

# EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR<sup>1</sup>

SUS RELACIONES CON LA GEODESIA MUNDIAL Y CON LA CARTOGRAFIA NACIONAL. — SU ORGANIZACION Y SU OBRA.

JOSE IGNACIO RUIZ

*Importancia de las operaciones geodésicas. Trascendencia de algunos errores cometidos.*—Ciertamente, como ya se ha dicho, el hombre es la medida de todas las cosas. Y el globo que habitamos, como consecuencia, es el patrón obligado para apreciar la magnitud del Cosmos.

Por ello el hombre se afana desde la más remota antigüedad por encontrar a la Tierra una justa medida y un exacto peso (\*). Y precisamente en estos momentos, astrónomos y geodestas, geofísicos y meteorólogos, de todo el mundo, se reúnen bajo el patrocinio de la COMISION DEL AÑO GEOFISICO INTERNACIONAL para hacer un nuevo y poderoso esfuerzo colectivo con el fin —entre otros— de perfeccionar las medidas de nuestro planeta y precisar mejor algunas irregularidades de su movimiento diurno. Así, por ejemplo, la imprecisión con que se conocen actualmente las distancias entre continentes es del orden de 100 metros. Se pretende reducirla a la tercera parte utilizando la Luna, nuestra vecina, como punto de triangulación, mediante una nueva técnica. (Fotografías de la Luna y de sus estrellas acompañantes, desde diversos observatorios).

Tan trascendental es la medida de nuestra propia casa que los errores o aciertos cometidos en dicha operación han llegado a influir en el desarrollo mismo de la historia. Recordemos algunos hechos notables a este respecto:

Eratóstenes, el bibliotecario y astrónomo de Alejandría, dos siglos antes de J. C., por medios sencillos encontró, quizá casualmente, una longitud del radio terrestre muy próxima a la realidad. Sin embargo, este valor no hizo fortuna, y las consecuencias de ello han sido importantes. Posidonio, un siglo después, repitió la medida y obtuvo sólo 29.000 kilómetros como longitud de un círculo máximo de la esfera. Pues bien, este último valor, notablemente inferior a la realidad, fue el adoptado por Claudio Tolomeo en su *Almagesto*. (Siglo II nuestra Era). Y así pasó de generación en generación, durante catorce siglos, como dogma geográfico, hasta llegar al siglo XV. Todos los biógrafos de Colón están de acuerdo en que el futuro Almirante de la Mar Océana peregrinó de reino en reino,

sin otro equipaje que sus erróneos mapas y su fé en el buen éxito de la empresa. Empresa considerada como temeraria por la mayoría de sus contemporáneos, a pesar del notable acortamiento de la distancia entre Europa y las Indias que mostraban los documentos cartográficos.

Al conocer o intuir Colón la escalofriante longitud de la ruta por esa Mar Océana hasta la India, sin escala en el ignorado continente, se hubiera atrevido? La respuesta es NO. Debe recordarse que aún el vecino MARE TENEBROSUM inspiraba terror a los más valientes navegantes de la época. Se relataban fantásticas leyendas de monstruos marinos y de olas hirvientes en las ignotas aguas. Monstruos y olas que se tragaban las modestas y frágiles naos, buenas tan sólo para surcar el minúsculo y hogareño Mediterráneo.

He aquí, pues, cómo un error de medida torció el rumbo de la historia. Quizá los europeos sólo se hubieran atrevido a emprender la peligrosa aventura a principios del siglo pasado, cuando se aplicó el vapor a la navegación. La imaginación tiene un campo vastísimo para suponer lo que sería hoy el Mundo y nuestro continente (¿en qué idioma lo hubieran bautizado?) recién descubierto... Quizá estaría éste en plena conquista y colonización.

\* \* \*

Newton conoció, en 1682, el valor encontrado por Juan Picard, en Francia, para el diámetro de la Tierra, como resultado de la medida de un arco sobre la meridiana de París. El sabio inglés había planteado la ley de la gravitación universal veinte años atrás. Empero al querer probar que la fuerza que retiene a la luna en su órbita no es otra que la atracción terrestre, ejercida según dicha ley, el resultado no fue satisfactorio, debido a un conocimiento imperfecto del valor de la longitud del radio de nuestro planeta. Y guardó sus papeles cuatro (4) lustros. Al conocer el nuevo dato hallado por el geodesta francés volvió a efectuar la prueba, esta vez con una concordancia perfecta. (Dicen sus biógrafos que fue tal la emoción que sufrió un fuerte desmayo).

Si Picard no efectúa su medida y Newton archiva sus papeles, ¿qué rumbo hubiera tomado la ciencia?

\* \* \*

Se comprende, pues, cuán importante es conocer la figura exacta de la Tierra. Figura acerca de la

<sup>1</sup> Antiguo Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi".

(\*) Cavendish, el notable físico y químico inglés, determinó a fines de siglo XVIII la densidad media de la Tierra. Base para pesar los demás astros.

cual se ha escrito y filosofado mucho. En la época de Aristóteles ya se imaginaban las gentes que debía ser esférica. El gran filósofo defendió esta idea. Newton, Huygens, Clairaut, sentaron las bases de los estudios matemáticos. De éstos se derivan formas elipsoidales de dos ejes, de tres ejes, y aún más complicadas, como las de algunas frutas. Ya antes se había pensado en ello. Y aún se la comparaba con un seno femenino. Recuérdese que Colón, al llegar a tierra firme, en 1498, cerca de la desembocadura del Orinoco (en su tercer viaje), creyendo haber llegado al Paraíso Terrenal, que él buscaba afanosamente, dice:

“Me afirmo que el mundo no es esférico, salvo que es de la forma de una pera que sea toda muy redonda... Lo más alto está allí donde caen Las Indias y la mar oceana... Y bien que el parecer de Aristóteles fuese que el polo antártico sea la parte más alta del mundo, la más próxima al cielo y, por lo tanto, la más noble, otros sabios lo impugnan, diciendo que es el polo ártico. Más no cayeron en que se halla, como he dicho, debajo del Ecuador. Nadie había pensado hasta ahora en ello, y no es maravilla. Y ahora que Vuestras Altezas han mandado navegar y descubrir el mundo, se muestra evidéntísimo... Creo que el paraíso está en un lugar donde no puede llegar nadie, salvo por voluntad divina. Tiene la forma de una montaña áspera y se parece al cabo de una pera o al pezón de una teta de mujer, y poco a poco andando hacia allí desde muy lejos se va subiendo a él. Grandes indicios son éstos del paraíso terrenal, porque el sitio es conforme a la opinión de estos santos y sanos teólogos”.

El hecho de que las aguas dulces del Orinoco anduvieran sin mezcla por muchas leguas dentro del mar, lo atribuye precisamente a que ese río sagrado descendía del Edén...

*Primeras medidas serias. Elipsoide alargado o achatado?*—Un siglo largo después de descubierta la América, en 1615, el holandés Snellius ideó el sistema de triangulación para medir una distancia grande sobre la superficie de la tierra. Posteriormente, y ya perfeccionados los instrumentos para determinar distancias y ángulos, pudo medir el citado Picard, en 1670, un arco de meridiano. Operación decisiva para el avance de la ciencia, como se manifestó atrás.

La cadena de Picard, prolongada hacia el Norte y hacia el Sur, al ser comparada con latitudes determinadas defectuosamente, sirvió de base a Cassini para suponer que, en contra de la teoría de Newton, la tierra era alargada en el sentido del eje de rotación. Y aquí encontramos otro ejemplo de la trascendencia del error de una medida! La Academia de Ciencias de París, para zanjar la controversia, decidió patrocinar dos expediciones geodésicas simultáneas, la una a Laponia y la otra a la zona ecuatorial de la América.

Así vino hasta el Ecuador y Perú la célebre Expedición Geodésica, “la más importante comisión científica del siglo XVIII”, según el autorizado concepto de Caldas. Esta expedición, fecunda en resultados para la cultura universal, se desarrolló de 1735 a 1744. Entre los comisionados vino La Condamine, que exploró el Amazonas con ojos de naturalista, descubrió el caucho y propagó el uso de la quina en Europa.

El arco medido por Bouguer y La Condamine, de tres grados de longitud, además de haber decidido la disputa a favor de Newton, sirvió para los cálculos de la base del sistema métrico decimal, establecido en la época de Napoleón.

*Recientes operaciones geodésicas. El Gran Arco de las Américas.*—Durante el siglo XIX y lo que va corrido del presente siglo se han hecho, en todo el mundo, numerosas medidas tanto de arcos de meridiano como de paralelo. A principios del siglo se volvió a medir, también bajo el patrocinio de la Academia de Ciencias de París, un arco de meridiano de 6° de amplitud en las repúblicas latinoamericanas del Ecuador y Perú. Ciertamente, los trabajos fundamentales de la Geodesia, en el presente siglo, han sido llevados a cabo en el Nuevo Continente. Así, en la Asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, celebrada en Madrid, en 1924, se adoptó por unanimidad como Elipsoide Internacional el determinado por el sabio geodesta norteamericano John F. Hayford, con base en recientes trabajos geodésicos efectuados en los Estados Unidos de Norte América. Actualmente, y bajo los auspicios del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, organismo especializado de la OEA, se está midiendo por el Servicio Geodésico Interamericano, con la colaboración de todas las naciones americanas, el arco geodésico más largo del mundo. Esta triangulación abarca prácticamente todo el continente americano, sin solución de continuidad. El punto astronómico fundamental escogido en Meades Ranch (Kansas, E.U.A.), ha servido de apoyo a las redes de la parte Norte del Continente. El origen provisional para la América del Sur se convino en establecerlo, después de larga investigación, en La Canoa, al oriente de Venezuela. El definitivo para todo el continente (Punto Dato Americano) será seleccionado próximamente. La escogencia de una estación de esta naturaleza, donde se suponen tangentes el elipsoide y el geoide, implica una investigación detallada y conjunta de orden astronómico, geodésico y gravimétrico, en la vecindad del punto estudiado. Estamos, pues, en vísperas de que América vuelva a imponerle al mundo científico un nuevo elipsoide internacional, obtenido con mejores y más numerosos elementos de juicio que el de Hayford.

Este hecho, además de constituir una proeza científica, es un ejemplo de cooperación intelectual que

el joven continente le da al viejo, donde aún no han logrado, en este ramo, la homogeneidad y unificación necesarias.

*Antecedentes del Instituto Geográfico en la cartografía nacional.*—Nuestra verdadera cartografía arranca de la Real Expedición Botánica (1783-1808), presidida por Mutis. Caldas, prócer y sabio, ilustre miembro de ella, verificó numerosas observaciones astronómicas, croquis topográficos y determinó centenares de alturas con un aparato de su propia invención: el hipsómetro. Esta documentación fue aprovechada años más tarde por don José Manuel Restrepo (1827) y por el coronel Joaquín Acosta (1847), en sus mapas generales de la Nueva Granada.

La Comisión Corográfica (1850-1859), dirigida por el coronel de Ingenieros Agustín Codazzi (más tarde General), constituye la primera comisión oficial, organizada especialmente para el levantamiento sistemático del mapa general de nuestro territorio. Esta Comisión fue creada desde 1839 por el Congreso de la Nueva Granada, pero sólo comenzó a actuar en 1850. Codazzi trabajó infatigablemente, durante diez años, hasta su muerte acaecida en plena selva en 1859, cuando se disponía a estudiar en detalle los accidentes de la Serranía de Perijá.

Con fundamento en el material técnico acopiado por Codazzi, sus colaboradores y discípulos (Manuel Ponce de León y Manuel María Paz) publicaron en 1864 una carta general del país y las de los Estados que formaban la República. Más tarde, en 1883, el doctor Felipe Pérez publicó en varios volúmenes, el texto descriptivo del territorio, de acuerdo con las observaciones de viaje de los miembros de la citada Comisión Corográfica.

En 1889 se publicó en París el "Atlas geográfico histórico de la República de Colombia, con arreglo a los trabajos de Agustín Codazzi". El dibujo fue ejecutado por Manuel María Paz, y el texto explicativo fue redactado por Felipe Pérez. La obra de la Comisión Corográfica merece el más fervoroso agradecimiento de las presentes generaciones. Aún quedan regiones de la patria de donde sólo conocemos lo que el experto, abnegado y valeroso Codazzi nos transmitió en sus croquis.

La Oficina de Longitudes fundada en 1902, funcionó intensamente entre 1910 y 1925. La labor primordial consistió en la determinación de las coordenadas geográficas aproximadas de gran parte de las poblaciones y de numerosos sitios de importancia geográfica. Igualmente se ocupó de la dirección técnica del trazado de las líneas fronterizas de la República, en acuerdo con los países vecinos. Con base en estos datos la Oficina construyó mapas de los Departamentos a escala de 1:500.000. De la carta general del país publicó tres ediciones: la primera, dedicada a la instrucción pública, a escala

de un millonésimo; y las otras dos a escala de 1:2.000.000 (uno sobre dos millones). Estos mapas han prestado al país buenos servicios. El Instituto Geográfico los ha utilizado como base de sus trabajos de exploración geodésica y para proyectar sus vuelos fotogramétricos. Fueron sus ilustres miembros los ingenieros Julio Garzón Nieto, Justino Garavito, Eugenio Ucrós, Melitón Escobar Larrazábal, Tomás Aparicio (ya fallecidos) y Belisario Ruiz Wilches, Darío Roza y Daniel Ortega Ricaurte.

EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR.—Se fundó en 1935, por iniciativa del profesor Belisario Ruiz Wilches (actual Director del Observatorio Astronómico Nacional), como dependencia del Ministerio de Guerra. Su objetivo primordial es efectuar el levantamiento de la carta topográfica, acotada, del país por el moderno procedimiento aerofotogramétrico, con apoyo en una red de triangulaciones geodésicas de la más alta precisión. El prodigioso avance de las ciencias físicas en el presente siglo y el advenimiento de la aviación han hecho posible el mencionado maravilloso método, por medio del cual se transporta el terreno, con todos sus detalles, al laboratorio, donde es observado y medido, con minuciosidad, sin afán y lejos de las inclemencias del tiempo. Por este sistema se obtiene la representación de la superficie terrestre no sólo con precisión muy superior a la de los antiguos métodos, sino con una riqueza de detalles jamás imaginada. Las simples fotografías aéreas observadas con un estereoscopio de bolsillo son un poderoso auxiliar para el geólogo o el arqueólogo. Esto ha dado nacimiento a una nueva ciencia: la fotogeología.

El levantamiento del plano de nuestro territorio por los métodos usados en el primer tercio de este siglo hubiera requerido —disponiendo de inmenso personal de técnicos—, un lapso no inferior a trescientos (300) años. Por el nuevo procedimiento, en cambio, será posible en el curso de dos (2) o tres (3) lustros más, obtener la planimetría y el relieve del suelo patrio con satisfactoria exactitud.

En los planos que estamos publicando a escala de 1:25.000, un kilómetro cuadrado de terreno está contenido en dieciséis (16) centímetros cuadrados. El relieve del terreno se representa por curvas de nivel, distanciadas verticalmente de 25 en 25 metros. (Para trabajos especiales y por solicitud de algunas dependencias del Estado se han ejecutado cartas a escalas mayores con curvas de nivel de muy poca separación). Tales planos sirven para anteproyectar vías de comunicación (carreteras y ferrocarriles) sin necesidad de enviar costosas comisiones al terreno; para estudiar embalses que regularicen el caudal de los ríos e irriguen zonas secas; para prospectar las electrificaciones rurales y urbanas; para la investigación de las riquezas contenidas en nuestra corteza terrestre o pegadas en

su superficie; para la conservación de los suelos; para levantar el censo de nuestra riqueza inmueble, o sea el catastro etc., etc. Esto en labores de paz. Ahora bien, desde el punto de vista militar, un buen mapa suministra, en forma instantánea y clara mejor información que varios volúmenes descriptivos. Es hoy, pues, instrumento de guerra tan importante, o más, que los tradicionales cañones y fusiles. Hasta el punto de que no se concibe sin mapa el planeamiento de una operación militar estratégica o táctica.

El Instituto es responsable, asimismo, de las investigaciones geomagnéticas. El centro de estos estudios es el Observatorio Geomagnético, recientemente establecido en una isla del lago de Fúquene.

La Sección de suelos del Instituto, atendida por ingenieros agrónomos especializados, se ocupa del análisis y de la clasificación de los suelos del país, desde el punto de vista de la producción agrícola. Con tales estudios se persigue la utilización racional de nuestros fundos cultivables, hoy muy mal aprovechados. Los mapas agrológicos del Instituto servirán de orientación técnica a la agricultura y a la ganadería, como también a las campañas de reforestación e irrigación.

Para el cumplimiento de los fines expresados, el Instituto cuenta con aviones propios y con un moderno equipo de instrumental aerofotogramétrico de campo y de gabinete. También dispone de aparatos geodésicos, astronómicos, geomagnéticos de la más alta precisión.

Entre 1940 y el 30 de abril de 1956 el Instituto estuvo adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público. En esta fecha regresó al Ministerio de Guerra. En toda época el Instituto ha gozado del más firme apoyo y eficaz colaboración (en personal y equipo) de las Fuerzas Armadas de la República. (Estado Mayor General, Fuerza Aérea etc.). En los últimos tres años la Subdirección ha estado a cargo de un distinguido y alto oficial ingeniero.

El Instituto consta de las siguientes secciones técnicas: Geodesia y Astronomía, Geofísica, Fotogrametría, Cartografía y Estudios Agrológicos y Catastrales. Explicaremos en seguida, brevemente, las funciones de cada una de ellas, y haremos un resumen de la labor ejecutada.

a) GEODESIA Y ASTRONOMIA.—Se ocupa esta Sección del establecimiento de las triangulaciones geodésicas de primero y segundo órdenes, de acuerdo con especificaciones universales, prescritas por la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. Tales normas son muy rígidas para el primer orden. Así, por ejemplo: las bases deben medirse con una precisión relativa del orden de 1:1.000.000; los triángulos deben cerrar con un error promedio inferior a un segundo sexagesimal; la discrepancia entre base medida y base calculada no debe ser superior

a 1:25.000; las coordenadas astronómicas en los puntos de Laplace (latitud y longitud) deben determinarse con una precisión no inferior a un décimo de segundo de arco; y el error del azimut astronómico no debe sobrepasar la cantidad de tres décimos de segundo. Fuera de ello, antes de verificar los cómputos definitivos, las triangulaciones deben ser compensadas rigurosamente por el método de los mínimos cuadrados, teniendo en cuenta ajustes de bases y de azimutes. Esto implica el planteamiento y resolución de sistemas de numerosas ecuaciones (varias decenas o centenas). Se han obtenido así redes homogéneas de altísima calidad, comparables con las mejores del mundo.

Las coordenadas geodésicas se han calculado sobre el elipsoide internacional (de Hayford), de acuerdo con las recomendaciones de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional.

Se adoptó como estación astronómica fundamental el Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá. Más tarde dichas coordenadas geodésicas serán referidas al *Punto Dato* que se escoja, en forma definitiva, para todo el Continente Americano. Desde luego, lo serán también al nuevo elipsoide que resulte de las grandes operaciones geodésicas que actualmente se adelantan.

Las redes geodésicas colombianas que forman parte de la gran cadena continental, y ya completamente terminadas (véase mapa índice correspondiente) son: la que va de la frontera con la República del Ecuador hasta la frontera con Panamá, siguiendo las cordilleras Central y Occidental de los Andes; y la que partiendo de Medellín pasa por Cúcuta y va a la frontera con Venezuela, donde empalma con las correspondientes triangulaciones del país hermano.

Estas redes, lo mismo que las líneas de nivelación geodésica de que se habla adelante, han sido ejecutadas con la excelente cooperación del Estado Mayor General de las Fuerzas Armadas y del Servicio Geodésico Interamericano. Dicho Servicio le ha proporcionado helicópteros al Instituto para la materialización y ocupación de las estaciones geodésicas colocadas en sitios abruptos y selváticos. Esto ha sido factor decisivo en el asombroso rendimiento obtenido en los últimos años.

El área dominada ya por las redes geodésicas de primero y segundo órdenes, es sensiblemente igual a la tercera parte del territorio nacional. Se han medido 16 bases de primer orden y 11 de segundo. El número de estaciones astronómicas de Laplace, establecidas, las cuales se utilizan primordialmente para reorientar las cadenas de triángulos, es de 26. En estas operaciones astronómicas se ha estado empleando últimamente el maravilloso aparato portátil Wild T-4, el cual permite lecturas directas del orden de un décimo de segundo de arco (!), y está provisto de micrómetro impersonal. La latitud se

determina por el método de Talcott; la longitud por observación de pasos meridianos y recepción inalámbrica de hora; y el azimut por observación de estrellas cerca del primer vertical (elongaciones).

Por comparación de las coordenadas astronómicas determinadas directamente sobre el terreno, con las coordenadas deducidas al través de la triangulación, se han hallado las desviaciones de la vertical, referidas al Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá, y al elipsoide de Hayford, en 27 vértices. Estas desviaciones (anomalías de la dirección de la pesantez) han arrojado valores sorprendentemente altos. Algunos de ellos han llegado a 59 segundos sexagesimales.

Los grandes circuitos geodésicos, de 800 kilómetros y más de longitud, han cerrado satisfactoriamente. Con el fin de facilitar a los demás ingenieros, oficiales o particulares, el ligamento de sus trabajos topográficos a la red geodésica, se han colocado señales de azimut cerca de cada uno de los vértices geodésicos. Tales señales, lo mismo que los vértices, están materializados en forma de hitos de concreto y placas de bronce, sobre las cuales se han grabado algunas marcas. La estación geodésica tiene placa superficial y subterránea. Además, está ligada por azimut y distancia a dos referencias naturales o artificiales suficientemente estables.

De tiempo en tiempo el Instituto Geográfico publica folletos con los resultados numéricos finales (coordenadas, azimutes y distancias) de las redes geodésicas y topográficas y de las líneas de nivelación de alta precisión (alturas sobre el nivel del mar). En tales publicaciones se da información exacta sobre la localización y acceso de cada uno de los puntos (vías de comunicación utilizables, distancias etc.).

La Sección de Geodesia le suministra a la de Aerofotogrametría el apoyo planimétrico y altimétrico necesario para convertir las fotografías aéreas en planos topográficos, por medio de los aparatos de restitución y conforme a una escala determinada. Para ello se escogen en las aerofotografías un cierto número de puntos bien visibles y conspicuos, los cuales deben ligarse a la red geodésica por los procedimientos topográficos ordinarios. En seguida se calculan las coordenadas rectangulares de estos puntos partiendo de las coordenadas cartográficas (proyección de Gauss) de los vértices geodésicos.

Los nombres de los accidentes geográficos se obtienen sobre el propio terreno, por medio de comisiones especiales, las cuales consignan los datos en vistas aéreas ampliadas. Estos datos se someten luego a la ratificación de las autoridades municipales correspondientes. Se han utilizado, últimamente, helicópteros en estas operaciones de topografía y nomenclatura, con muy halagüeño resultado.

Para la determinación de las alturas sobre el nivel del mar se han empleado las nivelaciones trigono-

ométrica y geodésica. La primera consiste en la observación recíproca de ángulos verticales entre estaciones adyacentes. Con la observación recíproca quedan sensiblemente eliminados los efectos de refracción geodésica y redondez terrestre. La segunda se está practicando con niveles de burbuja de la más alta precisión (Zeiss A y Wild N-III) y miras de metal invar, siguiendo estrictamente las rígidas especificaciones acordadas internacionalmente. De este tipo de nivelaciones se han efectuado ya siete mil kilómetros lineales (véase mapa índice correspondiente). Los cierres de los grandes circuitos se han verificado dentro de las especificaciones internacionales exigidas para el primer orden. El número de puntos materializados y nivelados hasta ahora es de cinco mil. La materialización se hace por medio de hitos de concreto y placas de bronce.

En colaboración con el Servicio Geodésico Interamericano se instalaron cuatro mareógrafos automáticos en los puertos de Buenaventura y Tumaco, en el Océano Pacífico, y en Cartagena y Riohacha, sobre el Atlántico. Como se observa en el mapa índice, estos mareógrafos ya están ligados entre sí y con Bogotá, por medio de líneas de nivelación de alta precisión.

El Instituto Geográfico ha intervenido, además, en la ejecución de las triangulaciones de control geodésico para el levantamiento de los planos de varias ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali, Baranquilla etc., etc.).

b) GEOFISICA.—*Observatorio Geomagnético de Fúquene*.—Esta Sección se ha ocupado principalmente del estudio del campo magnético en el territorio nacional, vale decir, de la determinación de los tres elementos geomagnéticos: declinación, inclinación e intensidad horizontal.

En ocho estaciones fundamentales (Bogotá, Suba, Fúquene, Medellín, Cartagena, Cúcuta, Cali y Mitú) se determinan periódicamente tales elementos con el objeto de calcular la variación anual. Fuera de ello se hacen observaciones en numerosos puntos intermedios con el fin de precisar las posibles anomalías, y de elaborar y publicar mapas isogónicos etc., para diferentes épocas.

Esta clase de investigaciones tiene suma importancia tanto desde el punto de vista científico como del económico.

En la IV Reunión Panamericana de Consulta sobre Cartografía celebrada en Buenos Aires en 1948, bajo los auspicios del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, se acordó el establecimiento, en las cercanías de Bogotá, de un Observatorio especial para el estudio del magnetismo terrestre, como parte de un plan continental de distribución de los observatorios de esta clase.

El Observatorio se instaló en 1953 con instrumental moderno que registra automáticamente, en

forma continua, de día y de noche, las menores variaciones magnéticas, tanto en dirección como en intensidad. Esto permite el estudio sistemático y detallado de las particularidades magnéticas de la corteza terrestre, lo cual constituye un factor de imponderable ayuda para el análisis geológico del subsuelo.

En efecto, hoy día se están practicando, con buen éxito, exploraciones magnéticas desde el aire, en aviones equipados con magnetómetros especiales y cámaras fotográficas que funcionan simultáneamente. Por este sistema se pueden explorar grandes zonas, en muy pocos días. Para obtener resultados ciertos en estas exploraciones deben compararse las indicaciones del magnetómetro aéreo con las de los instrumentos fijos del Observatorio. De otro modo, una tempestad magnética (las cuales son muy frecuentes) podría falsear los resultados de una exploración.

Por el método magnético pueden localizarse no solamente depósitos de minerales de hierro, sino también estructuras geológicas favorables a la existencia de minerales de aluminio, cromo, níquel etc. Pueden también, indirectamente, descubrirse vetas de oro, diamante, carbón, uranio o depósitos subterráneos de petróleo, agua etc.

Por su naturaleza, el Observatorio no puede ubicarse en un centro poblado. Alrededor de él debe existir una amplia zona de varios kilómetros de radio absolutamente libre de toda perturbación magnética, es decir, sin edificaciones, sin conductos de corriente eléctrica continua y sin objetos de hierro. La sensibilidad del instrumental es tal que una simple aguja a pocos metros de los magnetómetros, produce perturbación. Las casetas del Observatorio deben construirse, pues, con materiales antimagnéticos. Fue muy difícil encontrar un lugar apropiado para la erección del Observatorio magnético. Después de varias exploraciones infructuosas, se encontró un lugar verdaderamente ideal que cumple con todos los requisitos técnicos. Nos referimos a la isla denominada "El Santuario", en la laguna de Fúquene, cien (100) kilómetros al norte de Bogotá. Su altura sobre el nivel del mar es sensiblemente la misma de nuestra Sabana, o sea 2.550 metros. El islote tiene una extensión de cinco fanegadas. En 1939 el Instituto localizó allí un vértice geodésico y astronómico. La superficie del lago es de treinta (30) kilómetros cuadrados. Constituye una de las bellezas naturales del país. (Véase fotografía aérea de la isla de "El Santuario"). Actualmente se adelanta también allí, con la gentil colaboración del R. P. Jesús Emilio Ramírez, Director del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, la instalación de una estación meteorológica de primer orden y de un sismógrafo.

El magnetógrafo completo que consta de tres (3) variómetros, fue gentilmente suministrado por el

Coast and Geodetic Survey de los Estados Unidos y por el Servicio Geodésico Interamericano. El Observatorio funciona normalmente desde hace dos años y está cumpliendo con sus compromisos de canje internacional. (Léase en otro lugar de esta publicación el artículo sobre GEOMAGNETISMO del doctor Clemente Garavito, que se especializó en la materia y es actualmente Director del Observatorio de Fúquene).

c) AEROFOTOGRAMETRIA.—Esta Sección está encargada de tomar las fotografías aéreas verticales del terreno y de convertirlas en planos exactos por medio de aparatos de doble proyección central y observación estereoscópica.

El Instituto dispone de dos aviones equipados de cámaras fotográficas automáticas de alta precisión, manejadas por personal especializado. En esta fase del trabajo se cuenta con la eficaz y estrecha colaboración de la Fuerza Aérea Nacional.

La escala de las vistas para la carta general está comprendida entre 1:20 000 y 1:60 000, de acuerdo con la altura del terreno. Para trabajos especiales a escalas mayores se emplean cámaras de distancia focal grande. Las cámaras están dotadas de dispositivos que permiten obtener automáticamente el recubrimiento longitudinal exigido (66%). Para tomar las vistas se vuela en línea recta y a una altura constante. El recubrimiento lateral, entre faja y faja de fotografías, debe ser del orden del 30%.

Las áreas de las zonas fotografiadas, para carta general, suman ya cerca de 400.000 kilómetros, o sea, sensiblemente, la tercera parte del territorio nacional (véase mapa índice correspondiente). Es digno de mencionarse también que para el Instituto de Fomento Municipal se han fotografiado 700 poblaciones.

Para la elaboración de la carta, o sea para obtener una proyección ortogonal del terreno (restitución) se emplean diversas clases de aparatos. El Instituto posee, con este fin, cuatro (4) estereoplanígrafos Zeiss, varios proyectores Multiplex y aparatos Kelsh etc. Asimismo tiene un moderno equipo de laboratorio fotográfico.

El conjunto de los relieves ópticos formados en los instrumentos de restitución de la carta debe apoyarse sobre puntos topográficos, visibles estereoscópicamente en las aerofotografías y espaciados convenientemente a lo largo de la faja. Las coordenadas planas y las cotas de tales puntos los suministra, como vimos antes, la Sección de Geodesia.

Las curvas de nivel se trazan a equidistancias de 10, 25 ó de 50 metros según la rugosidad del terreno. Los detalles topográficos se dibujan teniendo a la vista los datos de nomenclatura tomados en el propio terreno.

El área total restituída para la carta general (escala 1:25.000) es de 65.000 kilómetros cuadrados (véase mapa índice).

Para trabajos especiales a escalas que varían de 1:2.000 a 1:25.000, se han restituído 207.000 hectáreas aproximadamente.

d) **CARTOGRAFIA.**—Esta Sección se encarga de los cálculos de conversión de coordenadas geodésicas (sobre el elipsoide) en coordenadas cartográficas (planas), y del dibujo e impresión litográfica de las cartas. El Instituto adoptó el sistema de proyección de Gauss. Esta clase de proyección es conforme, es decir, tiene la propiedad fundamental de conservar la semejanza de las figuras. En la publicación Especial número 2, del Instituto, hecha en 1942, titulada “Sistema de Proyección para la Carta Geográfica de Colombia”, se explican las razones por las cuales se escogió dicho sistema, y se hace una exposición analítica del mismo.

Para el mapa general (escala 1:1.500.000) se adoptó un origen único: el Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.

Para las cartas topográficas (escalas grandes) se utilizó la misma proyección de Gauss pero múltiple, es decir se dividió el territorio nacional en cuatro husos de tres grados de amplitud cada uno, con medio grado de superposición entre husos adyacentes. En esta forma se ha conseguido que la deformación lineal máxima no pase de 1:2.000, lo cual está dentro de las especificaciones universalmente aceptadas.

La zona cubierta por las cartas editadas, a escala de 1:25.000, con curvas de nivel de 25 en 25 metros, es aproximadamente de 30.000 kilómetros cuadrados. Se han impreso, asimismo, varias planchas a escala de 1:100.000, con curvas de nivel de 100 en 100 metros.

Esta Sección ha publicado con base en trabajos del Instituto, en los mapas de la Oficina de Longitudes y de otras entidades, mapas generales de la República a escalas 1:2.500.000 y 1:1.500.000, y mapas de los Departamentos, complementando los de la antigua Oficina de Longitudes, a escala de 1:500.000. El de Cundinamarca, publicado recientemente, a escala de 1:250.000, con curvas de nivel de 200 en 200 metros, es notable por cuanto en su 80 por ciento corresponde a levantamiento aerofotogramétrico del propio Instituto.

También se han editado cartas de algunas ciudades, un mapa turístico, mapas viales y una segunda prueba del Mapa Histórico-Político de Colombia que contiene las principales rutas de los conquistadores y de las campañas libertadoras.

e) **ESTUDIOS AGROLOGICOS Y CATASTRALES.**—En otro lugar de esta misma edición de la Revista de Ciencias el director de estos estudios hace una exposición sintética sobre las excelentes realizaciones de esta Sección del Instituto.

RELACIONES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR CON ENTIDADES INTERNACIONALES Y NACIONALES. — NUEVO EDIFICIO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA. — PLANETARIO.

Colombia está afiliada, por intermedio del Instituto Geográfico, a las siguientes entidades científicas internacionales: al Instituto Panamericano de Geografía e Historia con sede en Ciudad de México; a la Unión Geofísica Internacional con sede en París; y a la Unión Geográfica Internacional domiciliada en Nueva York.

En el interior tiene relaciones estrechas con el Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, y con el Comité Nacional del Año Geofísico. Ha prestado, además, su colaboración técnica a diversas entidades oficiales y semioficiales, de carácter nacional, departamental o municipal.

El actual gobierno tiene gran interés en realizar un plan decenal para el levantamiento cartográfico de la totalidad del territorio patrio. Ciertamente necesitamos mayor energía eléctrica, nuevas vías de comunicación, más alimentos, mejores condiciones de vida; en suma, aprovechar al máximo los recursos naturales que la Providencia nos ha otorgado con mano larga; y de todo ello es base y cimiento la carta, que es la representación fiel del suelo al cual estamos adheridos.

El punto de partida de este patriótico programa es el nuevo edificio del Instituto Geográfico que actualmente se adelanta en un hermoso predio de la Ciudad Universitaria, edificio cuya amplitud permitirá crear nuevas Secciones y ensanchar las existentes. Todos los detalles de esta importante obra (luz adecuada, aire acondicionado, bóveda de seguridad, gran salón de archivo técnico, etc., etc.), han sido estudiados minuciosamente, con base en la experiencia de 20 años de labor.

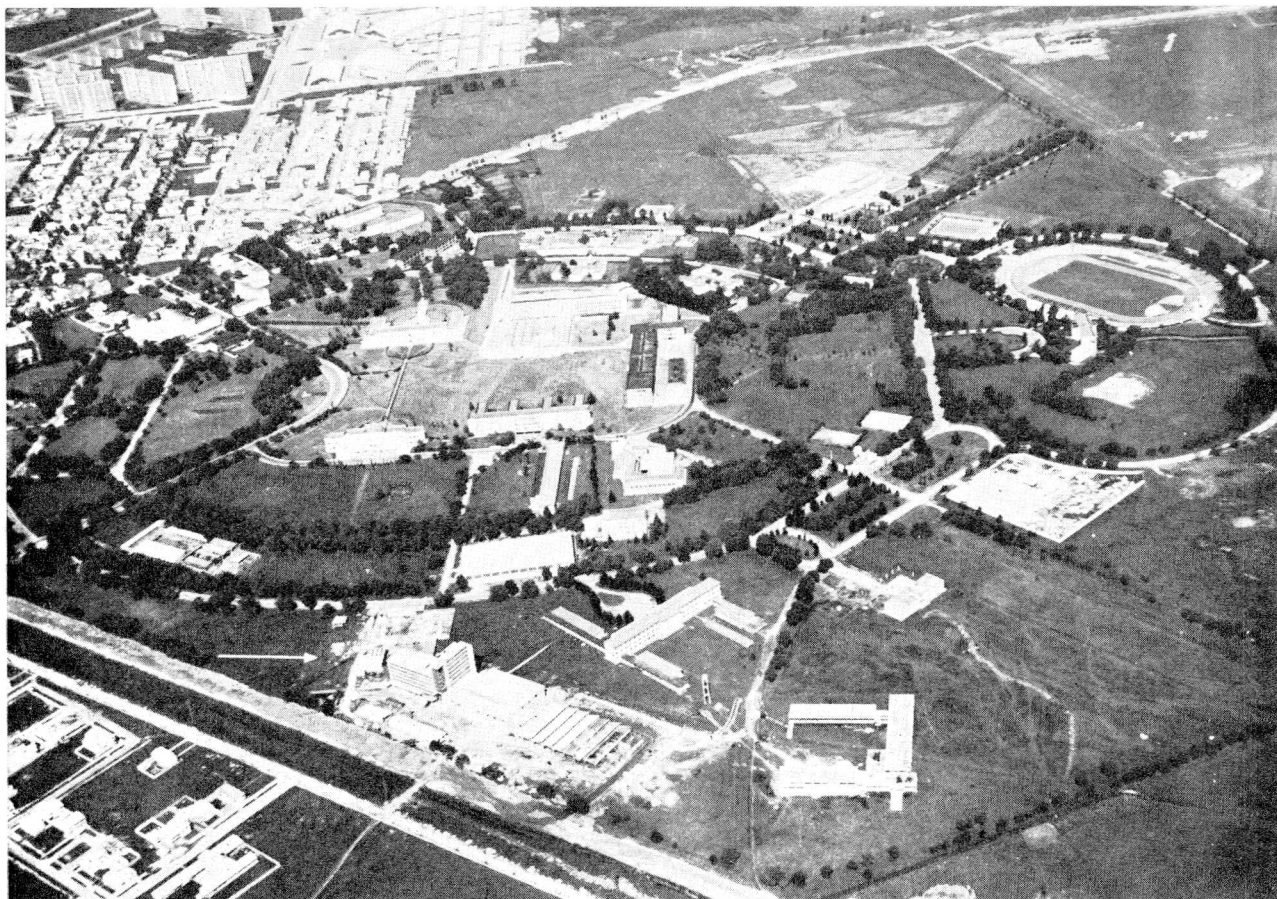
En el vestíbulo principal se instalará un gran péndulo de Foucault, de 30 metros de altura, que demuestra en forma objetiva el movimiento diurno de nuestro planeta. La masa pendular pesará cerca de una tonelada.

En las cercanías de este edificio, dentro de un jardín y semirrodeado por un estanque, se levantará en breve lapso un gran Planetario, el cual es en esencia un cinematógrafo donde desfilan el Sol, la Luna, los planetas, las constelaciones estelares de ambos hemisferios y las lejanas galaxias, dando la impresión de la realidad más perfecta. Sobre el majestuoso firmamento artificial del Planetario, por medio de proyectores múltiples, se hace cambiar la apariencia del cielo en pocos minutos, en tal forma que el asombrado espectador puede contemplar, sucesivamente, el aspecto que tenía la bóveda celeste en la época de Jesucristo, por ejemplo, o el que presentará dentro de varios milenios. O, como si cambiara de latitud, podrá observar el movimiento aparente de los planetas y de las estrellas tal como

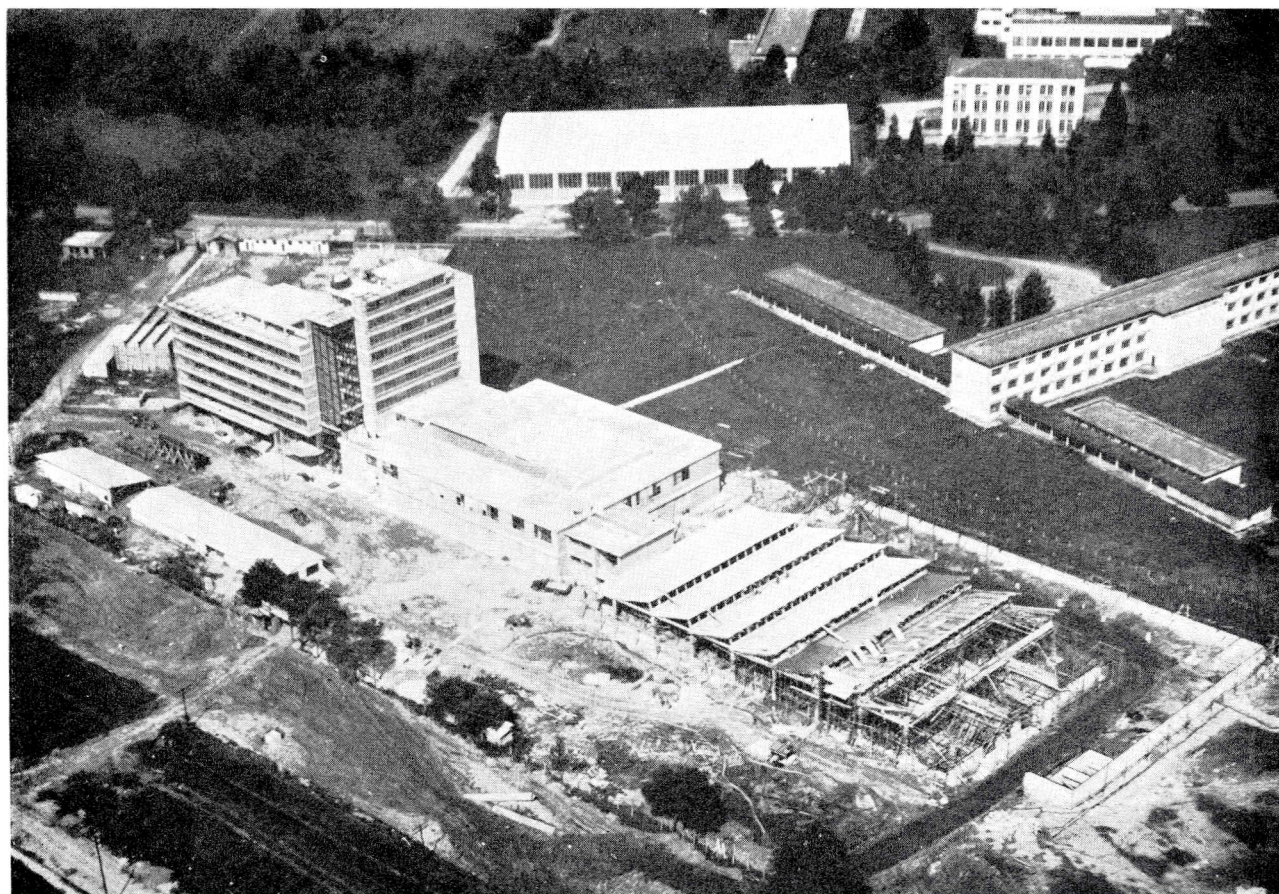
un habitante de la Zona Tórrida, o como uno de las zonas templadas o de los Casquetes Polares. A voluntad podrán reproducirse los más bellos fenómenos celestes como el sol de media noche y las auroras boreales que son privilegio de los que moran en altas latitudes.

Este espectáculo sin par, a más de deleitarnos e instruirnos, hará que olvidemos la prosaica rutina y el afán cotidiano para pensar un poco en las maravillosas leyes del Universo y en el Sublime Legislador de todo lo creado.

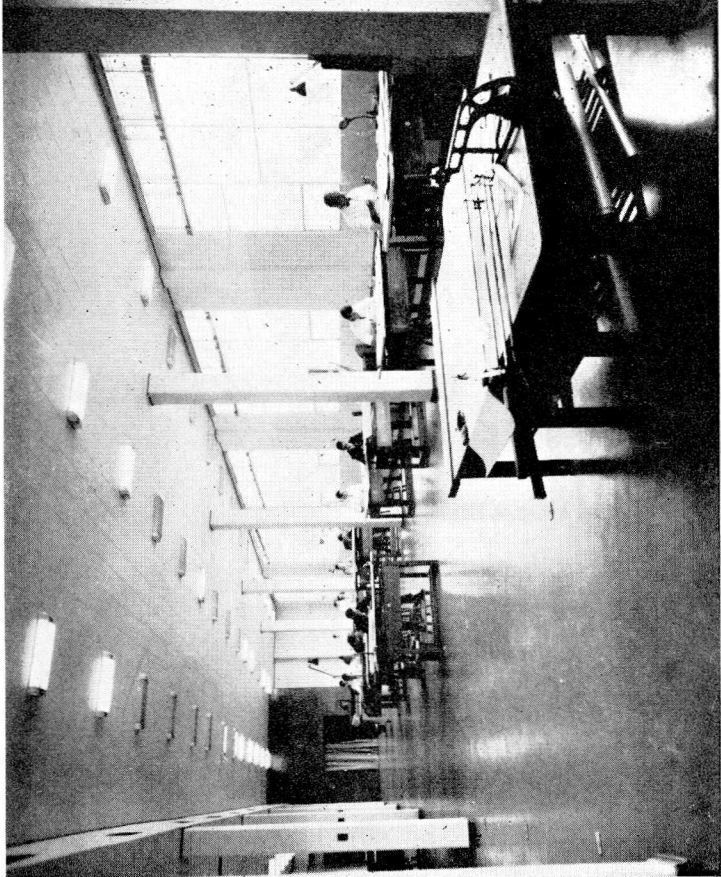




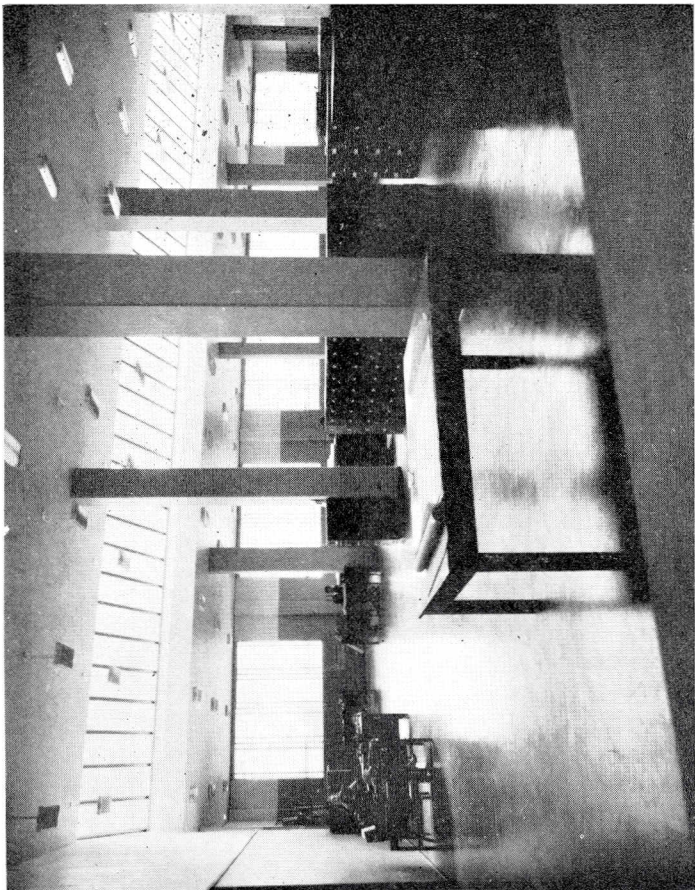
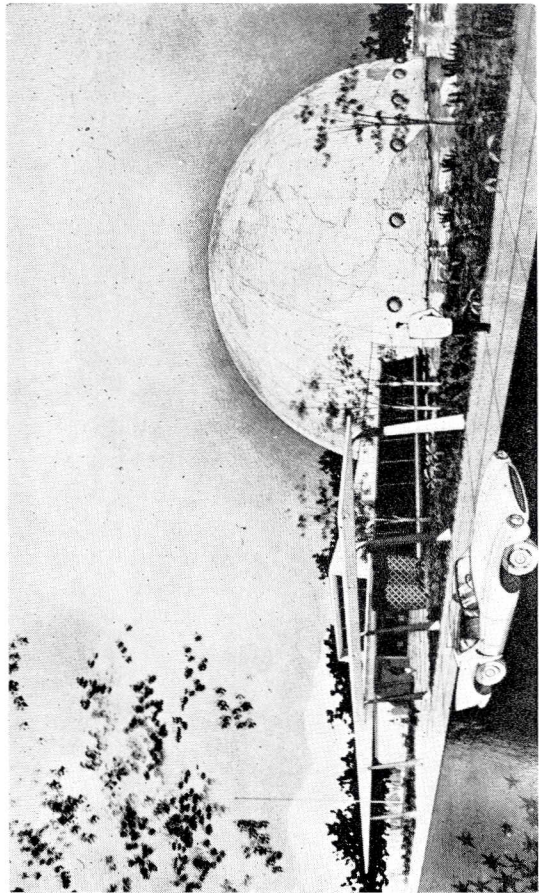
Vista panorámica del nuevo edificio del Instituto Geográfico en la Ciudad Universitaria. (Véase flecha).



Nuevo edificio del Instituto Geográfico (en construcción)



Salón de dibujo — Sección de Cartografía.



Archivo Técnico.

