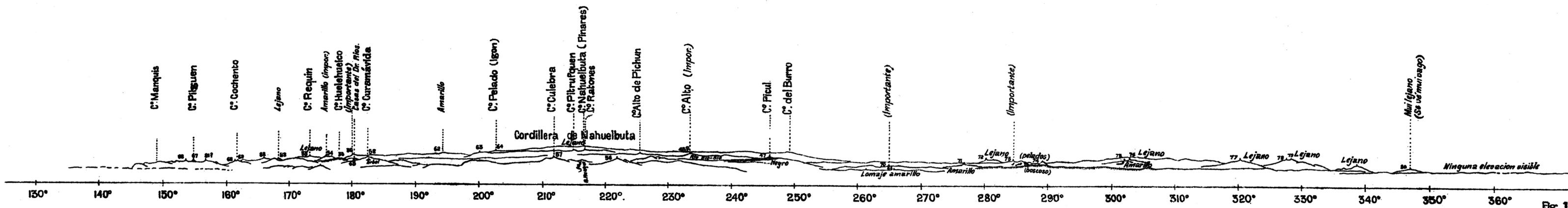
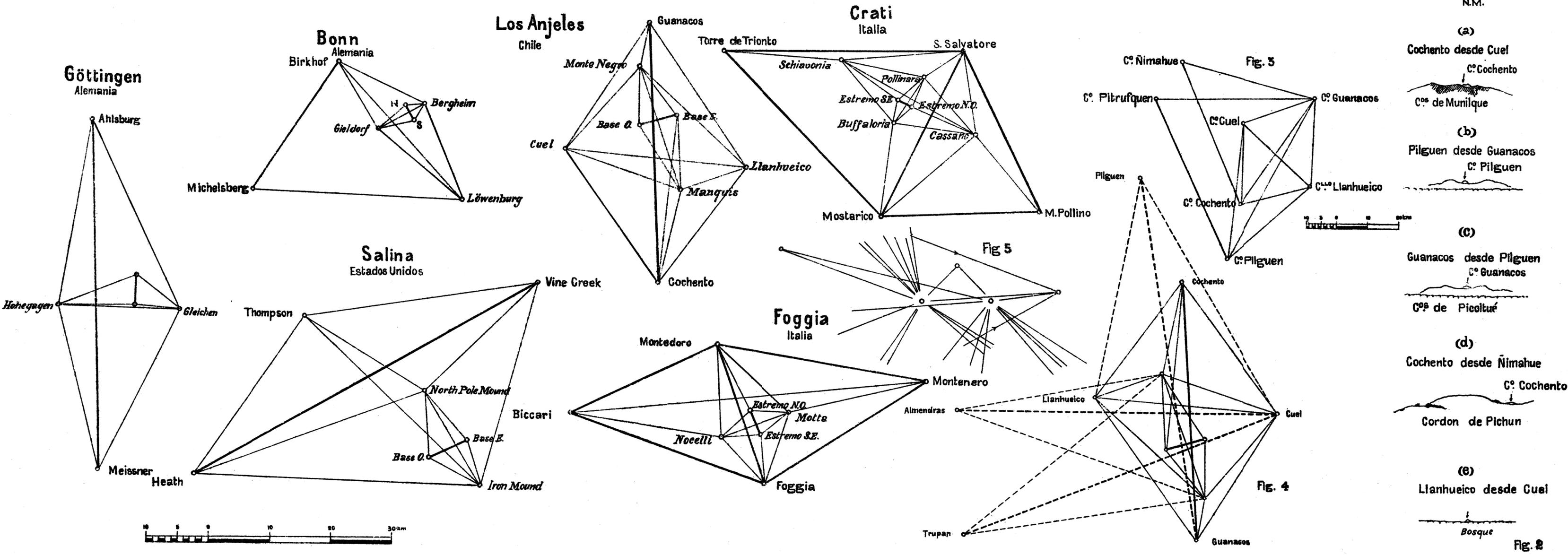


Fig. 1
N.M.



- (a) Cochento desde Cuel
C° Cochento
- (b) Pilquen desde Guanacos
C° Pilquen
- (c) Guanacos desde Pilquen
C° Guanacos
- (d) Cochento desde Nimahue
C° Cochento
- (e) Llanhueico desde Cuel
Bosque

Fig. 2