

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICO-QUIMICAS Y NATURALES

(PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

VOLUMEN IX

MARZO DE 1957

NUMERO 38

**PATRONO DE LA ACADEMIA:**  
**EXCELENTISIMO SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA GUSTAVO ROJAS PINILLA**  
**PRESIDENTE HONORARIO DE LA ACADEMIA: BELISARIO RUIZ WILCHES**  
**PRESIDENTE DE LA ACADEMIA: JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.**  
**DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS MARIA MURILLO**

## SUMARIO:

	Pág.
<b>SECCION EDITORIAL</b>	
El Instituto Militar de Investigaciones Geográficas "Agustín Codazzi", por Luis María Murillo .....	1
<b>SECCION HISTORICA</b>	
Agustín Codazzi, por Eduardo Acevedo Letorre .....	IX
Las figuras de la Comisión Corográfica, por Alfredo D. Bateman .....	413
El Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi" y su Petite Histoire, por José Ignacio Ruiz .....	419
<b>SECCION CIENTIFICA</b>	
El Instituto Geográfico Militar, sus relaciones con la geodesia mundial y con la cartografía nacional, su organización y su obra, por José Ignacio Ruiz .....	427
Dibujo del mapa de Colombia y su proceso cartográfico .....	435
Cómo una técnica moderna, llamada fotogrametría, beneficia la economía, las ciencias y la ingeniería, por H. C. Raasveldt .....	437
El campo magnético terrestre, por Clemente Garavito Baraya .....	451
La tierra se mueve, por José Ignacio Ruiz .....	459
Estudio de Suelos, por Alfonso García Espinel .....	465
Las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, por H. C. Raasveldt .....	469
<b>NOTAS</b>	
La tumba del Sabio Mutis, por Luis Duque Gómez, pág. 485; Nuestros colaboradores, pág. 487; La Academia de Ciencias y su Revista, pág. 489; La nueva directiva de la Academia, pág. 489; El Ministerio de Guerra y la Academia, pág. 490; Josefina Valencia de Hubach, Ministra de Educación, pág. 490; Nuestro penúltimo editorial, pág. 491; El doctor Luis Angel Arango, pág. 491; Moción de duelo, pág. 492.	
<b>COMPOSICION ACTUAL DE LA ACADEMIA</b> .....	493

La responsabilidad de las ideas emitidas en la REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS, corresponde a sus autores.



(EMBLEMA DE LA ACADEMIA MADRE ESPAÑOLA)

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

SECCION EDITORIAL

## EL INSTITUTO MILITAR DE INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS "AGUSTIN CODAZZI"

*Colombia es un país prodigiosamente dotado por la naturaleza con toda clase de elementos útiles al hombre; pero será un país desconocido por sus propios habitantes, si los que tienen feliz acceso a las fuentes de investigación científica, biólogos y químicos, geólogos y mineralogistas, botánicos y físicos, no se aplican, con el desinterés de la pura especulación, a desentrañar las recónditas leyes y propiedades de los cuerpos, para que otros hallen su aplicación práctica y su utilización en la producción de riqueza o en la defensa de la persona humana.*

(Del discurso del Excmo. Señor Presidente de la República, en respuesta al homenaje que le tributó el Cuerpo Médico de Colombia).

*Si consideráramos que la fisonomía de la Patria se modela con el modo de utilización de sus recursos, como una criatura con la leche materna, nos daríamos cuenta de que el destino de nuestras riquezas naturales es algo sagrado, que no debe oficiarse por manos extrañas.*

L. M. M.

(“Colombia, un Archipiélago Biológico”) (1)

### DEL ORIGEN Y MISION DEL INSTITUTO

El título compendia exactamente cuanto debe ser esta admirable institución; es decir: un organismo para el conocimiento científico, fervoroso y vigilante del territorio patrio, y el homenaje ecuménico al sabio geógrafo de la Comisión Corográfica, que produjo —en diez años de apasionada labor, interrumpida en plena selva por la muerte (1859)—, los elementos que servirían para levantar y dar a conocer más tarde, al mundo científico, el “Atlas Geográfico-Histórico de la República de Colombia”.

(1) Editorial de la Revista, (Nros. 36-37).

La Comisión Corográfica, como la Expedición Botánica, se parecen por la intención de sus creadores, la apasionada virtud de sus ejecutores, la brillantez y eficacia de la realización e, infortunadamente, también, por la inmediata y triste historia de su destino: indolente archivo de los materiales y documentos durante largos años, indiferencia, depredaciones...

Este fenómeno podría explicarse por el carácter esporádico de nuestra cultura, representada siempre por unos pocos hombres dedicados al estudio, que suelen vivir aislados en torres de marfil y en contraste con masas humanas que vegetan al margen de toda preocupación intelectual, o inquietadas por demagogos. De este modo, esos mo-

numentos de cultura, como la Expedición de Mutis o la Comisión de Codazzi, tuvieron una razón singular para proyectarse, y se llevaron a cabo con lujo de eficiencia; pero su contenido fue tan extraordinario, que obnubiló a esa masa heterogénea, incapacitada o entregada a las eternas y perniciosas preocupaciones de la politiquería..., vicio que, por otra parte, ha inhibido el noble ejercicio de la política.

La Comisión Corográfica, que se ha recreado en el Instituto Militar de Investigaciones Geográficas "Agustín Codazzi", tuvo una inspirada concepción al tratar de conciliar los esfuerzos y las especialidades investigativas que se orientaban hacia el conocimiento del país. Así, y hasta donde lo permitían las posibilidades de entonces, se llevó a cabo su levantamiento geográfico, el estudio de las costumbres de sus gentes, la relación de sus climas y bellezas naturales y la investigación de su flora. Eran militares y civiles que en íntimo consorcio trataban de fijar la imagen de la Patria.

Y la universalización de esta imagen es importante, pues ocurre que el sentimiento patrio suele limitarse a la ofrenda estereotipada hacia símbolos sacratísimos, pero rendida, habitualmente, al margen del maternal suelo que representan. Cito, a este propósito, al sabio botánico Tobías Lasser, del Ministerio de Agricultura de Venezuela, quien pone en el frontispicio de su obra NUESTRO DESTINO FRENTE A NUESTRA NATURALEZA, la siguiente sentencia: *sólo podemos amar aquello que conocemos y sólo podemos proteger aquello que amamos.*

Por esta razón me parece que el Instituto debe inspirarse en ese postulado, tratando de congregarse en un sólo organismo cuanto corresponda al conocimiento de nuestra nacionalidad, para difundir su enseñanza amorosamente, pero sin olvidar que la Patria también es espíritu, y que más íntimamente que a la geografía del país y a sus riquezas naturales, estamos vinculados a su tradición, con su habla, su religión y sus elevados ideales republicanos, así bolivarianos como santanderistas. A qué insignificancia se reduciría nuestro patrimonio, a pesar de todas las riquezas físicas que la tierra pudiera darnos, si ya no fuera nuestra la lengua materna, porque el pueblo, embrujado por las foráneas, la hubiera olvidado; si hubiéramos reemplazado la religión de

nuestros mayores por un proselitismo protestante, como si fuéramos catecúmenos; si los valores de la ética ya no fueran absolutos, porque hubieran ido a parar a los vaivenes de cualquier mercado de la bolsa; y si los ismos abominables de la moda, advenedizos en el proceso del difícil desarrollo del arte, hubieran pervertido nuestro sentido estético. . . En la voz de Dostoiewski, intuitiva, misteriosa y hierática, encontramos, a propósito, la siguiente admonición, tomada de su gran oración pronunciada en homenaje a Pushkin, el poeta del pueblo ruso: *humíllate y abrázate a tu tierra natal! No busques la verdad fuera; no está fuera de tí, está en tí mismo; búscala en tí, apodérate de ella y la comprenderás.*

Sin duda alguna esta misión, concebida con tan celosa altura, es consustancial con la idiosincrasia de nuestra nacionalidad y con la democracia estructurada según los derechos humanos.

DE LA ORGANIZACION. — Aunque el Instituto ha recibido una reciente reforma, pienso que tal estructura no será inamovible, dada la grave finalidad de sus objetivos y su ductilidad, siempre sometida al decurso incierto de los descubrimientos científicos. Así como la inclusión del estudio de la flora en la Comisión Corográfica, descubre la intención que sus promotores tuvieron, de rehacer con ella la Expedición Botánica, de igual manera el Instituto ha mostrado ya el interés de orientar su plan de trabajo, no sólo hacia el escueto levantamiento de la carta topográfica del país, con sus correspondientes estudios de geodesia, aerofotogrametría y cartografía, sino también, hacia las ciencias geofísicas y naturales, encaminadas por el objetivo económico de las riquezas de la tierra; tal es la creación de las secciones de geofísica, fotogeología y agrología.

Pero como esta última ciencia no se reduce a una mera clasificación de tierras por su acidez y composición química, sino que representa el "estudio del suelo en sus relaciones con la vegetación", o sea el conocimiento de la edafología, la geobotánica y la ecología con sus imprescindibles ciencias aliadas, como la climatología etc., y, como consecuencia, el estudio de la vida animal y del hombre, podría decirse que la institución de investigaciones geográficas tiende a convertirse en un organismo como ese para la ciencia y la técnica, proyectado por el ex-rector de la Universidad Na-



Dibujo de J. A. Astudillo.

## INSTITUTO MILITAR DE INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS "AGUSTIN CODAZZI"

Fachada principal, que muestra la torre de treinta metros de altura, en donde está instalado el Péndulo de Foucault.

cional, doctor Jorge Vergara Delgado (1), circunstancia que ahora se relievra con el acierto de José Ignacio Ruiz, quien buscó para la fabricación de su gran institución geográfica, los mismos predios de la Ciudad Universitaria.

Este organismo de tal manera constituido, comprendería el viejo anhelo, muchas veces deseado, de centralizar todas las funciones de investigación científica de la Nación. Al decir centralizar, no propongo un problema regional; apenas quiero referirme a la unidad de la institución.

Si la tesis expuesta se aceptara, el Instituto de Investigaciones geográficas "Agustín Codazzi" podría convertirse en el más perfecto modelo de colaboración y coordinación científica, con los siguientes básicos servicios: geodesia, geofísica, aerofotogrametría, cartografía, fronteras y deslindes, geología, fotogeología, mineralogía, botánica sistemática y fisiológica, geobotánica, agrología, zoología sistemática y biológica, zoogeografía, antropología, climatología, ecología etc., más un gran museo nacional de ciencias naturales.

Pero al aludir al proyecto del ex-rector de la Universidad Nacional, debe pensarse, además, en un departamento de investigaciones técnicas, que debería estar destinado al control del desarrollo de la industria en general; de la manufactura de drogas; de la importación, manufactura y uso de pesticidas para la defensa agropecuaria etc. Jamás podría dudarse de que las barreras aduaneras son el principal acicate de la industria, pero sólo una cuidadosa vigilancia técnica puede darla de manera que nos produzca confianza y nos enorgullezca. Nuestra aspiración no debe ser la grosera imitación de los artículos que importábamos, presentados bajo el engañoso señuelo de marcas extranjeras, sino la creación depurada de todas nuestras manufacturas, que entonces podríamos lucir con distintivos autóctonos. Pero esta superación no podría alcanzarse jamás por propia iniciativa de los industriales, ordinariamente más preocupados por una hipertrófica producción económica de sus empresas, sino por la eficiente fiscalización de todas las manufacturas que se produzcan en el país, especialmente de aquellas que atañen a la salud humana y a las industrias agrícolas, pues es donde mayormente

pueden ocurrir engaños y simulaciones de tremendas consecuencias.

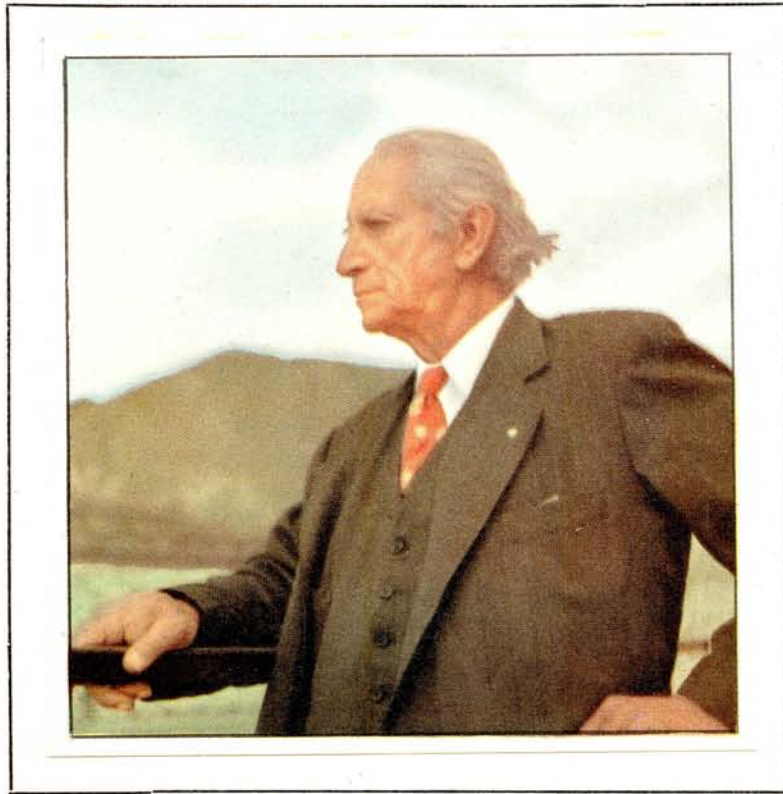
**UNA MISION IMPONDERABLE.** — El Instituto de Investigaciones Geográficas podría ser el eje de todas las actividades fundamentales de la Nación, tanto por su naturaleza como por el carácter de sus funcionarios, que son las Fuerzas Armadas unidas armoniosamente a las más destacadas inteligencias dedicadas a la investigación científica. En realidad este consorcio es una tradición de la Comisión Corográfica, ya aceptada en forma ejemplar y enaltecedora por el ministro de la guerra, general Gabriel París, y que representa, de otro modo, el abrazo fraterno entre las instituciones militares y la flor y nata de las fuerzas civiles de la República.

He pensado muchas veces en que la misión de las Fuerzas Armadas, nobilísima y necesaria para cuanto atañe al mantenimiento de la paz y la defensa de la soberanía nacional, debería servir, por su altiva posición orgullosamente emancipada de las apetencias de la política, en esas trascendentales tareas (también inmanentes de la soberanía) del estudio y guarda de nuestros recursos naturales, tan fáciles de perder si no se les cuida científica y amorosamente. Por esto, cuando quien estas líneas escribe era sub-director del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, invitó a su viejo amigo y condiscípulo Gustavo Rojas Pinilla, entonces coronel del ejército, a que visitara aquella incipiente organización y emprendieran los dos un movimiento hacia una mutua colaboración de civiles y militares por el reconocimiento de la naturaleza del país. Ocurre, con no poca frecuencia, que el militar tiene manera de científico, carácter que lejos de oponerse a sus principios, los exalta y vivifica. Así su contribución sería valiosa en nuestro caso, por el concurso de los oficiales que se especializaran en estos estudios y por la de los soldados que, cuando salen a sus ejercicios de campaña, recolectaran material para estudio y para la formación del museo nacional de ciencias. El entonces jefe del Estado Mayor, general Domingo Espinel, protocolizó esta idea iniciada con entusiasmo por el coronel Rojas Pinilla y por mí, pero sin que se hubiera presentado la oportunidad de hacerla viable. Ahora el General Presidente podría dar curso a nuestra iniciativa de entonces, sirviendo como base el Instituto Geográfico.

(1) "Exposición de motivos del proyecto sobre institutos de investigaciones científicas y técnicas, anexo a la Universidad".

DE LOS INVESTIGADORES. — El Instituto Geográfico cuenta con un personal de excelsa calidad por su pulcritud y sabiduría, tomado de una rica e intachable tradición de militares e ingenieros, pero, infortunadamente, por carencia de escuelas dedicadas a la enseñanza de las ciencias naturales, no hay tradición para ellas, y sólo existen muy pocas personas consagradas a su estudio, circunstancia que unida a un ambiente estéril para esas disciplinas, haría dificultosa la tarea de conseguir todos los profesionales hábiles que un gran desarrollo científico hiciera necesarios. Así una improvisada búsqueda de estos ele-

da de la humanidad. Así, a medida que el hombre ha ido sintiendo en su carne los mordiscos de esa fiera desencadenada que es la ciencia creada al margen de la caridad y la afectividad —ya sea por físico temor o sentido ético—, ha tratado de dominar al “aprendiz de brujo” que en sus manos locas está tratando de romper el equilibrio del mundo, y ha principiado a mirar con menos indiferencia a aquellos sujetos que más o menos trafican con la ciencia, aun a los que apenas la tocan superficialmente. Por estas consideraciones no es extraño que el doctor Vergara Delgado, al tratar de las características morales que a su



Belisario Ruiz Wilches, el fundador.

mentos, ya nacionales o foráneos, podría conducir a graves equivocaciones, por lo que conviene que estas tareas se inicien con lentitud pero ponderadamente.

Aunque los problemas científicos hasta ahora no han tenido un intensivo desarrollo entre nosotros, existe la seguridad, por los indicios de nuestras riquezas naturales, de que tal fenómeno se trocará, para el futuro, en desorbitada empresa de exploraciones investigativas, por lo que conviene mirar con sentido humanístico cuanto corresponde a esas tareas, que comienzan por ser intrascendentes y terminan por transtornar la vi-

juicio ha de tener el investigador, escriba esta indiscutible sentencia: **COMO CUALIDAD HUMANA INDISPENSABLE, LA HONESTIDAD MENTAL**, y continúa: *Las demás, exigidas al profesor, pueden faltarle en estrictu sensu. Su misma actividad puede impedirle la radicación en un mismo sitio, el cumplimiento estricto de horarios, la sujeción a ciertas disciplinas; puede ser huraño y abstraído, tímido o de modales poco transitivos. Con todos estos defectos y otros más, se puede ser un excelente investigador...* Quizá el distinguido filósofo y moralista, al aludir a la honestidad, pensaba en

esos melancólicos vicios tropicales que suelen ir en coyunda, como la simulación y la ignorancia, la envidia y la falta de honradez, el desordenado apetito de lucro y la audacia atrevida.

Termino este capítulo dedicado a la investigación y a los investigadores, con la transcripción del pensamiento de Vergara Delgado sobre dos aberrantes problemas nacionales, que merecen especial meditación:

#### **SOBRE LA IMPORTANCIA DE APAREJAR LA CULTURA CON LA TECNICA:**

*Nosotros estamos abandonando las disciplinas culturizantes dízque porque la vida moderna no necesita humanistas sino técnicos. Y tampoco estamos produciendo técnicos; si continuamos así, agregamos a nuestro coloniaje técnico nuestro coloniaje intelectual. El mundo está a punto de destruirse con los técnicos y con la técnica. Sólo lo están deteniendo los santos. Los que conocemos y no conocemos.*

*Nosotros necesitamos muchos técnicos, pero simultáneamente muchos hombres cultos, que pueden y deben ser los mismos.*

**SOBRE LA HIPERTROFIA DE NUESTRAS INVESTIGACIONES:** *En el campo de las ciencias exactas necesitamos incrementar las ciencias físico-químicas y matemáticas. En el campo de las ciencias naturales incrementar las ciencias fisiológicas, pues ha habido una nociva hipertrofia de las morfológicas y taxonómicas. Esto nos permitirá formar algo que está muy rudimentario entre nosotros, que es la formación de biólogos.*

**DEL SENTIDO DE LA ESTETICA.** — El Instituto no sólo ha sido servido por un personal sabio y éticamente constituido; también ese personal ha aportado otra virtud no menos hermosa que debería acompañar siempre a toda obra científica: el sentido poético, la delectación por la belleza, el homenaje perenne a la obra de Dios. Esta calidad la conozco especialmente manifestada en los dos directores que ha tenido el Instituto, los dos miembros destacados de nuestra Academia: el fundador de la obra, doctor Belisario Ruiz Wilches y el doctor José Ignacio Ruiz, su director actual; ambos matemáticos, astrónomos, escritores atildados y poetas.

José Ignacio Ruiz cuenta en las memorias del

Instituto que se publican en este volumen, una encantadora anécdota de Ruiz Wilches, que afirma el valor de esta personalidad, y es que en alguna de sus comisiones internacionales de límites, recriminaba a alguno de sus colegas de esta manera: *te tolero que me hayas dicho que toda la música de Wagner no es otra cosa que una larga y ruidosa misa mayor, pero que este sublime pasaje de Shakespeare no te conmueva, eso sí no te lo tolero!* Pero además se presenta en estos hombres desinteresados una mística por sus ideales, que contemplan siempre a través de la ciencia. Así nos conmueve Ruiz Wilches cuando en su discurso pronunciado en la Sorbona en 1937, ante el Congreso de Naciones Americanas organizado bajo el patrocinio de la Universidad de París, decía: *Si esta cultura (la francesa) difiere de las otras del continente americano en alguna de sus modalidades, su forma permanece idéntica en lo que respecta a los ideales que le sirven de base: la libertad y el gusto por la verdad y la belleza.*

Precisamente en ese discurso se hacía mención del futuro trabajo del Instituto Geográfico, que ya había emprendido el levantamiento topográfico de nuestro país, empleando el moderno sistema aerofotogramétrico, apoyado en una red constituida por una serie de puntos astronómicos determinados con exactitud y ligados entre sí por una cadena de mediciones geodésicas. El doctor Ruiz Wilches daba, en su discurso, la siguiente versión de la geografía americana de esa época:

*La Carta geográfica de la América Latina está apenas en vía de ejecución, pues en todas las naciones donde se la ha emprendido, permanece todavía en estado embrionario, y no hay un solo país que la haya levantado en más de 20% de su territorio en la escala de 1:100.000. Este trabajo presenta un carácter de urgencia absoluta si se quieren establecer con certeza los proyectos de vías internacionales de comunicaciones; y no insisto sobre la importancia de semejante mapa, para que en el interior de cada Estado progresen los caminos, la agricultura, el catastro etc.*

*Escasamente se tienen en cada uno de nuestros países cartas al 1:1.000.000, y aún no se puede garantizar que estas correspondan en esa pequeña escala, en la totalidad del territorio, con los accidentes orográficos e hidrográficos que se quieren representar.*

\* \* \*

El director actual, José Ignacio Ruiz, es un sacerdote de la ciencia con todas las jerarquías; quiero decir que es sabio, humanista, eficiente trabajador, poeta y escritor. Además, como amigo y colega, es un gentil y generoso señor; así, al presentar la obra del Instituto Geográfico, se olvida de sí mismo, para señalar con admiración la de sus magníficos colegas.

Fue José Ignacio quien sugirió la Isla de "El Santuario" de la Laguna de Fúquene, paraíso del Mohán Jetón Ferro (1), para observatorio magnético del Instituto Geográfico. Oigamos sus pa-

*instalaremos instrumental meteorológico. Aquí podríamos estudiar también los rayos cósmicos. ¿Por qué no habría de salir de este sosegado ambiente, propicio a la meditación, algún descubrimiento trascendental que ligue a Colombia al desarrollo ecuménico de la cultura y de la civilización? . . . Y como el doctor Ruiz no podía dejar de ser filósofo, al cantar a la isla fuqueneña en un hermoso soneto, lo concluye de esta manera:*

*Y las tranquilas sombras de tus verdes pinares  
a meditar convidan, en su reposo eterno,  
aquel nosce te ipsum de la doctrina eólica.*



José Ignacio Ruiz, el sucesor.

labras dirigidas al Mohán, cuando tomaba posesión de la eglógica isla:

*Os prometemos formalmente cuidarla y amarla. Erigiremos aquí, procurando no perturbar su ambiente romántico, un templo a Minerva y a Apolo. Primero el observatorio magnético; después vendrá una estación sismológica, más tarde*

(1) Mohán Jetón Ferro fue el apodo amable que dieron sus admiradores y amigos, al sin igual ingenio bogotano Antonio Ferro, miembro de la célebre asociación de poetas y humoristas conocida con el nombre de "La Gruta Simbólica". Ferro, señor de la isla de "El Santuario", hizo de ella un centro de preocupaciones artísticas, siempre sostenidas por el ingenio y la sana alegría.

NOTA FINAL. — La obra del Instituto Geográfico, a la cual rinde homenaje encarecido la dirección de la Revista de la Academia de Ciencias, cuenta, por encomiable obra del Gobierno, con el mejor y más bello edificio de la Ciudad Universitaria, dotado de todos los elementos modernos y de un personal eficiente para llevar a cabo el mapa (la fotografía de nuestra Patria), con toda la perfección dada por el moderno sistema aerofotogramétrico, y a un plazo de diez años, según lo ha dispuesto el Ministerio de la Guerra. El Instituto cuenta además, con un observatorio magnético y con algunas estaciones en Bogotá,



Suba, Medellín, Cartagena, Cúcuta, Cali y Mitú, y que tienen por objeto determinar, periódicamente, los elementos magnéticos de declinación, inclinación e intensidad horizontal, para calcular su variación anual y precisar las posibles anomalías que se puedan presentar en cualquiera de los puntos intermedios de observación.

El hermoso edificio tiene una torre de 30 metros de altura, dedicada a un gran péndulo de Foucault, que demostrará, en forma objetiva, el movimiento de rotación de nuestro planeta; y en el jardín, rodeado por un estanque, será instalado

un gran planetario. Estas dos instalaciones contribuirán al prestigio cultural de nuestra ciudad, y servirán para vincular al hombre común y al pueblo en general, a ese fuero de las estrellas.

Nuestra voz de aplauso y nuestras felicitaciones, para quienes han contribuido a esta grandiosa obra, entre ellos, el general Gabriel París, el doctor José Ignacio Ruiz, el coronel Luis Laverde Goubert y los demás distinguidos miembros colaboradores, de algunos de los cuales hacemos una presentación especial en el presente volumen.

LUIS MARIA MURILLO



## AGUSTIN CODAZZI

Entre los hombres científicos que prestaron servicios a la República en el siglo pasado, se destaca, en primera línea, el Coronel de Ingenieros Agustín Codazzi, prócer de la Independencia, experto geógrafo, notable matemático, naturalista, etc.

Nació en Lugo, pintoresco rincón de la Romaña, el 10 de julio de 1793. Después de haber hecho sus primeras letras en su pueblo natal, pasó a Bolonia con ánimo de seguir la carrera militar. Admitido en el ejército como voluntario a los 16 años, dio pronto muestras de habilidad poco común para las matemáticas; entonces fue enviado a la Universidad de Pavia para que concluyera sus estudios. En 1812 viajó a Francia y tomó parte activa en numerosas batallas distinguiéndose por su valor y su pericia. Regresó a Italia y se retiró del ejército, dedicándose por algún tiempo al comercio. Con un modesto cargamento de mercancías se embarcó para Turquía en busca de fortuna, más con tan mala suerte, que el barco naufragó y apenas si pudo salvarse a nado gracias a su arrojo y serenidad. Después de muchas privaciones y aventuras resolvió ir a América y ofrecer sus servicios a la causa de la Libertad. Se dirigió a Amsterdam y de allí a los Estados Unidos. En el puerto de Baltimore, en 1818, fue admitido por Villaret en el bergantín "América Libre" con el grado de Teniente de Artillería. Este bergantín pasó a la escuadra de Aury y luego se unió a la del Almirante Brión. Sus servicios a la causa de la Independencia de la Gran Colombia fueron grandes y valiosísimos, llegando por sus méritos y hazañas a ser inscrito en la "Orden de los Libertadores" y a obtener el grado de Coronel. A principios de 1823 regresó a Italia lleno de ilusiones y con algunos haberes. Habiendo fracasado por segunda vez en su patria, tornó a América en 1826. Radicado en Venezuela, de nuevo fueron apreciados sus servicios; así desempeñó diversos cargos relacionados con trabajos de ingeniería. Por algún



### RETRATO DE CODAZZI POR CARMELO FERNANDEZ

*El pintor Carmelo Fernández, considerado como el más destacado dibujante de la Comisión Corográfica, nació en Guama (Venezuela), y era sobrino del General José A. Páez. Sus dotes artísticas hicieron que su tío lo enviase a la Escuela de Bellas Artes de los Estados Unidos. Vuelto a Venezuela ocupó el cargo de comandante de Ingenieros y luego colaboró con Codazzi en la elaboración del Atlas y Geografía de Venezuela (1831-1839). Viajó después a Europa donde se perfeccionó aún más en su arte. De resultas de las luchas políticas de su patria, se refugió en la Nueva Granada, donde se le ocupó en la Comisión Corográfica como dibujante. A fines de 1851 se retiró de la Comisión. Volvió a Europa y más tarde se estableció en Caracas, en donde murió (1877), siendo profesor de la Escuela de Bellas Artes de esa ciudad.*

E. A. L.

tiempo fue también jefe del Estado Mayor. Disuelta la Gran Colombia, el general Páez, presidente de Venezuela, le encomendó la ejecución de una geografía y un atlas de todas las provincias de ese país. El éxito de estas obras le llenaron de honores y las Academias de París, Berlín y Londres, le hicieron miembro de sus entidades. Después de un nuevo viaje por Europa, regresó a Venezuela. Las luchas intestinas de la vecina república, le obligaron a emigrar y refugiarse en Bogotá hacia 1849. Fue entonces cuando el general Mosquera lo llamó para que realizara en este país una obra semejante a la que había ejecutado en Venezuela. Formalizado el contrato con el gobierno, dió comienzo al estudio del país al frente de la llamada "Comisión Corográfica de Colombia", y en la que tomaron parte científicos nacionales de gran valía como Manuel Ancizar, Manuel M. Paz, José Jerónimo Triana, Ramón Guerra Azuola, Santiago Pérez y artistas como Carmelo Fernández (venezolano) y Enrique Price.

En 1854 fue ascendido Agustín Codazzi al grado de General de Ingenieros y nombrado Jefe del Estado Mayor, como reconocimiento de sus servicios a la causa de la legitimidad por la cual luchó, siendo memorable su acción del 4 de diciembre de ese año.

Seis años debía durar la Comisión y se emplearon diez, quedando inconclusa por la muerte de Codazzi ocurrida en la tarde del 7 de febrero de 1859, en el pueblo del Espíritu Santo, cuando se disponía a explorar y a estudiar la Sierra Nevada de Santa Marta. Su obra ha sido, hasta hoy, la base de los estudios geográficos del país. En sus mapas han aprendido a conocer a la nación varias generaciones de colombianos.

Sus restos permanecieron algunos años en la selva, hasta que fueron trasladados a Bogotá. Hoy reposan en Venezuela, en la catedral de Valencia.

Eduardo Acevedo Latorre

# LAS FIGURAS DE LA COMISION COROGRAFICA

ALFREDO D. BATEMAN

Dos acontecimientos científicos, de vasta trascendencia en el desarrollo cultural de nuestra patria han tenido lugar en el país, uno en las postrimerías del régimen colonial, la Expedición Botánica que organizara el gobierno español y que constituyó el mayor esfuerzo técnico en América por aquella época; y el otro, la Comisión Corográfica, cuya iniciación de labores se debió al gobierno del General José Hilario López.

Después de los primeros ensayos de mapas, simples bosquejos, que trazaran los descubridores, y que no tienen sino curiosidad bibliográfica, las investigaciones sobre la configuración de nuestro territorio permanecieron intocadas hasta Caldas, a quien entre otros títulos podemos darle el de "Padre de nuestra Geografía", pues fue el primero que trató de hacer mapas con criterio técnico, localizando puntos astronómicamente, si bien los instrumentos de que disponía tan solo le permitieron hacer localizaciones de muy poca precisión.

Correspondió a Santander, fundador de nuestra nacionalidad y gran impulsador de las ciencias y de las artes, ser el primer funcionario de la república que tuviera la idea de levantar el mapa del país, creando para ello la Oficina de la Agrimensura General de Tierras, iniciativa que desgraciadamente no prosperó.

El gran historiador Restrepo, Ministro que fue del Libertador, publicó en 1827 un atlas con el mapa de la Nueva Granada y de las doce provincias o secciones en que estaba dividido entonces el país, dibujados por el coronel José Lanz, mapas que en realidad fueron una simple compilación de trabajos parciales y deficientes, tales como el plano del Orinoco de Humboldt, observaciones de Rivero y Boussingault, los mapas y croquis de Caldas, complementados con mapas parciales de otros geógrafos de la época colonial.

El Congreso de la Nueva Granada, por Ley del 15 de mayo de 1839 ordenó textualmente: "El gobierno contratará dos ingenieros geógrafos que trabajen la descripción de la Nueva Granada y levanten una carta general de toda ella y un mapa geográfico de cada una de sus provincias".

Esta ley, aunque incumplida en un principio, fue el origen, la génesis de la Comisión Corográfica.

Al Gran General Tomás Cipriano de Mosquera se debe también una carta de la Nueva Granada, lo mismo que otra al General Joaquín Acosta, quien publicó la suya en 1847, que no era en realidad otra

cosa que una reproducción de la de Restrepo, adicionada con algunos datos nuevos obtenidos por geógrafos extranjeros.

Tal era el estado, pudiéramos decir, de nuestra geografía, cuando el presidente Mosquera, sabedor de que el coronel Agustín Codazzi se retiraba de Venezuela, y siendo viejo conocido de él, resolvió llamarlo a fines de 1848 para encargarlo del levantamiento del mapa del país, en cumplimiento de la ya citada Ley de 1839.

No habiendo alcanzado Mosquera, durante su período presidencial a culminar las negociaciones con Codazzi, correspondió a su sucesor, el general José Hilario López, la terminación de la tramitación del contrato, añadiendo así López a sus muchos merecimientos el haber sido quien, bajo su administración, diera principio a esa magna labor.

A fin de poder llevar a cabo este trabajo en las mejores condiciones de entonces, no bien subió a la presidencia, llevó su agitación al congreso, obteniendo de éste una ley que autorizaba el levantamiento, en condiciones más precisas que las ordenadas por la Ley de 1839, la cual fue expedida el 29 de mayo de 1849, es decir, en la misma fecha en la cual treinta y ocho años después se fundara en Bogotá nuestra Sociedad Colombiana de Ingenieros.

No es el caso de entrar a relatar de lleno todas las peripecias y vicisitudes del desarrollo de la Comisión Corográfica; tan sólo queremos referirnos a las figuras más importantes que actuaron en ella. Es por esto que se han mencionado los antecedentes de la misma, pues no se puede omitir en esta enumeración los nombres de Tomás Cipriano de Mosquera y de José Hilario López, quienes desde la primera magistratura del Estado supieron y pudieron sacar adelante esa magnífica creación.

Como es obvio, al tratar en forma sintética de las principales figuras de la Comisión, debemos empezar por quien la encarnó, digámoslo así, el general Agustín Codazzi. Así como la Expedición Botánica está caracterizada por el sabio José Celestino Mutis, la Comisión Corográfica se personifica en Codazzi. Uno y otro dirigieron sus labores, inspiraron sus orientaciones, imprimieron su rumbo, y con su muerte, dejaron trancos sus trabajos, pues si bien es cierto que tanto en uno como en otro caso, ellos fueron proseguidos por sus discípulos, al faltar el entusiasmo del organismo motor, fueron languideciendo hasta terminar melancólicamente.

Nació en Lugo (Italia) en 1793, siendo enviado muy joven a la Escuela Militar que los franceses fundaron en Bolonia, luego admitido en 1809 en el Regimiento de Artillería de a caballo, continuando después su carrera militar en la Academia de París, y luego, llevado por los azares de su profesión, tomó parte en la campaña de Alemania de 1813, en la cual participó en varias batallas.

La caída del gran Napoleón provocó la disolución de los ejércitos, y lo obligó a abandonar Italia, siendo llevado, cual un nuevo Ulises, por un naufragio a la isla de Itaca; para luego, en compañía del ex-teniente coronel Constante Ferrari viajar por media Europa concibiendo la idea de venir al Nuevo Mundo, dirigiéndose a Baltimore.

Circunstancias de su viaje, hecho en el bergantín "América Libre", lo llevaron a incorporarse a la escuadra de Aury, pasando después a la de Brion, tomando parte en varias hazañas, hasta que finalmente, estando en la Vieja Providencia, recibió, así como sus compañeros, la grata nueva del triunfo de Boyacá.

Aury resolvió inmediatamente ponerse en contacto con el Libertador, enviando como comisionado a Codazzi, quien ya tenía el grado de Mayor. Codazzi hizo un viaje verdaderamente aventurero, remontando el Atrato hasta Quibdó y prosiguiendo luego a pie hasta Cartago, donde conoció al después general Tomás Cipriano de Mosquera, quien le proporcionó cabalgata para llegar a Bogotá, donde encontró que el Libertador había ya partido para el Norte.

Sin haber podido llegar a ningún acuerdo con Santander regresó por el mismo camino, hasta llegar a Turbo, incorporándose nuevamente a la escuadra de Aury, participando en varios combates y recibiendo el despacho de Teniente Coronel el 2 de noviembre de 1820.

A la muerte de Aury resolvió regresar a su patria, razón por la cual no quedó incorporado, como sus demás compañeros, en las filas de la República. En Italia compró una finca, dispuesto a pasar allí el resto de sus días, pero su espíritu aventurero lo llamó nuevamente a las costas de América, llegando a nuestra Cartagena de Indias el 24 de mayo de 1826, continuando inmediatamente viaje a Bogotá a bordo del "General Santander", buque de vapor que por primera vez surcaba las aguas del Magdalena.

Pocos días después de su llegada a Bogotá, regresó el Libertador del Perú y siendo incorporado dentro del séquito de éste y acompañándolo en su viaje al Norte, fue designado jefe de la artillería de Maracaibo recibiendo la preciada venera de la "Orden del Libertador".

Desintegrada la Gran Colombia, pasó a Venezuela siendo nombrado por Páez como Jefe del Estado Mayor de Venezuela. Poco después el Congreso

de aquella República ordenaba que se confiara a un oficial especial el levantamiento de los mapas provinciales que contuvieran informes geográficos, físicos y estadísticos.

Escogido Codazzi, para esta labor dedicó largos años de su vida al levantamiento del mapa de Venezuela, preocupándose al mismo tiempo por fomentar una sana inmigración, y sin descuidar durante todo este largo lapso deberes militares a que fue destinado por el gobierno.

En uno de sus viajes a Europa, para dirigir la edición de sus mapas, frecuentó en París la amistad de Humboldt, quien le propuso la tarea científica de instalar un pequeño observatorio en las costas de Venezuela, y le suministró importante documentación, especialmente sobre la región del Orinoco.

Dedicado estaba Codazzi a sus labores de levantamiento y de la colonia de inmigración, cuando el Presidente Monagas el 24 de enero de 1848 disolvió por medio de la fuerza armada, el Congreso de Venezuela. Esta circunstancia agravada por la enemistad personal entre Codazzi y Monagas, lo obligó a incorporarse en la campaña de Páez contra el gobierno, no obstante recibir en esos días una carta del general Mosquera nombrándolo profesor de la Escuela Militar Superior de Bogotá y pidiéndole viniera a colaborar en el levantamiento del mapa, ordenado por la ya citada Ley de 1839.

Codazzi participó en las campañas de Páez, luego de poner a salvo su familia (años atrás había contraído matrimonio con distinguida dama venezolana), pero retirándose Páez de la campaña, Codazzi siguió a Bogotá, donde llegó en enero de 1849, encontrándose aquí con un núcleo de extranjeros amantes de las ciencias, tales como Tomás Reed, arquitecto inglés que por ese entonces dirigía la recién iniciada obra del Capitolio Nacional, el ingeniero Estanislao Zawadzky, el matemático Miguel Bracho, el químico José Evoli y el naturalista Juan Levy.

Codazzi propuso al gobierno una reorganización de la Escuela Militar en el sentido de que preparara no solamente oficiales militares, sino también ingenieros civiles; recibiendo poco después, el 22 de febrero, el nombramiento de Teniente Coronel del Cuerpo de ingenieros, dedicándose inmediatamente a los preparativos para iniciar el levantamiento del mapa.

Con el apoyo del nuevo gobierno, iniciado el 1º de abril bajo la presidencia del general López, Codazzi hizo unos trabajos preliminares levantando el plano geográfico de Bogotá y sus alrededores, contando con la colaboración de los alumnos del Colegio Militar.

Luego, después de haber convenido con el gobierno condiciones, que por cierto eran bastante gravosas para él, el día 3 de enero de 1850, comenzó sus labores iniciándose así la Comisión Coro-

gráfica trabajo verdadero de cíclopes, que tan grande resonancia tuvo en la historia científica del país.

Nueve años de vagar por todo el territorio nacional, sin descuidar sus tareas en el Colegio Militar, constituyen una proeza que sólo es comparable a las marchas forzadas del Libertador en sus campañas épicas.

En efecto, en cada una de las Provincias estudiadas recopiló en tres partes principales los siguientes datos: la primera sobre situación, extensión, posición, límites, montañas, ríos, islas, lagos y pantanos; topografía, climas y estaciones; divisiones políticas, agricultura, manufactura y ganadería; minerales, maderas y plantas útiles; animales salvajes, comercio interior y exterior, acompañada de cuadros estadísticos y altura de montañas.

La segunda parte contenía itinerarios de caminos y jornadas, con informes sobre temperaturas, tiempo necesario para las tropas en marcha en recorrer cada vía, con una descripción de cada jornada.

La tercera parte estaba formada por la geografía de los Cantones.

Correspondió a Codazzi, en medio de estas labores, intervenir en los estudios que por aquel entonces se hicieron del canal interoceánico, ya por la concesión de privilegio a Edward Cullen, que el gobierno revocó gracias a los datos de Codazzi; ya cuando vino la comisión norteamericana presidida por John C. Trautwine (el conocido autor del Manual de Ingeniería) a estudiar las rutas del Atrato; ya estudiando varios trazados a través del istmo de Panamá.

Cuando el golpe militar de Melo, Codazzi prestó sus servicios a las tropas constitucionales, recibiendo al restablecerse el gobierno legítimo, el título de General.

Participó también en 1856 en las labores de la "Sociedad Caldas", academia científica de la cual formaron parte, entre otros, Ezequiel Uricoechea, Liborio Zerda, Florentino Vezga.

En 1858, habiendo cambiado los tiempos, tuvo la amargura de que el gobierno presidido entonces por Mariano Ospina Rodríguez, no prestara atención a sus labores, y se negara a oír siquiera su propuesta para el levantamiento de los mapas que faltaban, que incluían un mapa especial de la Sierra Nevada de Santa Marta, circunstancia ésta que lo hizo pensar muy seriamente en la posibilidad de trasladarse al Perú, de cuyo gobierno había recibido propuestas para el levantamiento del mapa.

Pero su entusiasmo lo llevó a terminar sin apoyo alguno del gobierno, lo poco que le faltaba, saliendo de Bogotá a fines de 1858, llevando como único compañero a don Manuel María Paz. Su viaje lo llevó cerca de la deseada Sierra Nevada, donde una

fiebre mortífera rindió su vida, en el pueblito del Espíritu Santo (que hoy lleva su nombre), sin más compañía que su fiel amigo Paz, y un arriero.

La efervescencia política de aquella época hizo que su muerte pasara inadvertida, y sólo años después, gracias a los esfuerzos de quienes fueron sus compañeros y amigos, el gobierno se interesó en terminar sus labores, correspondiéndole al presidente Mosquera, nuevamente en el poder, arreglar con Ponce de León y con Paz la publicación de los mapas, con Felipe Pérez la descripción del país, y con Triana la publicación de la parte botánica.

¿Fue útil la vida de Codazzi? Sin temor a equivocarnos podemos decir que sí. Fue el primero que trazó un plan científico, según los conocimientos de su época para obtener el levantamiento del mapa del país y procurar una armonía entre los mapas de las diversas Provincias. Indudablemente su obra no fue perfecta. Ni el tiempo de que dispuso, ni los instrumentos de medida de entonces, le permitieron hacer un trabajo de alta precisión. No obstante su mapa sirvió de base para todos los estudios posteriores, siendo complementados, más bien que corregidos, por la Oficina de Longitudes, que durante varios años desarrolló una interesante labor científica, y cuya terminación fue decretada hace ya algún tiempo, dando final a una entidad que fue un baluarte técnico en su época.

Corresponde ahora al Instituto Geográfico Militar, que lleva el nombre de "Agustín Codazzi", por disposición del gobierno con motivo del primer centenario de la iniciación de labores de la Comisión Corográfica, complementar y terminar, ya con medios e instrumentos de alta precisión y con métodos modernos, la labor que con patriotismo y alto espíritu de abnegación, llevó a cabo hace un siglo, ese hombre cuyo nombre debe pronunciarse con igual respeto que el de los grandes próceres de la Patria: AGUSTIN CODAZZI.

#### MANUEL MARÍA PAZ

Nacido en Almaguer el día 6 de julio de 1820, gracias a su inteligencia y tenacidad obtuvo una buena ilustración, habiendo desempeñado varias cátedras.

Comenzó su carrera militar como soldado raso de la Guardia Nacional en Popayán. El 30 de septiembre de 1842, ganado ya su título de teniente, obtuvo en Panamá un honrosísimo certificado del general Tomás Cipriano de Mosquera.

Continuó luego en la carrera hasta obtener el título de Coronel.

Profesó en el "Colegio Militar" y formó parte del Estado Mayor General del Ejército.

Desde la iniciación de la Comisión Corográfica prestó sus servicios a ésta, desempeñando con gran habilidad los oficios de pintor y cartógrafo. Acompañó lealmente a Codazzi, hasta cumplir el triste deber de cerrar sus ojos en el último trance.

Con gran espíritu de compañerismo y lealtad insistió ante el gobierno para la prosecución de los trabajos. Años después de la muerte de Codazzi quedó encargado con Ponce de León para terminar sus mapas, habiendo publicado en París el hermoso y útil "Atlas Geográfico", arreglado a los trabajos de la Comisión.

En asocio de Indalecio Liévano trabajó en un mapa resumen de la labor de dicha Comisión, pues se distinguía por sus espléndidos trabajos en tinta de China. Hacia 1875 abrió en Bogotá una Academia de Pintura, que logró presentar sus trabajos en una exposición.

Murió en Bogotá el 17 de septiembre de 1902.

#### MANUEL PONCE DE LEÓN

Nacido en Bogotá el 1º de enero de 1829, obtuvo su grado de Bachiller en la Facultad de Filosofía de la Universidad del primer distrito el 27 de octubre de 1847, entrando luego al famoso Colegio Militar fundado por Mosquera, donde obtuvo el 13 de mayo de 1852, el grado de Ingeniero Civil, entrando a desempeñar varias cátedras en el mismo Colegio Militar.

Trabajó en el estudio del camino del Chocó y de otras vías, en el levantamiento de los planos de los terrenos de las salinas de Zipaquirá, Nemocón, Táusa, y Sesquilé; en el trazado del ferrocarril de Zipaquirá a Nemocón, habiendo colaborado en la Comisión Corográfica, al lado de Codazzi, quien lo inició en la práctica de la geodesia y de la topografía.

En asocio de Paz contrató con el gobierno la reducción y elaboración de la Carta General del país, así como la de los Estados, dando así terminación a las labores de la Comisión Corográfica, que fueron editadas en París en 1866.

Organizado el Cuerpo de Ingenieros Nacionales, por Ley de 1866, recibió el diploma de idoneidad, así como el título de oficial de ingenieros, el 7 de diciembre de 1866.

Durante todo el tiempo que existió la entonces Universidad Nacional, debida al celo del general Santos Acosta, dictó los cursos de cálculo diferencial e integral, mecánica, construcciones, etc., teniendo como discípulos a notables ingenieros, como don Julio Garavito Armero.

Desde el 29 de mayo de 1887, fecha de su fundación, ingresó a la Sociedad Colombiana de Ingenieros, cuya presidencia ocupó de 1890 a 1893, dejando a su muerte, un legado que constituye el premio que lleva su nombre, que es un trofeo de honor para los ingenieros que lo obtienen luego de haber cursado con éxitos sus estudios en nuestra Facultad Nacional.

Ocupó varios cargos militares y civiles: coronel de los ejércitos que lucharon contra Melo, sirvió con el mismo grado en las fuerzas de la Confederación en 1860 y en 1885 trabajó en la oficina que

el gobierno organizó para trazar las cartas de la guerra.

Gerente del ferrocarril de occidente, Director de Obras Públicas de Bogotá, miembro de su Cabildo, Rector de las Escuelas de Ingeniería y Derecho, cooperó en el trazado del ferrocarril del norte y en el de la carretera de Cambao, siendo luego subsecretario del Ministerio de Fomento y Ministro del Tesoro, cargo que renunció para viajar al exterior, a cuyo regreso falleció en Bogotá el 18 de enero de 1899.

#### JOSÉ TRIANA

El más notable entre los botánicos colombianos, nació en Bogotá en 1826 e hizo los primeros estudios al lado de su padre, don José María Triana, notable institutor.

Llamado por su hermano político Lorenzo María Lleras al Colegio del Espíritu Santo, dedicaba sus horas de reposo a recoger plantas, observarlas y acondicionarlas, sirviéndose de las pocas obras de botánica que logró conseguir y de los consejos de don Francisco Javier Matiz, discípulo que fue de Mutis en la Expedición Botánica.

Incorporado a la Comisión Corográfica en su carácter de botánico, no obstante la resistencia que por modestia presentó, trabajó en ella durante siete años, haciendo observaciones sobre toda hoja, toda raíz, todo tinte, todo fruto, toda corteza que pudiera servir a la consecución del herbario y como base para la formación de la flora colombiana.

En sus correrías tuvo que sufrir mucho, fuera de las molestias y fatigas inherentes a los diversos climas y accidentes de los terrenos, por los efectos de varias plantas cuyas propiedades deseaba conocer para aplicarlas a la medicina, llegando a poner varias veces en verdadero peligro su salud.

Triana, después de la guerra civil en 1854, se dedicó a escribir artículos sobre Botánica, que llamaron la atención del gobierno, quien lo contrató para que viajara a Europa a clasificar y hacer conocer nuestros productos vegetales.

Llegando a París tuvo la desilusión de que los productos del reino vegetal de la Nueva Granada no aparecían en los catálogos de la ciencia, careciendo hasta de los nombres técnicos.

Resolvió entonces escribir una obra sobre el particular, con suficiente base científica para resistir el juicio de la crítica sólida, principiando para ello por estudiar la estructura, organización y clasificación de nuestras plantas según los métodos adoptados en Europa. Terminado el contrato el gobierno lo prorrogó gracias a la valiosa intervención de varios hombres de ciencia que se dirigieron por conducto del Ministro de Francia en Colombia.

En 1864 publicó el primer tomo de su obra; el segundo en 1867. En 1865 se presentó a la Exposición de Horticultura de Amsterdam con una monografía sobre las "Melastomáceas", que fue pre-

miada por el jurado de la Exposición; en 1866 fue elegido vicepresidente del Congreso Botánico Internacional, reunido en Londres.

Sin ayuda alguna del gobierno de Colombia, se presentó a la Exposición Universal de París de 1867, obteniendo un ruidoso triunfo al recibir de manos de la Emperatriz Eugenia de Francia, en presencia de los soberanos de Europa y del Cercano Oriente, el gran premio de la Exposición, así como un premio en dinero que le sirvió para publicar su obra sobre la familia de las Criptógamas.

Gracias a su triunfo, el gobierno le prorrogó el contrato, ordenándole, además, la colocación de su retrato en el salón de la Universidad Nacional. Dedicó varios años al estudio de los trabajos de la Expedición Botánica, que habían sido enviados a Madrid cuando la reconquista española. Vuelto a París murió en dicha ciudad el 31 de octubre de 1890.

#### MANUEL ANCÍZAR

Nació en la hacienda de "El Tintal" (Fontibón) el 25 de diciembre de 1812. Viajó a Cuba a raíz del triunfo de Boyacá, pues su padre era un comerciante español. En La Habana estudió Jurisprudencia, tomando parte en la conspiración de 1830 para libertar a Cuba. Gracias a su audacia y sangre fría se salvó, así como sus compañeros, al ser asaltado por la policía.

Luego de viajar por Haití y los Estados Unidos se radicó en Venezuela, donde ejerció la abogacía y el profesorado, siendo designado como Ministro Plenipotenciario ante este último país para arreglar el problema de límites entre las dos naciones.

Vuelto a Bogotá fundó la "Imprenta del Neogranadino", siendo nombrado Subsecretario de Relaciones Exteriores, encargado un tiempo del Ministerio.

Sus labores en la Comisión Corográfica, quedaron resumidas en el famoso libro de la "Peregrinación de Alpha", verdadero tratado de geografía descriptiva, siguió usando este seudónimo, firmando así la mayor parte de sus escritos, razón por la cual sus amigos lo llamaban "el padre Alpha".

En 1852 se retiró de la Comisión, siendo reemplazado por don Santiago Pérez, pues fue designado por el gobierno como Encargado de Negocios ante los gobiernos de Ecuador, Chile y Perú, firmando en esta última nación el tratado de reconocimiento y pago de la deuda a la Nueva Granada.

A su regreso a Bogotá se encargó de la redacción de "El Tiempo", siendo también representante por Panamá, miembro de la Convención de Rio

negro, rector de la Universidad Nacional y del Colegio del Rosario, y nuevamente Ministro de Relaciones Exteriores de los presidentes Parra y Trujillo, y presidente del Consejo Académico de la Universidad, cargo que ocupaba a su muerte acaecida en Bogotá en 21 de mayo de 1882.

#### RAMÓN GUERRA AZUOLA

Nació en Tocaima el 17 de noviembre de 1826. Huérfano a temprana edad, pues su padre el Coronel Ramón Guerra perdió la vida en el patíbulo a raíz del 25 de septiembre, correspondió a su madre, mujer de estirpe ilustre y santa y abnegada matrona, dirigir su educación.

Dotado de clarísima inteligencia siguió dos carreras: la de abogado, en ese tiempo obligatoria para los jóvenes de familia distinguida, y la de ingeniero, que era la de su vocación.

Participó en nuestras luchas civiles como teniente de la Guardia Nacional en el ejército del Sur en la campaña de 1854 contra el dictador Melo; y en la revolución de 1860, siendo ayudante secretario del general Joaquín París, jefe de las fuerzas del gobierno legítimo.

Como ingeniero trabajó al lado de Codazzi en la Comisión Corográfica; probablemente colaboró en "La Peregrinación de Alpha"; parte de los planos y dibujos de la Comisión fueron dibujados por él.

Secretario de gobierno de Cundinamarca; Magistrado del Tribunal de este departamento; Registrador de Instrumentos Públicos; Secretario y luego Magistrado de la Corte Suprema de Justicia; Profesor de las Facultades de Ingeniería y Jurisprudencia; Rector de las mismas; Catedrático del Colegio de San Bartolomé; Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros; Miembro de número de las Academias de Historia y Jurisprudencia; Magistrado de la Corte de Cuentas, lo sorprendió la muerte el 29 de abril de 1903, siendo Presidente del Consejo de Estado.

Tales fueron las figuras principales de la Comisión Corográfica, que durante varios años recorrieron el territorio nacional levantando su carta geográfica. En gracia de la brevedad omitimos extendernos sobre otros nombres ilustres, contentándonos con mencionarlos simplemente, tales como don Santiago Pérez, más tarde Presidente de la República, Lorenzo Codazzi, hijo del general, y los principales dibujantes, Carmelo Fernández y Enrique Price.

Codazzi y sus colaboradores tienen sus nombres escritos, en caracteres de oro, en las páginas de la Historia de Colombia.

# EL INSTITUTO GEOGRAFICO DE COLOMBIA "AGUSTIN CODAZZI" Y SU "PETITE HISTOIRE"

JOSE IGNACIO RUIZ

*Primeras reuniones. — Miembros fundadores.* Exactamente en frente del Teatro de Colón, en una oscura, vieja y destartalada casona, derribada luego para ampliar el Palacio de San Carlos (hoy Presidencial), nació a mediados de 1935, el Instituto Geográfico. Allí funcionó, entre inmensas telarañas y grandes incomodidades, durante varios meses, mientras se construía su primer edificio. Con dificultad caminábamos en aquellos fríos corredores por entre grandes cajas de madera, cerradas algunas todavía, otras parcialmente ocupadas, de las cuales brotaban como por arte de magia —el mago era el doctor Ruiz Wilches—, los más bellos instrumentos que la imaginación puede concebir. Agrupados en torno del maestro, unos en pie, otros sentados en los cajones, oíamos de sus labios las explicaciones concernientes a cada uno de los aparatos que se desembalaban. Así conocimos los maravillosos teodolitos Wild, de círculos de cristal, verdaderos prodigios de la mecánica y de la óptica, acabados de inventar y de construir en Europa y que estaban causando sensación en el mundo científico. Y también otra gran variedad de instrumentos astronómicos, geodésicos y aerofotogramétricos, ya de gabinete o bien de campo, comprados personalmente en el Viejo Continente por el Fundador del Instituto Geográfico y nuestro primer Director. Asimismo acariciábamos con las manos y los ojos innumerables libros de consulta, folletos y tablas, que golosamente nos distribuíamos para luego comentar los sabrosos hallazgos científicos y técnicos. Así pronto nos familiarizamos, los ingenieros jóvenes, con el texto de Geodesia del Profesor Pierre Tardi y con los interesantes folletos especializados del U. S. Coast and Geodetic Survey (lo más completo que sobre Geodesia práctica se ha escrito en el mundo). Entre este grupo de colegas recuerdo a Luis Felipe Valencia, a Luis Ignacio Soriano, a Ernesto Parra Lleras, a Gonzalo Arboleda, a Santiago Garavito, a Manuel José Lobo Guerrero, gran compañero en la Comisión delimitadora en el Río de Oro, a Hernando Posada Cuéllar (Director del Instituto de 1940 a 1943), a Eduardo Alvarez Gutiérrez (Director del Instituto de 1943 a 1949), a Hernando Lleras Franco, a Manuel Silva, a Rafael Olarte, a Hernando Aparicio, a Hernando Vergara, a Manuel Acosta, a Francisco Forero, a los tenientes Forero Neira, Rafael Convers Pinzón y Augusto Ruiz Mora, lo mismo que a José Valenzuela Carrizosa y a Fabio López Uribe, recién llegado de Londres.

El doctor Guillermo Merndeshausen, alemán, especializado en aerofotogrametría, admirable técnico y gentil compañero, que se quedó entre nosotros, vino con el doctor Ruiz Wilches de Europa con el fin de instalar y enseñar a manejar el delicado y novísimo instrumental aerofotogramétrico de la Casa Zeiss. Mendershausen, que ha cumplido su misión en forma perfecta, se nacionalizó en Colombia. Y hoy habla con marcado acento bogotano. Nos acompañaba como secretaria del Director, Lucía Vergara Uribe, simpática y distinguida, que continúa hoy siéndole fiel a las Matemáticas y a la Astronomía, como Secretaria del Observatorio Astronómico y de la Academia de Ciencias.

Unos meses más tarde, y ya al primer edificio construido en terrenos del antiguo Polígono de Tiro, llegaron tres colegas más: Enrique Garcés, Belisario Arjona y Marcos Mora. El primero, profesional de larga travesía, había sido Jefe de la Comisión de Límites con Venezuela. (Murió hace pocos años). El segundo era también veterano de nuestras Comisiones Internacionales delimitadoras, a pesar de su briosa juventud. Venía del Brasil lleno de libros, tablas y formatos, escritos en la desvertebrada y dulce lengua de Camoens. El último, recién graduado entonces, escogió como aliada la Geodesia, y a ella le ha guardado, en 20 años, una fidelidad inalterable.

Un año después, en 1937, dos excelentes cofrades: Jorge Noel Rodríguez y Elberto Ruiz, pletóricos de mística geográfica. Llegaron célibes y continúan pagando impuesto de soltería. Otro caso de fidelidad a los números impares. El segundo fatigó las columnas de "Tripode", Revista humorística, al estilo del "Buzzard" del Coast and Geodetic Survey de Washington, que acerca de sus casos y cosas se publicó en el Instituto Geográfico durante varios años. En ella hicieron gala de ingenio los expertos de la pluma que escribe y de la pluma que pinta.

*Personalidad del doctor Ruiz Wilches, Fundador del Instituto. — Su dón de convicción.* Sobre este entusiasta y rumoroso enjambre, ávido de conocimientos, reinaba cordialmente el profesor Belisario Ruiz Wilches con su alter ego, el ingeniero Tomás Aparicio Vásquez (fallecido en 1948), ambos ilustres y antiguos miembros de varias Comisiones Internacionales de Límites y de la Oficina de Longitudes. Centro científico que orientó con su sabiduría Julio Garavito Armero y dirigió con inteligencia y firmeza, durante más de un tercio de siglo, el doctor Julio Garzón Nieto.



Con precisión recuerdo las tertulias que, en torno de los "dos grandes", (después advino el tercer grande, el doctor Darío Rozo), y ya pasadas las horas reglamentarias de oficina, formábamos cotidianamente. La tranquilidad y parsimonia del doctor Aparicio eran, por contraste, el complemento indispensable a la vivacidad del doctor Ruiz Wilches. A este respecto cabe relatar aquí la siguiente anécdota:

El doctor *Ciro Vásquez C.*, venezolano, que fue compañero de los ingenieros *Ruiz Wilches* y *Aparicio* en algunas de las Comisiones Internacionales de Límites, me refería, en 1930, que años atrás, estando en labores de campo, al acercarse una mañana a las toldas colombianas alcanzó a oír que el doctor *Ruiz Wilches* en forma viva le decía al doctor *Aparicio*: "Tomás, te tolero que me hayas dicho que toda la música de *Wagner* no es otra cosa que una larga y ruidosa misa mayor, pero que este sublime pasaje de *Shakespeare* no te conmueva, eso sí no te lo perdono!".

Realmente, el ingeniero *Tomás Aparicio* era de una calma imperturbable. Calma aparente, pues era de fina sensibilidad. Eminente profesional y hombre viajado, poseía una cultura muy sólida, puesta de presente en los altos cargos que ocupó. Entre otros, el de Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Como *Saúl* en medio de su pueblo, el doctor *Belisario* (que así lo llamábamos familiarmente) se destacaba entre todos por su arrogancia, por su inteligencia y por su fe en el buen éxito de la empresa. Con rasgos físicos que parecen tomados de una galería de genios del Renacimiento, su presencia se impone favorablemente en cualquier reunión donde se halle. Su cultura general corresponde a esta efigie. Grato placer oírlo referir sus impresiones de viaje por el Mar de *Orellana* y por las selvas vírgenes que lo enmarcan, por las ardientes playas del Nilo, orladas de pirámides y de leyendas, o por los museos de *París*, de *Roma* y de *Florenza*. O relatar con precisión, ligándolos a la Geografía, episodios de la historia universal o patria, o de las mitologías orientales. O discurrir con originalidad sobre diversas literaturas, o sobre música o alrededor de temas filosóficos. Pero su pasión es *Urania*: entra en éxtasis al hablar, con imaginación de artista y precisión de matemático, de las lejanas y misteriosas galaxias que pululan en el *Cosmos*. Quizá muchas vocaciones de astrónomos y geógrafos se forjaron por simpatía al calor de su amistad cordial.

Se ha preocupado, desde luego, por la forma matemática de nuestro globo, y así ha planteado y deducido ecuaciones a este respecto. Ecuaciones de equilibrio, de orden general, de una masa fluida que gira alrededor de un eje que pasa por su centro de gravedad, aplicables al caso de la Tierra

y de los demás planetas aún de *Saturno*. Ha ideado, asimismo fórmulas y tablas sobre astronomía de posición. Fuera de ello, no ha permanecido ajeno a la ejecución o a los proyectos de grandes obras de progreso patrio como carreteras, ferrocarriles o canales interoceánicos.

Era, pues, natural que se preocupara hondamente por el levantamiento cartográfico de nuestro territorio y que pusiera al servicio de este ideal todo su fervor y todo su prestigio. Logró así contagiar de su fe y de su entusiasmo al entonces Presidente de la República, doctor *Alfonso López*, quien le otorgó carta blanca para conseguir en Europa el instrumental más moderno, sin reparar en el costo. Y así, como *César*, fue, vió y triunfó. Y he aquí que hoy contamos con esta realidad magnífica que es el Instituto Geográfico Militar de Colombia.

Por la época en que se fundó el Instituto Geográfico, algunas compañías extranjeras propusieron levantamientos topográficos parciales de nuestro territorio. Puede, pues, afirmarse que sin el prestigio y autoridad del profesor *Ruiz Wilches*, y sin la tozudez y firmeza con que presentó y defendió su idea ante los altos poderes del Estado, no se hubiera fundado una entidad nacional, con técnicos colombianos, para acometer la trascendental tarea de levantar el mapa exacto del país por un procedimiento entonces poco conocido. El ilustre ingeniero merece, pues, bien de la patria y el vivo reconocimiento de la Ingeniería nacional.

*Ruiz Wilches*, a su regreso de Europa, obtuvo la aprobación del Decreto Ejecutivo que dio vida al Instituto Geográfico Militar. Tal histórico documento dice así:

DECRETO NUMERO 1440 DE 1935  
(agosto 13)

Por el cual se crea el Instituto Geográfico Militar.

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA  
DE COLOMBIA,

en uso de sus facultades legales,

DECRETA :

*Artículo 1º.*—El Departamento de Levantamiento del Estado Mayor General del Ejército (Departamento N° 3), funcionará en lo sucesivo con el nombre "Instituto Geográfico Militar", y será una entidad dedicada al levantamiento de la carta militar del país.

*Parágrafo.*—El Instituto Geográfico Militar dependerá del Estado Mayor General del Ejército como ha venido dependiendo de él el Departamento N° 3.

*Artículo 2º.*—En el levantamiento de la carta, cuyo original se hará en la escala, distancia entre curvas de nivel, etc., que se determinen por el reglamento interno de esta oficina, regla-

mento que deberá ser aprobado por el Ministerio de Guerra, se emplearán los procedimientos aerofotogramétricos apoyados en una red constituida por una serie de puntos astronómicos determinados con exactitud y ligados entre sí por cadenas de triángulos o poligonales topográficos.

*Parágrafo.*—En el reglamento interno de la Oficina se determinarán las condiciones que deberán llenar las operaciones astronómicas, topográficas, aerofotogramétricas, &, para que llenen la condición de exactitud de acuerdo con la escala adoptada.

*Artículo 3º*—Esta Oficina, además, estará encargada de publicar la carta militar del país de acuerdo con las observaciones que respecto a publicidad de los datos haga el Estado Mayor General del Ejército.

*Artículo 4º*—Además de la carta general del país esta Oficina estará encargada de ejecutar los trabajos parciales de levantamiento, reproducción de cartas, del levantamiento de planos de fronteras, estudio de límites entre varias secciones del país o internacionales, zonas dedicadas a obras especiales por los Ministerios de Agricultura o Industrias, estudio de regiones para trazados o construcciones de vías de comunicación planos básicos para estudios catastrales, & cuando así lo disponga el Ministerio de Guerra.

*Artículo 5º*—El personal, sueldos, & de esta Oficina, se determinarán por el Decreto orgánico del Estado Mayor General del Ejército.

*Artículo 6º*—Para la realización de los trabajos de que está encargado el Instituto Geográfico Militar, contará con el instrumental que perteneció a la Oficina de Cartografía del Estado Mayor General del Ejército, con el adquirido recientemente en Europa con destino a esta Oficina por el Jefe del Departamento de Levantamiento del Estado Mayor General, con el autógrafo Wild que fue pedido para la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, y con el transformador que perteneció a la Casa Julius Berger Consortium, y que hoy pertenece al Ministerio de Obras Públicas.

#### COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE.

Dado en Bogotá a 13 de agosto de 1935.

ALFONSO LOPEZ.

El Ministro de Guerra,

M. A. AULI.

*Primer edificio del Instituto.*—En abril de 1936 nos trasladamos al primer edificio construido especialmente para albergar el Instituto Geográfico, edificio levantado en la carrera 7ª entre calles 52 y 53. Allí permaneció el Instituto durante veinte (20) años. Empero, la necesidad de ensanche de los trabajos para poder satisfacer la creciente deman-

da de diversas entidades nacionales, y aún para cumplir compromisos internacionales de orden científico, obligó a pensar, en 1950, en la construcción de un nuevo y definitivo edificio, en terrenos más amplios. Esta obra está terminándose en la Ciudad Universitaria.

*Primera base y primeros Vértices Geodésicos.*—La primera base medida sobre la antigua carrilera del F. C. del Norte, entre las estaciones Uribe y Prado (hoy autopista), fue un gran acontecimiento. Intervino todo el personal técnico, ansioso de aprender a menajar las cintas de 50 metros, de metal INVAR (aleación de acero y níquel, cuyo coeficiente de dilatación es prácticamente cero), con dinamómetros especiales para mantener constante la tensión de la cinta & &. Los resultados fueron excelentes. La precisión obtenida, en una distancia de 2.600 metros, fue del orden de 1:700.000. Esto cumplía muy bien las especificaciones de las triangulaciones geodésicas de segundo orden.

En seguida se esparcieron los ingenieros, en grupos por todo el ámbito de la Sabana y por los altos cerros que la rodean, provistos de los mapas de la Oficina de Longitudes, en busca de puntos de apoyo para los diversos triángulos que debían formarse. Era una nueva y mejor equipada Comisión Corográfica que reanudaba trabajos, con el mismo entusiasmo patriótico que la de antaño.

Personalmente subí con el doctor Tomás Aparicio y con Manuel Silva ("la cochona") al alto cerro de "El Tablazo", al N. W. de Subachoque. Naturalmente funcionaron muy bien los instrumentos de exploración que todavía oían a nuevo, a saber: hipsómetros, aneroides, anteojos de larga vista, niveles Abney, brújulas de bolsillo & &. También funcionaron bien las piernas, pues ante lo malo de los caminos y la peor calidad de las mulas, en ocasiones hubimos de apelar a las primeras. Y era de ver al "Doctor Tomás", ya entrado en años, cómo, en aquellas durísimas y largas excursiones, cuando casi siempre la noche nos sorprendía en despoblado, a veces bajo intensa lluvia, daba ejemplo de resistencia y de frugalidad. Era de la estirpe de los hermanos Reclus y de Codazzi. Y así de cerro en cerro fuimos avanzando hasta el río Magdalena, y luego hasta el río Cauca. Hecha la escogencia de los vértices y colocadas las torres de madera y los hitos de cemento, con placas de bronce, vino la medida de los ángulos. Entonces pudimos apreciar la bondad del moderno instrumental Zeiss y Wild. Con aparatos livianos, de fácil transporte, casi de bolsillo, medíamos los ángulos con una precisión mayor que con los antiguos teodolitos, grandes y pesados, de múltiples nonios. Los triángulos cerraban maravillosamente, y así nuestro esfuerzo quedaba gratamente compensado. No importaban los soles ardorosos, la sed y la fatiga, los vientos helados y violentos en las rocas tajadas a pico, la dura permanencia bajo delgadas toldas, por días o

por semanas, en espera angustiosa de que las foscas nieblas se disiparan, el hambre, el aislamiento de la familia, nada de eso importaba: "el triángulo había cerrado dentro de un segundo".

Diez años más tarde, al visitar otros países de la América, pude darme cuenta de que por allá apenas comenzaban a sustituir los obsoletos teodolitos por el moderno y cómodo instrumental. Nos habíamos, pues, adelantado dos lustros.

*Primeras operaciones astronómicas. — Red del Atlántico.*—A fines de 1935 llegó a Barranquilla la Comisión Hidrográfica americana del navío *Nokomis*, la que solicitó la determinación de dos puntos astronómicos, uno en dicha ciudad y otro en Cartagena. Por allí, pues, comenzó la astrofísica de campo, la cual fue iniciada por el propio doctor Ruiz Wilches, haciendo uso del moderno equipo que se había adquirido entonces (anteojo meridiano portátil, tipo Bamberg, con micrómetro impersonal, cronómetro marino sideral, cronoscopio de dos agujas, aparato receptor de señales horarias rediodifundidas & &). Acompañaron al Director en dicho trabajo Eduardo Alvarez Gutiérrez y Hernando Aparicio.

Un poco más tarde se inició el establecimiento de una red geodésica entre Barranquilla y Cartagena, complementaria de los trabajos hidrográficos del *Nokomis*. En esta Comisión actuaron Hernando Aparicio, Posada Cuéllar, Santiago Camacho, Rafael Olarte y otros.

*Red Bogotá-Ibagué-Cartago. — Desviación de la vertical.*—Valores inesperados de ésta.—Consternación.—Mientras tanto avanzaba la red central hacia los llanos altos del Tolima. Allí, en las inmediaciones de Ibagué, en "El Salado", se escogió el sitio para la segunda base. Y cerca de ella se estableció la segunda estación astronómica de Laplace (la primera estaba siendo determinada en el edificio del Instituto Geográfico, en Bogotá). En estos trabajos geodésicos y astronómicos intervinieron directamente Gonzalo Arboleda, Belisario Arjona, Manuel José Lobo Guerrero, Marcos Mora, Manuel Silva, Augusto Ruiz, José Valenzuela y quien esto escribe.

Vino luego el tremendo paso de la Cordillera Central, por las cercanías del majestuoso Nevado del Tolima, donde hubo necesidad de apelar al trabajo geodésico nocturno, en vértices situados a alturas superiores a los 3.500 metros sobre el nivel del mar. La llegada a los risueños y opulentos valles del Quindío y del Cauca fue una justa compensación. Cerca de Cartago, la noble ciudad colonial, se escogieron la tercera base y el correspondiente punto astronómico de Laplace. El personal fue el mismo mencionado últimamente, además de los ingenieros Hernando Lleras Franco, Rafael Olarte, José María Domínguez, Manuel Campillo y Luis José Castro. Entre Ibagué y Armenia hubo ayuda de los FF. NN., interesados en

el plano de este sector. Se procedió en seguida al cálculo de la red y a la confrontación de las posiciones astronómicas y las geodésicas. Y aquí se presentó un fenómeno de la mayor trascendencia científica. Al comparar la posición astronómica directa de "El Salado" con la del mismo punto, obtenida por la triangulación geodésica que parte de Bogotá, se encontró una diferencia realmente enorme, a primera vista inexplicable. Discrepancia del orden de un minuto de arco sexagesimal, que traducida a distancia lineal da cerca de dos (2) kilómetros. (Cabe recordar aquí que por una diferencia similar pero mucho menor, también aparentemente inexplicable, perdió la razón el ilustre astrónomo francés Pierre Méchain, a principios del siglo pasado. Nosotros no llegamos a tanto, pero sí realmente nos alarmamos). Claro está que lo primero que se pensó (errare humanum est) fue en un error de cálculos. Pero revisados estos, tanto los astronómicos como los geodésicos, y encontrados perfectos, hubimos de rendirnos ante la evidencia de que se trataba del mismo fenómeno que perturbó a Méchain: la desviación de la vertical astronómica, como consecuencia de la atracción de los grandes macizos terrestres. Un cómputo aproximado del efecto combinado de este fenómeno, tanto sobre la vertical de Bogotá como sobre la de "El Salado", ocasionado por las cordilleras Oriental y Central de los Andes, nos dio un valor muy cercano a la diferencia que se había encontrado.

Esta anomalía tuvo gran trascendencia, como dije atrás. Efectivamente, ella nos indicó que no era posible, tratándose de cartas a escala grande, seguir la política de la antigua Oficina de Longitudes, consistente en utilizar como marco fundamental de apoyo para la topografía una malla de puntos astronómicos. Era absolutamente indispensable contruir una red geodésica, aunque ello demandara mayor esfuerzo en tiempo y en dinero. Vale decir, era necesario, sin vacilación, extender la triangulación geodésica a todo el país, pero principalmente a la región dominada por las tres altas cordilleras andinas. Así se ha hecho, y hoy puede afirmarse que la parte montañosa de nuestro territorio quedará, en breve, completamente cubierta por triangulaciones de primero y de segundo órdenes.

*Nivelación trigonométrica.*—Simultáneamente con la triangulación se iba llevando una nivelación trigonométrica múltiple, es decir, con observaciones recíprocas de los ángulos verticales entre todos los vértices. En esta forma quedó eliminado el efecto de la refracción geodésica y, además, se hallaron numerosos valores de este coeficiente, el cual se encontró —fenómeno de interés científico— variable en función de la altura. Las cotas trigonométricas así obtenidas, con una precisión del orden de un metro, fueron utilizadas para la obtención

del relieve de las cartas, por el procedimiento fotogramétrico. Como es sabido, el relieve se representa por medio de curvas de nivel. Para la carta general, a escala de 1:25.000, el espaciamiento vertical entre curvas es de veinticinco (25) metros. Entre la nivelación trigonométrica llevada de Bogotá hasta Cali y la del F. C. del Pacífico, con origen en Buenaventura, se encontró una concordancia completamente satisfactoria.

*Primer trabajo aerofotogramétrico. — Carta del Sarare.*—El Consejo Nacional de Vías solicitó a mediados de 1936, por conducto del Ministerio de Guerra, el concurso del Instituto Geográfico para efectuar un reconocimiento aerofotogramétrico en los ríos Margua y Sarare, con el objeto de proyectar una carretera hacia el Arauca. Una comisión aérea, utilizando el avión "Junkers" 406, facilitado por la Aviación Militar, tomó las fotografías aéreas con la cámara Zeiss de 9 lentes P. K. 33. Otra comisión terrestre fijó los puntos de control. Este fue el primer trabajo aerofotogramétrico realizado por el Instituto, con muy buen éxito.

Más tarde comenzó a utilizarse la cámara de 10 centímetros de distancia focal, también Zeiss, para fotografías verticales exclusivamente. Uno de los primeros trabajos efectuados con dicha cámara fue el levantamiento aerofotogramétrico solicitado por el Acueducto de Bogotá, en las cabecezas del río Tunjuelo.

*Advenimiento del Profesor Darío Rozo al Instituto. — Su rica personalidad.*—A principios de 1938 llegó el tercer grande al Instituto. Venía de alguna de las Comisiones de límites internacionales, pues el doctor Rozo fue miembro de casi todas aquellas comisiones. En la fijación de la totalidad del perímetro colombiano intervino este distinguido matemático y astrónomo, sagaz comentador de Einstein. (El profesor Rozo llega a las fórmulas de la Relatividad por un interesante camino, diferente del transitado por el célebre sabio alemán). Perteneció a la antigua Oficina de Longitudes, y allí de su puño y letra dibujó el último mapa general que produjo aquel centro cartográfico. Ha de saberse que el profesor cultiva, en sus ocios, el dibujo artístico y la pintura, con firme e inspirada mano. Como a su propia casa llegó el doctor Rozo, pues la casi totalidad de los profesionales jóvenes que encontró habíamos sido sus discípulos. Alguno de ellos nos hizo saber que el doctor Rozo —como otrora el astrónomo persa OMAR KHAYYAM— tenía trato discreto con las musas y recordó, entre otros, el siguiente excelente soneto titulado "El Toro", que parece escapado del libro de Rivera, publicado en la revista "Apex" de la Facultad Nacional de Ingeniería, en 1934. (Nótese el bello símil "de la bicorne luna", decididamente astronómico).

*"Sobre el recio testuz, que la tormenta vanamente ultrajó se ven sutiles, copiados en la aguda cornamenta, de la bicorne luna los perfiles;*

*enhiesta la cerviz, la vista atenta, preside el trashumar de los rediles, y ante su bronco rebramar se ahuyenta el jaguar y se inquietan los reptiles.*

*Cautivo en el toril a fuer de engaño y echado al redondel sin el rebaño se frunce de furor. La espada fría*

*destroza de sus venas el maraño; vacila, cae, estalla la alegría, y sucumbe soñando que embestia".*

El soneto anterior lo plagió (irrespeto estudiantil) uno de sus discípulos (Elberto Ruiz) así:

### EL TORO

(Del latín, torus: bocel).

*Bajo el ancho pilar, que la tormenta vanamente ultrajó, se ven sutiles, ornando la columna macilenta, del bocel soñoliento los perfiles.*

*Curvada la cerviz, allí sustenta el fardo de sus ansias juveniles, y ante su ofídico soñar se ahuyenta la ruda orquestación de los reptiles.*

*Cautivo en el pilar a fuer de engaño, o en rico capitel, año tras año se frunce de furor, porque él ansia*

*destrozar de sus venas el maraño y derrumbar la arquitectura fría por la suprema libertad de un día.*

Fú

Esto estimuló, años después, a un tercero a perpetrarle al doctor Darío las siguientes estrofas, que aparecieron en el mentado "Tripode":

*La eterna y blanca nieve que en la cumbre imponente domina majestuosa los puntos cardinales está ya descendiendo suave, pausadamente, sobre la testa grávida de ideas trascendentales.*

*El dios Término un día al Sur, Orto y Poniente lo llevó de su mano por selvas y raudales: así grabó en la patria firme, perennemente, sobre thalwegs y rocas las lindes nacionales.*

*Otrora en su bufete, con rasgo ágil, seguro, dibujó aquese mapa que vemos sobre el muro. De Polimnia es amante (y ello discretamente):*

*de su péñola fluyen, indiferentemente, o sabias ecuaciones simétricas y lógicas o bien tajados versos de dulzuras eglógicas.*

Durante diez años fue el doctor Rozo, en el Instituto, compañero y maestro. Hizo importantes estudios sobre astronomía y geofísica. Con el ingeniero Belisario Arjona abocó el estudio a fondo de la mejor proyección cartográfica que convenía a Colombia. El resultado de ese estudio quedó consignado en la Publicación Técnica N° 2: "Sistema de Proyección para la Carta Geográfica de Colombia".

El doctor Rozo terminó entonces la redacción de un voluminoso e importante texto de astronomía, el cual está listo para ser publicado. Este libro contiene muchos trabajos originales del esclarecido hombre de ciencia.

*Revista Geográfica.*—De 1936 a 1939 se publicó la Revista Geográfica de Colombia, órgano del Instituto. De esta publicación salieron diez (10) números con estudios científicos y técnicos, con reproducciones de mapas antiguos y, así mismo, de relatos de viajeros célebres que vinieron a nuestro país en el siglo pasado & c. Esta Revista se suspendió y fue reemplazada por Publicaciones Técnicas Especiales.

*Otros trabajos.*—Entre los trabajos cartográficos más destacados acometidos en esta época, debemos recordar el reconocimiento aerofotogramétrico llevado a cabo en la tremenda y salvaje región del Río de Oro (afluente del Catatumbo), con el fin de encontrarle solución al largo pleito de límites con la hermana república de Venezuela. Como representante del Ministerio de Relaciones Exteriores actuó el entonces Jefe de la Comisión de Límites con Venezuela, doctor José Vicente Dávila Tello, que llevó a feliz calminación tan grave controversia internacional. Comisionados por el Instituto actuaron los ingenieros Ernesto Parra Lleras y Francisco Forero. El Dr. Parra Lleras nos acompaña todavía como columna maestra de la aerofotogrametría y del domicilio, en construcción, del Instituto. Se han disminuído un poco sus cabellos y sobre el resto ha caído nieve, pero sigue campante y optimista pensando en más aviones, más estereoplanígrafos y en el ensanche del nuevo edificio, que ya le parece pequeño.

Asimismo debemos mencionar el plano aerofotogramétrico de la región Ibagué-Armenia, el cual sirvió para que el Consejo Administrativo de los Ferrocarriles Nacionales estudiara la mejor ruta posible en este difícil sector. El acortamiento logrado fue del orden de diez (10) kilómetros sobre el mejor trazado existente. Estos trabajos cartográficos, y otros de las misma jerarquía, le demostraron palmariamente al país el valor inmenso del nuevo sistema aerofotogramétrico, el que podía aplicarse económicamente aún en regiones inaccesibles y malsanas. (Precisamente allí es donde más se justifica). Había, pues, llegado la hora de recoger los frutos opimos. Y ellos se han cosechado maravillosamente.

A fin de no alargarnos, dejaremos para otra oportunidad lo referente a la vida del Instituto del año 40 en adelante. Aquí sólo daremos una ojeada panorámica.

*Dirección de Posada Cuéllar (1940 a 1943).*—En 1940 el Gobierno decidió adscribirle al Instituto el levantamiento del Catastro Nacional. El entonces muy joven ingeniero Hernando Posada Cuéllar trabajó con denuedo e inteligencia y logró salir airoso en esta nueva y difícil tarea. La entidad se denominó Instituto Geográfico Militar y Catastral, con sede en el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. El ingeniero Posada y el técnico suizo Pierre E. Grandchamp, contratado por el Gobierno, escribieron una obra fundamental, en dos tomos, sobre catastro, la cual ha sido muy solicitada como obra de consulta por varios países de la América, y mereció premio de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Se le creó una renta especial al Instituto y se ensancharon varias secciones. Se inició la ayuda sistemática en el control geodésico del levantamiento de los planos de las ciudades más importantes del país, el estudio de los suelos de nuestro territorio, y la elaboración de mapas agrológicos. Asimismo se iniciaron los deslindes intermunicipales e interdepartamentales, y la conexión entre el Catastro y el Registro. La red geodésica se extendió. Se publicaron varias cartas de municipios completos, y algunos folletos técnicos.

*Dirección de Eduardo Alvarez Gutiérrez (1943-1949).*—En 1943 se organizó, en Washington, la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, con delegados de todos los países americanos. Bajo sus auspicios comenzó a funcionar el Inter American Geodetic Survey (Servicio Geodésico Interamericano), con el propósito primordial de impulsar el establecimiento de la red geodésica continental de primer orden. En Colombia, el Instituto comenzó esta labor en 1947, con la inmediata colaboración del Estado Mayor General de las Fuerzas Armadas y con la asistencia técnica del mencionado Servicio Internacional. Se iniciaron los sectores Medellín-Turbo y Popayán-Ipiales. La presencia en la dirección del Instituto de Alvarez Gutiérrez, ingeniero de larga experiencia, educado en los EE. UU., que habla el inglés como el propio Eisenhower, facilitó el trabajo mixto colombo-estadinese. Simultáneamente se adelantó la red de segundo orden y se dio principio a la nivelación geodésica de alta precisión. En el mismo año de 1947 se adquirieron dos aviones especiales para el servicio aerofotográfico. También se enviaron ingenieros del Instituto a los Estados Unidos a especializarse en Astronomía, Geodesia, Aerofotogrametría y Suelos. Se impulsó el estudio de los suelos y la labor catastral.

*Actual Dirección (1949-1957).*—Se intensificó notablemente la colaboración con el Estado Mayor General de las Fuerzas Armadas y el Servicio Geodésico Interamericano. Gracias a ella se terminaron las cadenas de red geodésica continental que atraviesan nuestro territorio. Igualmente se llevaron líneas de nivelación geodésica de alta precisión desde Bogotá hasta Buenaventura y Tumaco, en el Pacífico, y hasta Cartagena y Riohacha, en el Atlántico. Se crearon nuevas secciones, se ensancharon otras. Se adquirieron nuevos aparatos de fotogrametría y de reproducción de cartas y planos, y se intensificó la producción de éstos. Se han hecho importantes estudios técnicos. Se ha patrocinado la publicación de obras sobre nuestros recursos naturales, y el comienzo de la edición, en España, de la Flora de Mutis, actividades del eminente botánico Enrique Pérez Arbeláez. Se fundó y organizó el observatorio geomagnético de la isla de "El Santuario", en el lago de Fúquene. Se colaboró en el establecimiento del nuevo observatorio de Astrofísica de la Universidad Nacional. Se construyó un nuevo edificio para el Instituto, en predios de la Ciudad Universitaria de Bogotá, cerca del cual se erigirá un Planetario, cuyos planos se hallan en estudio.

En el moderno edificio se ha montado un Péndulo de Foucault de treinta (30) metros de altura, el primero que se instala en la Zona Ecuatorial.

*Cambios de nombre de la Entidad.* — *Personal que trabaja actualmente.*—En 1950, con el fin de honrar la memoria de Codazzi, al cumplirse el primer centenario de la iniciación de trabajos de la célebre Comisión Corográfica que él presidió, se le dio a este Centro el nombre de "Instituto Geográfico de Colombia Agustín Codazzi". El primero de mayo del año pasado (1956) pasó a ser nuevamente dependencia del Ministerio de Guerra, con el nombre de INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR.

El actual Subdirector, Coronel Luis Laverde Goubert, muy distinguido militar, miembro de la Sociedad Geográfica de Colombia, lleva varios años en el ejercicio de aquel cargo. En el año pasado (1956) fue galardonado por la Sociedad Colombiana de Ingenieros con el premio de Geografía "LORENZO CODAZZI", por un estudio sobre canales interoceánicos. Su simpatía personal y dón de gentes han hecho del "mono Laverde" un óptimo lazo de unión entre el elemento civil y el militar.

Por la Secretaría General han pasado cumplidos caballeros y funcionarios. Siempre recordaremos, entre otros, a los jurisconsultos Miguel Villegas, Francisco Casas Manrique y Santiago Iriarte Rocha. Este último, diestro ante el foro y ante el toro, o en buen romance: tan perfilado jurista, como amo y señor sobre la arena. El y Manuel Silva ("la cochona") fueron las primeras espadas del Instituto. Todavía resuenan los aplausos.

En la nómina actual de profesionales, aún se encuentran nombres que figuraron en las primeras

épocas del Instituto. Son ellos Ernesto Parra Lleras, Luis Felipe Valencia, Belisario Arjona, Guillermo Mendershausen, Marcos Mora, Manuel José Lobo Guerrero, Alfonso Llafía, Jorge Noel Rodríguez, José Vicente Tamayo ("el hombre que calcula"), Enrique Leongómez, Alfonso García, Alfonso Samper, y otros modelos de perseverancia. Son los pilares del Instituto de hoy. Constituyen un ejemplo de consagración a una obra por sí misma, por la importancia que ella encierra, por su belleza intrínseca. Sin embargo, alguno de ellos mismos califica guasonamente este hecho insólito como "simple y pura falta de imaginación". Bendita falta de imaginación que ha redundado en positivo beneficio para la ciencia y para la patria. Ojalá todos los colombianos pudiéramos así sedimentar un poco a "la loca de la casa"...

Hay, además, un selecto grupo de técnicos jóvenes, como Clemente Garavito Baraya (Director del Observatorio Magnético), Alfredo Díaz, Pedro Garzón, y otros que marchan al lado de los primeros con entusiasmo y eficiencia. Son ellos los renuevos. Los que, como en la parábola bíblica, seguirán manteniendo encendida la lámpara, con fé y con amor.

*La romántica isla de "El Santuario", en Fúquene, y el popular repentista "jetón" Ferro.* — *El Observatorio Geomagnético.*—A 2.550 metros sobre el nivel del mar, entre colinas plácidas cercanas y adustos cerros remotos que alzan su perfil agresivo desafiador del rayo, alimentada por el río Ubaté y genitora del Suárez que pocas leguas adelante serpea por el risueño valle de Chiquinquirá, orlada por largas y flexibles pestañas de juncos que las brisas hacen juguetejar sin descanso sobre las frías aguas, se tiende sobre su lecho, que es el mismo "lecho del Diablo" (tal es el significado de su nombre en el dialecto muisca), la laguna de FÚQUENE. Este antiguo adoratorio de los chibchas, "espejo taciturno de un cielo gris", según la exacta y feliz imagen de Armando Solano, fue escenario de múltiples holocaustos celebrados para aplacar la ira de sus dioses por los sacerdotes de la raza vencida, y teatro de románticas leyendas, impregnadas de amor y de muerte.

En ciertas épocas del año, cuando los vientos son huracanados y parece que Fu se revolcara en su tálamo, se levantan altas olas que hacen crujir el toscos maderamen de las canoas de remos que surcan las espumosas y ambarinas aguas, y que infunden pavor a los navegantes primerizos. Sin embargo, los viejos lobos del lago, quiero decir los nautas veteranos que han nacido y vivido en él, sonríen despreocupadamente. Ellos saben que sus diminutas naos, hechas de un solo tronco de árbol, son seguras y están protegidas por el Mohán, o sea por el espíritu de las aguas... Ha habido tremendas catástrofes, es cierto, pero no por culpa de las naves, ni de los vientos, ni de las ondas encrespadas, sino por imprudencia e inconsciencia humanas, avivadas por el alcohol.

En noches de plenilunio, cuando apenas si sopla una leve brisa y es terso y pulido el cristal del agua, el paisaje lacustre es realmente mágico. De la brumida superficie parece surgir, entonces, el fantasma de Furatena, la doliente princesa de los muzos, par de Ofelia.

Durante el invierno, vienen de las altas latitudes del continente innúmeras bandadas de aves acuáticas a posarse entre los tupidos juncales. Y el paraje se torna en un edén para los cazadores.

En una isla de este lago, de aspecto selvático, la misma donde oficiaban los ministros del culto aborigen, posó su planta aventurera, a principios del siglo, un bohemio singular con alma de ermitaño, náufrago de la Gruta Simbólica. Como Robinson Crusoe llegó solo. Levantó una ermita con sus propias manos. Su escopeta, la caña de pescar y las redes le proporcionaron alimento. Así pasaron los días y luego los años. Antonio Ferro, "el Jetón", que así se llamaba el náufrago, retornó a la civilización y a su bohemia espiritual. Sus cofrades de antaño habían muerto, pero hizo nuevas amistades. Formó un club de cazadores. Levantó una vivienda más amplia en su isla, en "El Santuario". Fue desbrozando maleza y construyendo avenidas y puertos que bautizaba con los nombres de sus grandes amigos ya desaparecidos, hijosdalgo del ingenio, señores de la capa, y del verso, altruistas y gallardos. A artistas de más reciente data quiso también rendir homenaje. Así esculpió en su fundo nombres que ya estaban grabados en su corazón, a saber: Avenida Clímaco Soto Borda, puerto Julio Flórez, avenida Enrique Alvarez Henao, cumbre José Asunción Silva, puerto Ricardo Rendón & &.

Y labró en la roca viva senderos y refugios y grutas. Sobre un acantilado levantó la estatua de la Virgen María. En la mano derecha Ella sostiene amorosamente un esqui. Es, pues, la Virgen del lago.

Guillermo Valencia lo visitó algún día y electrizado por el chisporroteo de epigramas que brotaba de su amplia boca de sonrisa cordial lo llamó "Maestro Jetón". Ya Soto Borda lo había bautizado "Padre y Señor del Chispazo".

Por muchos lustros vivió allí, como rey de la isla, bajo sus eucaliptus y pinares, dialogando con las aves migratorias entre los juncos y los sauces, administrando su soledad con la misma sabiduría con que Sancho administraba justicia en la otra insula, cultivando su jardín, sus recuerdos y sus estrofas, y haciendo las delicias de sus amigos que de tarde en tarde iban a visitarlo y a gozar de su sencilla hospitalidad.

Así llegó un día de 1932, conducido por uno de ellos, un aprendiz de astrónomo. Fascinado con el encanto del lugar, se quedó largo tiempo. Más tarde, en 1939, fue como geodesta del Instituto Geográfico en busca de un punto de apoyo para su red. Lo encontró en "Cumbre Silva"; el sitio más alto

del islote. El vértice geodésico se convirtió fácilmente en astronómico pues en la alta noche, sobre el cielo del lago rutilan, sin velos, las constelaciones. Como el excéntrico isleño repudiaba todo mecanismo, el ingeniero visitante calculó e instaló, al pie de la Virgen, un reloj de sol, tallado en mármol de Villa de Leiva. Desde entonces el viejo Súa, dios mayor de la raza primitiva, le marcó al señor de la isla, con sus agujas de sombra, silenciosamente, las horas de alegría y también las inevitables de congoja y de desesperanza.

El Instituto Geográfico efectuó luego una densa triangulación en contorno y un estudio geomagnético minucioso del territorio insular y de los alrededores. Y al encontrarlo apropiado para erigir un Observatorio destinado al estudio del magnetismo terrestre, le propuso compra a su propietario. Consintió, con la sola condición de que allí, lejos del mundano bullicio, habrían de reposar eternamente sus cenizas.

El Instituto recibió la eglógica parcela el 15 de agosto de 1952. La ceremonia, efectuada en la isla, fue impresionante. Con voz quebrada por la emoción el octogenario bohemio saludó a los delegados del Gobierno en cláusulas que mostraban que más que de su terruño se estaba desprendiendo de su propio corazón. El funcionario que recibía prometió que las nuevas actividades no perturbarían la tranquilidad del refugio. Antes bien, en aquel suelo cuasisagrado, rico en tradiciones, se hermanarían calladamente lo científico y lo artístico.

El comisionado del Instituto concluyó así:

"En primer término instalaremos el Observatorio Geomagnético, después una estación meteorológica, más tarde una sismológica. Aquí pudiéranse estudiar también los rayos cósmicos. ¿Por qué no habría de salir de este sosegado ambiente, propicio a la meditación, algún descubrimiento trascendental que ligue a Colombia al desarrollo ecuménico de la cultura y de la civilización? En todo caso, Maestro Ferro, vuestro nombre quedará aquí, firmemente anclado, como el humus que se confunde con las raíces de los árboles que os prodigaron su sombra, como la lama adherida a las rocas milenarias que sustentan la insula. Será lo único "ferroso" que perturbe los imanes de nuestro magnetógrafo. Así por los siglos de los siglos".

Pocos días después, Antonio Ferro entregó su alma al Creador.

El Instituto está cumpliendo su promesa. Funcionan ya el Observatorio y las estaciones mencionadas. Muy pronto se trasladarán las cenizas del caballero de la sal y del ingenio. Reposará en la tierra de sus amores, en sitio escogido por él, dentro de una roca, cerca de la Virgen y de su reloj de sol, arrullado por el melancólico batir de las olas que llorarán eternamente a quien fue el auténtico Mohán de la laguna: al "Maestro Jetón", extraña mezcla de vagabundo, de poeta y de santo!

# 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 Rozo 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 trigo-

nométrica 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 restituida 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.

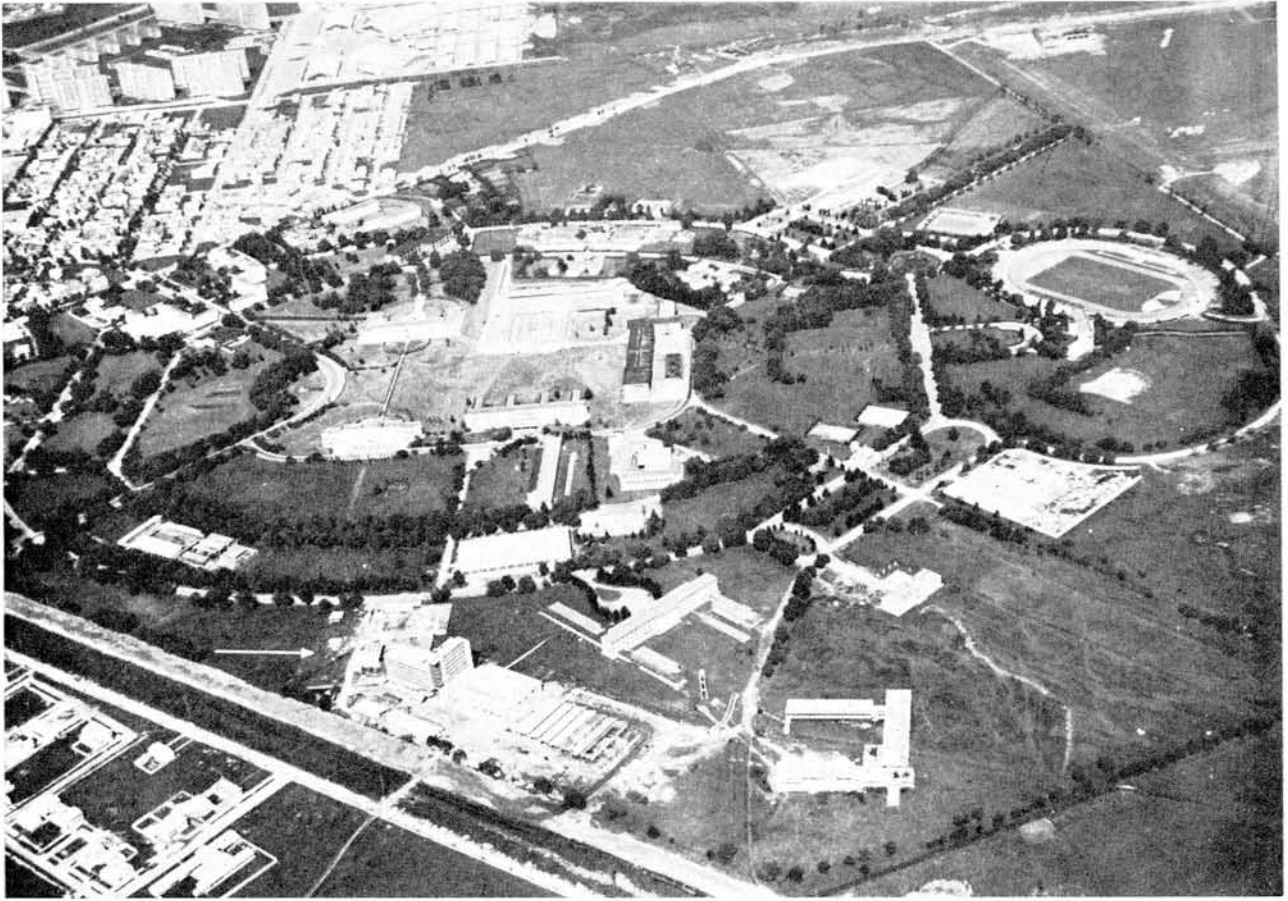
En el vestíbulo principal se instalará un gran péndulo de Foucault, de 30 metros de altura, que demuestra en forma objetiva el movimiento diurno de nuestro planeta. La masa pendular pesará cerca de una tonelada.

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

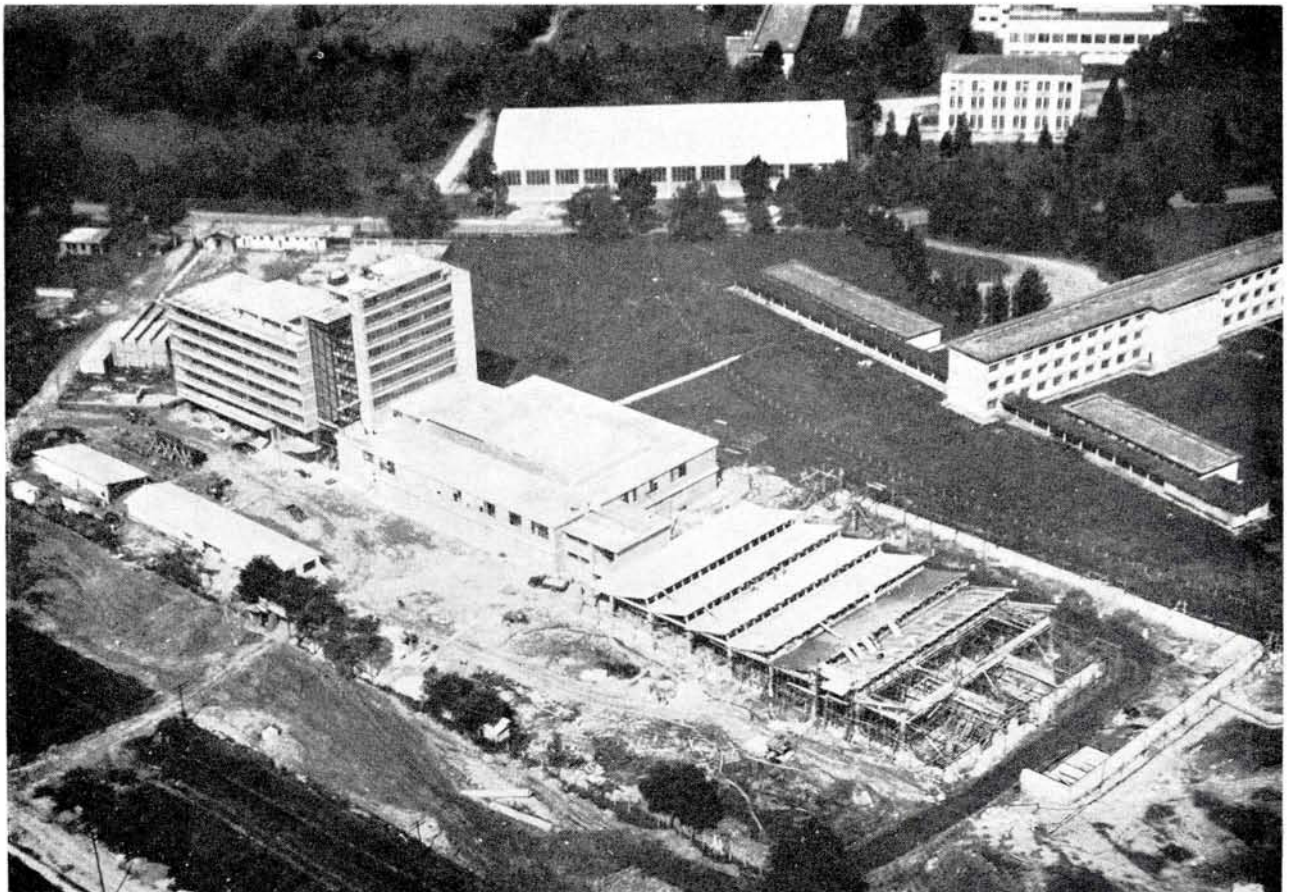
un habitante de la Zona Tórrida, o como uno de las zonas templadas o de los Casquetes Polares. A voluntad podrán reproducirse los más bellos fenómenos celestes como el sol de media noche y las auroras boreales que son privilegio de los que moran en altas latitudes.

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.



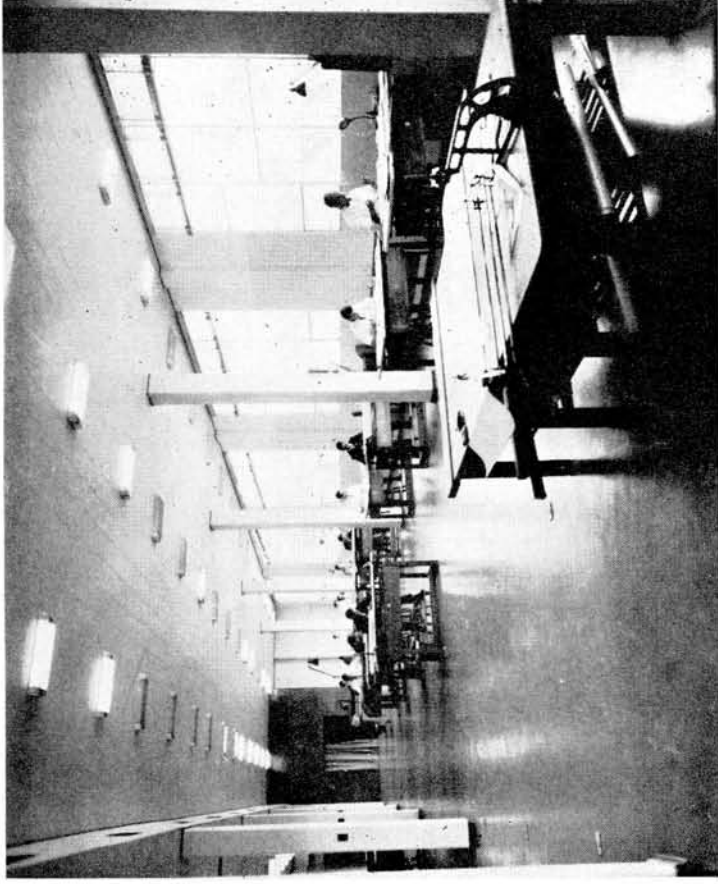


Vista panorámica del nuevo edificio del Instituto Geográfico en la Ciudad Universitaria. (Véase flecha).

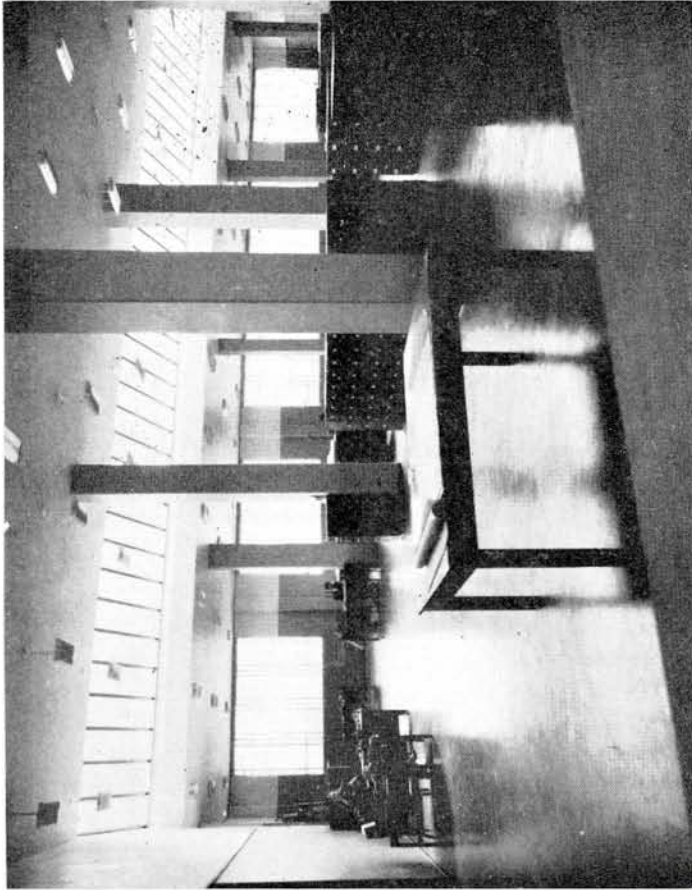
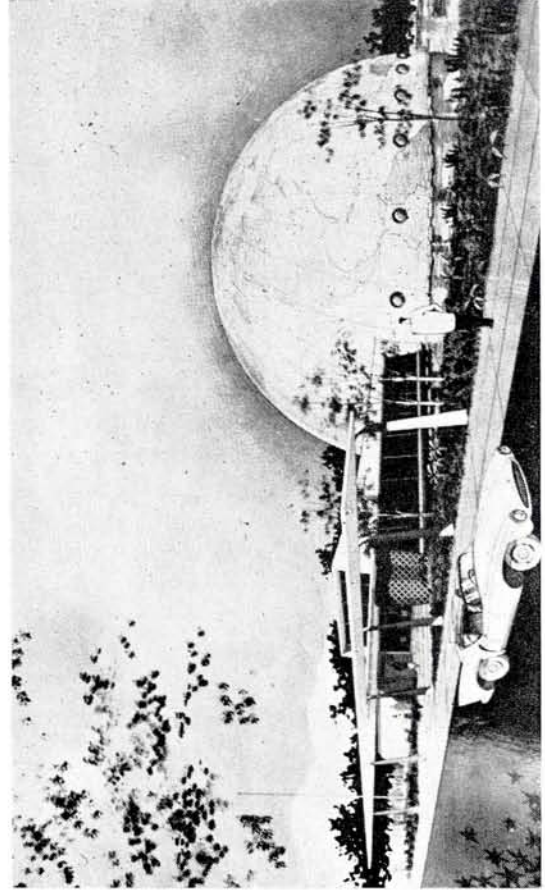


Nuevo edificio del Instituto Geográfico (en construcción)

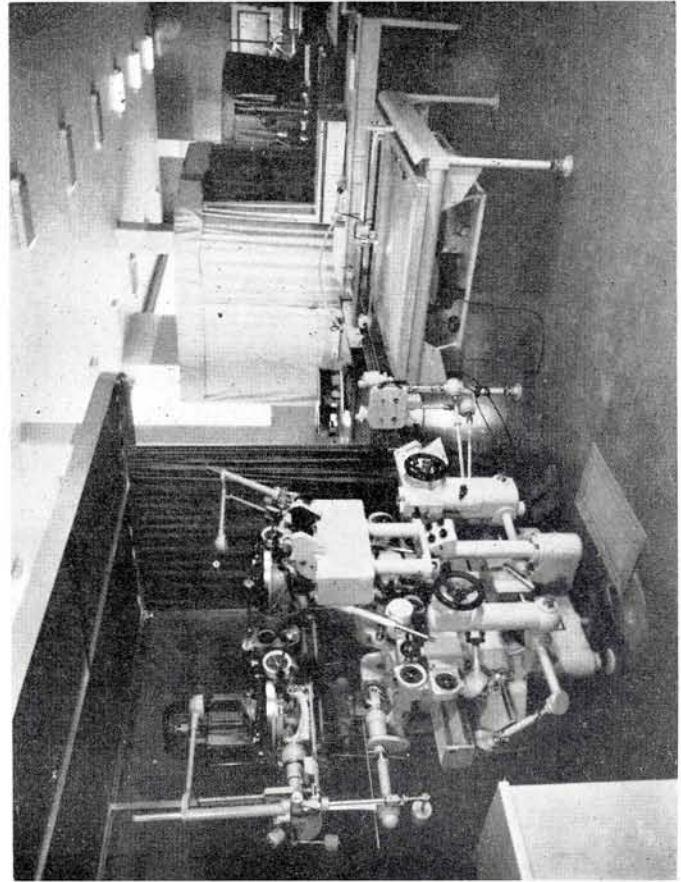




Salón de dibujo — Sección de Cartografía.



Archivo Técnico.



# DIBUJO DEL MAPA DE COLOMBIA Y SU PROCESO CARTOGRAFICO

El mapa es la imagen sobre un plano de una parte de la superficie terrestre. En el caso de la tierra, cuya superficie es convexa, al proyectarla sobre un plano se opera una deformación. Es de todos conocido el ejemplo de la corteza de naranja que al presionarla sobre una mesa o se distorsiona o se rompe y en ambos casos pierde su forma original. Análogo es el problema de la Cartografía: no se puede conservar la forma esferoidal en una superficie plana sin afrontar la consiguiente deformación.

Se han ideado multitud de sistemas de proyección cartográfica, sin que ninguno pueda resolver la cuestión en forma absoluta. Lo más que se consigue es minimizar el problema reduciendo cuanto es posible las deformaciones inherentes a la transformación de la superficie curvilínea de la tierra en la superficie plana del mapa, en forma tal que no afecte los fines que debe llenar la carta, subordinando el sistema a normas matemáticas definidas. La forma y posición del territorio determinan cuál de los sistemas de proyección resulta más adecuado. En el caso de Colombia, dada la configuración del perímetro de su territorio y los valores extremos de su latitud geográfica, después de un cuidadoso estudio efectuado por los ingenieros del Instituto Geográfico Militar se encontró que el sistema de proyección cartográfica más apropiado para construir nuestro mapa es el conocido con el nombre de Sistema Conforme de Gauss.

Una vez elegido éste, vale decir, conocida la ley de las deformaciones, se calculan las coordenadas planas de las intersecciones de meridianos y paralelos. Uniendo entre sí estos puntos se forma una cuadrícula, llamada "canevás", representativa de los meridianos y paralelos, y sobre ella se sitúan los puntos de control producidos por las redes de triangulación a los que previamente se les ha calculado sus coordenadas en el mismo sistema de proyección. A la red de puntos así obtenida se ajustan las aerofotografías durante el proceso de restitución estereoscópica.

En la actualidad los levantamientos simples que sería necesario efectuar (poligonales, triangulaciones menores, etc.), para ligar cada uno de los detalles del terreno (ríos, puentes, edificaciones, etc.) se han reemplazado con el empleo de la aerofotografía. Con ésta basta identificar sobre las vistas la posición de los puntos del sistema de control y luego, en visión estereoscópica o tridimensional, mediante instrumentos óptico-mecánicos de alta precisión,

hacer la delineación de los detalles del terreno. Esta última etapa es la que se conoce con el nombre de restitución fotogramétrica y una vez cumplida se adiciona con la nomenclatura y clasificación de vías para obtener el mapa.

Las fotografías, aunque muy fieles, constituyen un documento mudo. Se hace necesario un reconocimiento en el terreno, para lo cual se envían comisiones de personal especializado, provisto de copias fotográficas, que identifican los accidentes e investigan los nombres para consignarlos en dichas copias. Con estas reproducciones ilustradas, en la sala de restitución se transcribe a los planos la nomenclatura y demás información.

La representación de los elementos del terreno, casas, ríos, puentes, etc., debe hacerse mediante símbolos, dibujos y colores que sugieren las más de las veces la cosa representada.

El Instituto ha adoptado el sistema de "zip-a-tone" para el dibujo de la nomenclatura. Se obtiene así economía, rapidez y uniformidad.

El levantamiento de los "zip-a-tons" requiere un cajista que arma los letreros de acuerdo con el tamaño de la fuente escogida y en una máquina especial los imprime, sobre un papel celophan blanco, con buena transparencia. Luego pasa a una máquina que lo encera por el respaldo, para hacerlo adhesivo.

Obtenido así el zip-a-tone el dibujante lo pega y lo recorta sobre el plano en elaboración.

Terminado el plano prototipo se procede a calcarlo en hojas de material transparente indeformable, cada color en una hoja separada y luego, por procedimientos fotográficos, con cada una de tales hojas se impresionan sendas planchas de zinc fotosensibles, las que son utilizadas en las prensas rotativas del sistema litográfico Offset para hacer la impresión sucesiva de los colores. Para que cada detalle del terreno aparezca en la posición que realmente le corresponde en el mapa y con el correspondiente color adecuadamente encuadrado es preciso efectuar continuos ajustes de las planchas. Es esta una operación en extremo delicada y severa.

El mapa de la República no se improvisa. Es una labor de esfuerzo y tiempo y pasarán años antes de realizarlo. Sin embargo cada día su presencia es más urgente, pues el ritmo de progreso en que ha entrado el país lo requiere con apremio y es grande el desconocimiento de nuestro territorio. Al lado de esta labor fundamental deben elaborarse mapas

provisionales para atender las necesidades del momento. El Instituto Geográfico Militar está haciendo compilaciones del material cartográfico que se halla disperso, tanto en entidades particulares como oficiales con el fin de utilizarlo para la publicación de esas cartas provisionales. Estas, deficientes en precisión y fidelidad por la composición de aportes de diversa naturaleza, pueden por algún tiempo suplir ciertas necesidades del país.

La Cartografía no es independiente de la Geografía. Esta y las demás ciencias, Geodesia, Geomorfología, Oceanografía proporcionan su materia prima. Constituye una disciplina cuyo estudio y ejercicios prácticos capacitan para representar clara y atractivamente los elementos del mapa. Erwin

Raisz dice: "que un cartógrafo tiene un 50 por ciento de geógrafo y un 30 por ciento de artista, un 10 por ciento de matemático y otro 10 por ciento de todo lo demás".

El cartógrafo —hombre de ciencia y artista— ha de tener el discernimiento suficiente para juzgar cuáles detalles deben aparecer en el mapa según sea la proyección, la escala y el objeto del trabajo.

En las siguientes páginas se presentan algunos modelos de trabajos cartográficos realizados por el Instituto Geográfico Militar de Colombia sobre una misma región y a diversas escalas.

Además se presenta un sector del plano de una ciudad a escala grande.

# COMO UNA TECNICA MODERNA, LLAMADA FOTOGRAMETRIA, BENEFICIA LA ECONOMIA, LAS CIENCIAS Y LA INGENIERIA

(ESCRITO CON OCASION DEL VIGESIMO PRIMER ANIVERSARIO DEL INSTITUTO GEOGRAFICO DE COLOMBIA)

H. C. RAASVELDT<sup>1</sup>

## *La conquista de los elementos.*

El grande sistematizador de las ciencias, Aristóteles, nos dejó entre muchas herencias, la del concepto de los cuatro elementos: fuego, tierra, agua y aire, de los cuales, según él, se componía todo lo palpable. Aunque hoy día en las ciencias damos una interpretación bien diferente a la palabra "elemento" que el famoso heleno, ese concepto griego continúa subsistiendo en la lengua, aunque en un sentido más bien simbólico. Porque todavía hablamos de "los elementos" refiriéndonos a las aguas y el aire, especialmente cuando están en un estado de violentas turbulencias y queremos expresar en esta forma nuestra impotencia de dominarlos. En este sentido la palabra tiene todavía un gran valor intrínseco y nos sobrecogen sentimientos de angustia y de terror cuando leemos que en alguna región de nuestro planeta se han "desencadenado" los elementos. Los terremotos, derrumbes, inundaciones, ciclones y los incendios son advertencias de la naturaleza de que la humanidad todavía no ha ganado la batalla contra ellos.

Interpretados de esta manera, los cuatro elementos aristotélicos nos podrían servir de títulos para las cuatro grandes divisiones de una historia de la humanidad. Ciertamente es que una obra sobre estas bases sólo aclara un determinado punto de vista. Pero como en primer orden la historia tiene una finalidad sumamente práctica: la de comprender el presente por el pasado, todo lo que contribuye a esta comprensión tiene un valor utilitario, aún cuando se ilumine sólo un campo muy estrecho. La historia a la cual nos referimos acentuaría la civilización tecnológica y relataría la lucha de la raza humana para dominar los cuatro elementos mientras el éxito que ella logra obtener en este proceso de dominación es un criterio para juzgar el nivel de su civilización.

La civilización tecnológica del hombre se inicia verdaderamente con el momento en que puede hacer fuego, arte que dominó bastante temprano, probablemente ya en tiempo prehistórico.

La conquista del segundo elemento empieza en realidad con la invención de la rueda. Desde este momento empiezan a construirse carreteras y a hacerse transportes de volumen a grandes distancias, artes especialmente desarrolladas por los romanos. La conquista del agua constituye por su movilidad dificultades mayores y se demoró hasta el final del siglo XV antes de que la tecnología fuera lo suficientemente adelantada para poder hablar de una verdadera conquista del tercer elemento. Fue este el tiempo en que los portugueses, españoles, holandeses, ingleses y franceses descubrieron y luego colonizaron nuevos mundos.

En la dominación del cuarto y último elemento se triplican las dificultades, porque no tenemos aquí, como en el caso de las aguas, un plano de contacto horizontal en el cual con alguna precaución puede uno mantenerse a flote en caso de naufragio. Cualquier falla técnica causa un desastre prácticamente irreparable y la consecuencia es la destrucción absoluta y la muerte. Sólo al principio del vigésimo siglo los progresos técnicos estaban lo suficientemente adelantados para iniciar la conquista del cuarto elemento. Los adelantos que se lograron en no más de medio siglo son realmente impresionantes. Hoy día ya no se concentra el interés exclusivamente en la atmósfera, sino que se está explorando más allá de sus límites: la estratosfera, ionosfera, etc. Pero no solo esto. Los diarios recientes traen interesantes detalles sobre el "satélite artificial" que se está preparando para lanzarlo al aire durante el Congreso Internacional de Geofísica del año 1958. Aunque debemos observar que la expresión "satélite artificial" es algo exagerada por la propaganda y no corresponde precisamente a la trayectoria efímera del proyectil que se piensa lanzar al aire, siempre es un importante indicio del progreso que se ha logrado en las últimas cinco décadas, porque este es casi el lapso que ha transcurrido después de la cruzada del estrecho de la Mancha por Louis Blériot. *Es obvio que estamos en plena conquista del cuarto elemento, y ésta es una peculiaridad de sumo interés para comprender importantes sectores del desarrollo técnico y científico de hoy día. Este hecho se refleja especialmente en el campo político y económico.*

<sup>1</sup> El autor expresa sus agradecimientos al Dr. Enrique Hubach y al Sr. Antonio Tomic por las sugerencias que mejoraron considerablemente el texto.

*Repercusiones de la conquista del aire en las relaciones internacionales. Surge el grande interrogante del siglo.*

Tomemos por ejemplo las diferentes clases de la bomba atómica, un invento de plena actualidad, que no podemos separar de su fondo complementario: la dominación del "elemento aire". Para llegar a esta conclusión basta imaginar que Aníbal en su batalla por Roma hubiera poseído una bomba atómica. Es obvio que para aprovechar las potencialidades de la bomba, se necesita una aviación ya bien desarrollada, para poder arrojar sorpresivamente la bomba sobre un objetivo y alejarse con rapidez.

Desde luego la posesión de la atómica y una eficaz y rápida aviación nos impone hallar la inequívoca respuesta a la pregunta "Quién es mi amigo y quién mi enemigo", pregunta que por lo demás es ya tan vieja como la existencia de pueblos independientes. Entre los pueblos de la antigüedad un cierto mínimo de preparación y una alerta atención eran suficientes garantías, porque en el caso de una guerra inminente se podían tomar las medidas casi en el último instante gracias al lento desenvolvimiento de los sucesos. Debido a la rapidez del transporte en el cuarto elemento esta política de "wait and see" ya no es practicable.

Entre los individuos la solución absoluta de la urgente cuestión no puede, en principio, tener otra base que la siguiente: "Mostrad vuestro corazón, dejad leer vuestros sentimientos e íntimos pensamientos y os diré si sois mi amigo". Pero es probable que este anhelo quede frustrado y que este problema de las almas individuales no tenga solución por más que se desarrolle nuestra tecnología. A primera vista las perspectivas no parecen mejores en el ambiente político de los pueblos, porque la experiencia nos enseña que no se puede confiar en la palabra de los jefes de poderosos estados ni de sus voceros. Ni son suficientes garantías las numerosas organizaciones de espías de las cuales todas las naciones grandes hacen uso. Todos estos medios tradicionales, empleados para descubrir lo que realmente se prepara detrás de las cortinas de hierro, de bambú ( y las otras que con el tiempo se vayan a crear), no son efectivos y no eximen a los pueblos de grandes sorpresas, como lo ha probado la última guerra mundial de manera muy convincente.

*Las bases técnicas apropiadas para darle solución al interrogante.*

Es talvez uno de los hechos más destacados, que la conquista del elemento etérico con el desarrollo de técnicas relacionadas, ha traído como máximo triunfo la inequívoca respuesta a aquella urgente pregunta en el ambiente de los pueblos. Técnica-mente el asunto debe formularse de la siguiente manera: "Abrid vuestro cielo, tolerad que observe

vuestro territorio desde el aire y os diré si sois mi amigo o mi enemigo".

Y esto fue en esencia la base para la propuesta de paz del presidente Eisenhower en la famosa conferencia de los Cuatro Grandes en Ginebra. Esta base permite todo control mutuo de los programas de desarme, y así fue ésta la propuesta de paz más sincera, técnicamente más fundamentada, efectiva y realizable, pero de otra parte más revolucionaria por su radicalismo, que jamás se haya pronunciado. La aceptación de esta base podría aclarar toda duda acerca de las buenas intenciones de otros pueblos y dar un sólido fundamento al completo desarme. El rechazo, ciertamente y con mucha razón, fomentará las sospechas de los americanos y en consecuencia las relaciones internacionales seguirán tensas.

La propuesta del presidente norteamericano tiene sus fundamentos en las convicciones de que las posibilidades técnicas estadounidenses son lo suficientemente desarrolladas —cualitativa y cuantitativamente— para

1. poder levantar mapas topográficos de la Unión Soviética en muy breve tiempo (digamos en pocos años).
2. poder descubrir desde el aire, con las cámaras fotográficas modernas, todas las industrias bélicas y un eventual desarrollo alarmante de ellas.

Los motivos para esta confianza se encuentran en el fenomenal desarrollo:

1. de la aerofotogrametría y
2. de la interpretación de fotografías aéreas.

El alto cargo militar que ocupaba el señor Eisenhower antes de asumir la presidencia de su país, ciertamente lo ha familiarizado bastante con estas técnicas para tener tanta confianza en sus posibilidades. Y en este sentido él puede juzgar probablemente mejor que muchos otros jefes de estado. Examinemos la evolución de estas dos técnicas científicas más en detalle, porque son de mucho interés en este número de la Revista de la Academia Colombiana, editado especialmente para conmemorar el vigésimo primer aniversario del Instituto Geográfico de Colombia.

*Evolución de la fotogrametría.*

La fotogrametría que es un método para determinar la forma, las dimensiones y la posición de objetos a base de una o varias fotografías, tiene muchas aplicaciones prácticas, de las cuales la principal es la construcción de mapas de la superficie terrestre.

Las primeras cartas topográficas detalladas que se hicieron antes de la segunda mitad del siglo XVII eran bastante esquemáticas: los accidentes orográficos, cuchillas, lomas, etc., fueron dibujados

como viéndolos oblicuamente desde un lado. La primera carta moderna, que representaba el terreno como lo acostumbramos hoy día, es decir en proyección ortográfica o visto desde arriba, fue la famosa del cantón de Zurich construída por Hans Konrad Gyger en 1667, mapa que midió 5 metros cuadrados. Como es físicamente imposible levantar todos los detalles de un terreno, además sumamente costoso determinar la posición de numerosos puntos, antes de haberse introducido la técnica fotogramétrica, las áreas entre los puntos del levantamiento terrestre se solían complementar con los detalles necesarios por medio de minuciosos croquis dibujados desde esos mismos puntos. Uno de los ejemplos más conocidos de una carta topográfica construída a base de estos conceptos exactos es la del macizo del Pilatos (Suiza) por Capeller en 1726.

Cada uno de estos croquis representaba una proyección o perspectiva central del terreno, es decir, una vista desde un determinado punto, tal como un solo ojo humano lo observa. Era necesario transformar los dibujos para obtener croquis del terreno como si fuesen vistos desde arriba en proyección ortogonal. Especialmente después de los estudios analíticos del matemático-astrónomo-filósofo Johann Heinrich Lambert sobre la transformación y rectificación de las perspectivas en 1759, se obtuvo una base general para aplicar estos métodos a la cartografía.

Pero es obvio que la exactitud de los dibujos del terreno no era muy grande por más meticulosamente que fueran hechos, y esta imprecisión se reflejaba naturalmente en las cartas. Fue entonces un adelanto cartográfico muy apreciable cuando, después del invento de la fotografía por los dos franceses, el físico Nicéphore Niepce y el ex-empleado de impuestos y artista Louis J. M. Daguerre (los primeros daguerreotipos fueron producidos en 1839), se pudieron sustituir los croquis de campo por fotografías mucho más exactas y provistas de toda clase de detalles. Aunque el uso de fotografías para la cartografía ya fue propuesto en 1840 por el geodesta Arago en la Cámara de Diputados de París, fue un oficial del cuerpo de ingenieros del ejército francés, Aimé Laussedat, quien primero, a partir del año de 1849, utilizó fotografías en la confección de cartas topográficas.

Fue entonces cuando nació la fotogrametría y por esta razón varios escritores modernos llaman a Laussedat "el padre de la fotogrametría", si bien esta técnica todavía no se llamaba así y el mismo Laussedat se refería a ella como "Métrophotographie". Parece que la palabra "fotogrametría" fue introducida en 1893 por el alemán Meydenbauer, quien llamó la atención hacia los nuevos métodos de levantamientos terrestres por medio de fotografías. Es un detalle interesante de que la palabra se di-

fundió sólo muy tarde en los EE. UU.: alrededor de 1934 con la fundación de la Sociedad Americana de Fotogrametría, aún cuando las mismas técnicas se aplicaban con anterioridad tanto en los EE. UU. como en el Canadá.

Aunque el oficial Laussedat se dio cuenta muy temprano de las ventajas de las fotografías verticales, tomadas desde el aire, y experimentó en 1858 con cámaras fotográficas atadas a una serie de cometas, más tarde a globos cautivos, los problemas para aplicar esta técnica eran demasiado complejos y además el área abarcada por una fotografía era demasiado pequeña para poder emplear este sistema económicamente. Por lo tanto, abandonó estos tanteos en 1860 y se concentró a desarrollar la fotogrametría terrestre, usando una combinación de teodolito y cámara: el fototeodolito, mientras que otros emplearon una especie de plancheta-cámara con la cual se fotografiaba todo el terreno hasta el horizonte en los 360° alrededor del punto. La posición de los detalles sobre los mapas se obtuvo por intersección de las direcciones leídas con las placas fotográficas tomadas desde diferentes sitios. Para aplicar este procedimiento es necesario poder identificar determinado detalle de una fotografía con el mismo de otra y esto constituyó en muchos casos una gran dificultad. Esta dificultad fue eliminada de un golpe cuando se introdujo el estereoscopismo en la fotogrametría, tomando las fotografías terrestres por pares. Séame permitido recordar que el estereoscopismo ya era conocido entonces y el uso de estereoscopios con fotografías estereoscópicas se volvió un entretenimiento popular cuando recién se pudieron hacer fotografías comercialmente, pero con la misma rapidez pasó al olvido cuando la primera curiosidad pública estuvo satisfecha.

Es el mérito del alemán F. Stolze el haber redescubierto el estereoscopismo, de haber comprendido su importancia para la fotogrametría y haber encontrado en 1892 el principio del "punto o globito flotante": las imágenes de dos puntos marcados en dos plaquitas de vidrio se combinan con las dos imágenes de las fotografías estereoscópicas. Variando la distancia entre los vidrios se obtiene la impresión de que este punto se mueve o "flota" en el modelo estereoscópico, de tal manera que uno puede dirigirlo detrás o delante de un detalle topográfico y también procurar coincidencia. C. Pulfrich fue el primero en aprovechar este principio técnicamente en un instrumento fotogramétrico de precisión construído por la casa óptica alemana Carl Zeiss, en Jena, que principió a jugar un importante papel en el desarrollo de la fotogrametría. Por la aplicación instrumental del "punto flotante" muchos se refieren a Pulfrich como el "padre de la estéreo-fotogrametría.

Conectando los dos vidrios con un complicado sistema de palancas y transfiriendo de manera es-

pecial el movimiento de los vidrios a un lápiz, von Orel concibió el prototipo de una serie de instrumentos (construidos por la casa Zeiss) de valor fundamental para la fotogrametría, instrumento que llamó "estereo-autógrafo" (1909). Mientras que hasta entonces el procedimiento fotogramétrico consistía en obtener una proyección ortogonal *punto por punto* de las áreas fotografiadas, detalles que fueron completados a mano, por primera vez se obtuvo un instrumento que a base del estereoscopismo era capaz de dibujar directamente la proyección vertical de cualquier línea curva y *continua* en el espacio, como por ejemplo el curso de una quebrada o una carretera que con muchas curvas asciende por una loma, cualidades extraordinarias del instrumento que están expresadas en su nombre. Bastaba guiar el globito flotante en la imagen estereoscópica a lo largo del detalle con la ayuda de tres ruedas que regulaban su movimiento por los tres ejes, verticales entre sí, o sea las coordenadas del espacio tridimensional, y el instrumento hacía el resto.

Aun cuando era muy reducido el servicio que prestaba dicho "estereoautógrafo" como instrumento fotogramétrico, sus modernos principios constructivos dieron origen a la fabricación de otros aparatos que introdujeron un alto grado de mecanización en la cartografía.

La fotogrametría recibió nuevamente un vigoroso impulso con la conquista del elemento etéreo. Ya en 1913 el capitán italiano Tardivo publicó datos sobre el empleo cartográfico de fotografías tomadas desde un avión presentando además un fotomosaico de la ciudad de Bengasi, en Libia. Pero propiamente la primera guerra mundial fue la que dio origen a la aero-fotogrametría, o mejor dicho a la aéreo-estereo-fotogrametría, porque la gran diversidad de instrumentos desarrollados durante e inmediatamente después de la guerra se basaron todos en el estereoscopismo como medio de mediciones exactas.

Los nuevos instrumentos y métodos desarrollados promovieron además la hechura de mapas precisos con menos control terrestre. En Europa caía el acento preferentemente en la precisión, en los EE. UU., que en pocos decenios fueron convertidos en una nación mundial de primera categoría, el interés se dirigía particularmente hacia la aplicación de la fotogrametría a superficies de extensiones continentales. La segunda guerra mundial con sus inmensos frentes distribuidos sobre todo el globo terrestre fomentó en alto grado esta tendencia.

Los americanos mejoraron considerablemente la técnica de la navegación aérea, la cual permite fotografiar el terreno de manera más económica, dejando un mínimo margen de fajas intermedias sin fotografiar y evitando repeticiones.

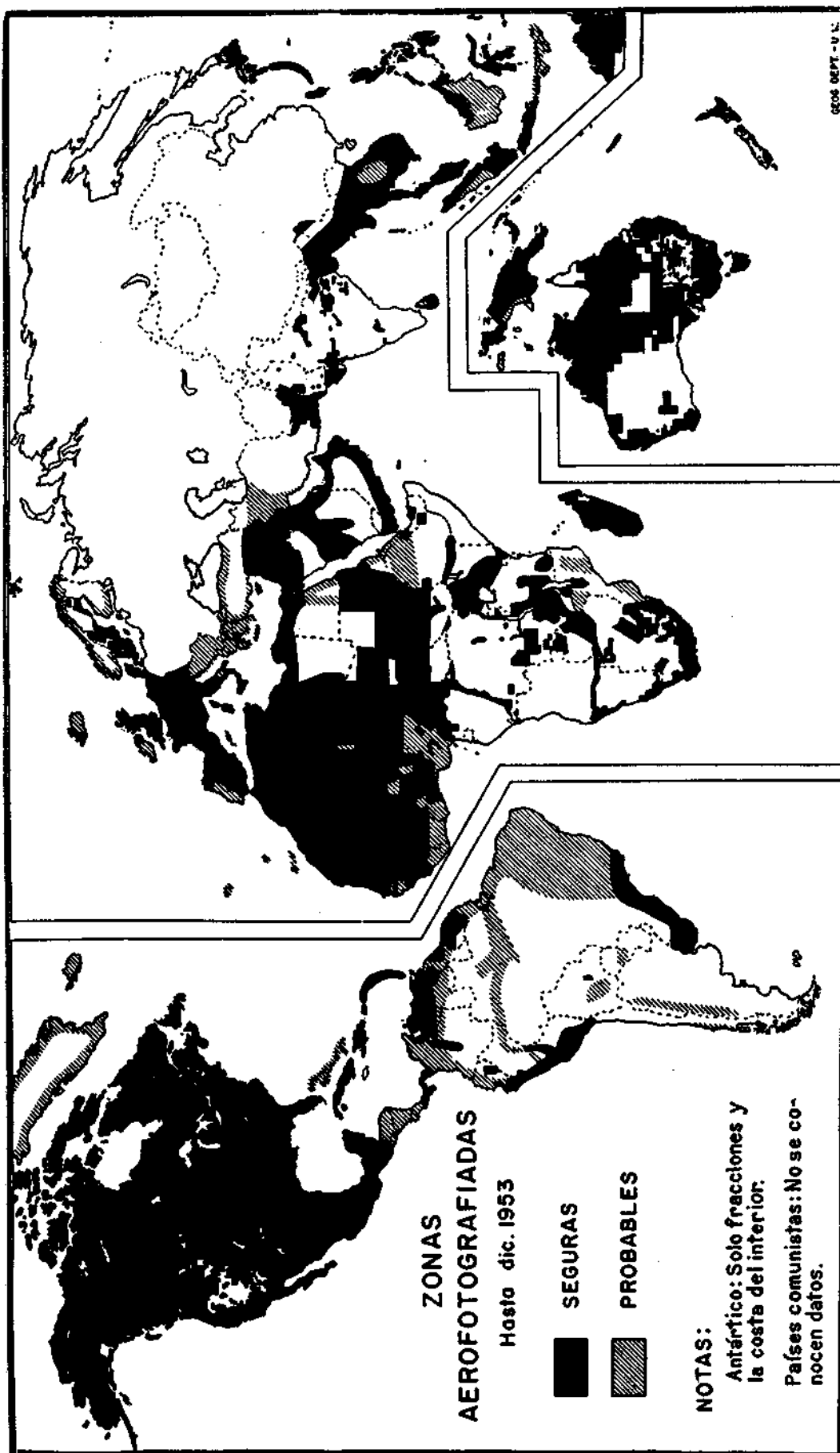
Uno de los más grandes problemas de Laussedat, el de no poder cubrir suficiente terreno en una sola fotografía, fue solucionado alrededor del 1900 por el capitán Scheimpflug, quien inventó la fotogra-

fía compuesta, tomada en el mismo instante con siete cámaras agrupadas alrededor de una central, todas aseguradas a un globo cautivo. Estas técnicas, mejoradas en Europa y América, profusamente usadas en los EE. UU. y en el Canadá mediante la cámara trimetrogón (versión moderna de cámara múltiple, en este caso una tri-cámara: una central, dos laterales), por los adelantos fotográficos y los de la aeronavegación, fueron sustituidos gradualmente por la sola fotografía vertical que ofrece ventajas mayores para la fotointerpretación.

El número de los puntos de control terrestre se está reduciendo con los medios electrónicos como Shoran (EE. UU.) y Decca (Inglaterra). Estos sistemas, que, mediante las diferencias de fase entre las ondas recibidas desde tres estaciones terrestres de conocida posición geodésica, permiten determinar la posición exacta del avión en los momentos en que se toman las fotografías; además pueden hacerse correcciones automáticas del curso predeterminado. Estos datos son susceptibles de completarse con sondeos de radar que registran la altura del avión sobre el terreno con respecto a cada fotografía. La introducción de medios electrónicos ha conducido, por otra parte, a una aplicación semejante a la televisión, especialmente importante para aero-reconocimientos militares sobre terreno enemigo. Con esta técnica, las aerovistas del terreno se transmiten directamente a la base donde se las fija en las placas fotográficas, no perdiéndose nada del material cartográfico en caso de que se destruya el avión.

De gran interés es la confección de mapas tridimensionales, desarrollada por el Army Map Service de los EE. UU., a base de unos procedimientos ya iniciados en el ejército alemán. Partiendo de las curvas de nivel se prepara, con máquinas fresadoras o cortadoras, un molde tridimensional cuya forma se reproduce sobre la plancha topográfica impresa en una hoja de papel plástico. Quien ha presenciado la exposición de la famosa carta topográfica de Korea con todas sus convenciones en relieve se da cuenta del inmenso valor didáctico (respectivamente estratégico) de tal mapa que permite una espontánea y efectiva discusión por varias personas al mismo tiempo, sin necesidad de previos estudios de orientación para conocer los relieves mediante el análisis de las curvas de nivel. De manera semejante los laboratorios ambulantes del ejército pueden preparar en uno o varios días mediante las aerofotografías un modelo exacto de ciertos puntos estratégicos del terreno, dando una base firme y realista a los preparativos de operaciones militares.

La fotogrametría representa tal vez la rama técnica más dinámica gracias a los continuos progresos que se siguen en rápida sucesión. Es más, porque un avance de importancia similar puede observarse también en la fotointerpretación.



Se precisan los rangos de la faz terrestre mediante la aerofotografía que avanza en todos los continentes. Situación en el año 1953 según el profesor Kirk H. Stone. Reproducido de su artículo en la "Photogrammetric Engineering", Vol. 20, Nº 4, Septiembre 1954.



### *El desarrollo de la fotointerpretación.*

La fotointerpretación está íntimamente conectada con la aerofotogrametría, lo que puede aclararse con un ejemplo elemental: la distinción entre una carretera y una vía férrea, por ejemplo, es fácil y no causará dificultad alguna al observador en la superficie terrestre. Pero la diferencia no es tan clara en fotografías de escala muy pequeña porque ambas se presentan como líneas delgadas y ella debe deducirse a base de la forma de las curvas y otras características para saber de cual de los dos casos se trata. En este simple ejemplo ya participa la fotointerpretación, que es el reconocimiento y la deducción del significado de objetos mediante el minucioso escrutinio de fotografías.

El hecho de que la fotointerpretación es de primordial importancia para la exploración militar resulta desde luego obvio y en este respecto basta mencionar algunos ejemplos de aplicaciones más frecuentes como: el reconocimiento de industrias bélicas o vitales para la economía de un país, de puntos estratégicos como puentes, viaductos, embalses, fortificaciones, campos aéreos, cuarteles, etc. A primera vista parece que el reconocimiento de varios de estos objetos no es tarea difícil, pero por otra parte debe preverse que un gran número de objetivos estará cuidadosamente mimetizado, o construido debajo de la tierra. *Es un resultado importante que el desarrollo de la fotointerpretación haya llevado a la conclusión de que con técnicas especiales se puede divisar la gran mayoría de los objetos y de las construcciones subterráneas.*

Los casos de camuflaje simples como el uso de pinturas, follajes artificiales, redes manchadas, etc. se descubren fácilmente con el empleo de películas especiales o más sencillamente con el estereoscopismo. Mientras que para el hombre (por la estructura celular de la retina y la pequeña base visual o reducida distancia entre los ojos) el campo de visión estereoscópica es muy estrecho y en lo general se extiende sólo a distancias bastante menores de un kilómetro, las técnicas de la aerofotografía pueden aumentar su base visual a varios kilómetros incrementando considerablemente el efecto estereoscópico. Por lo tanto lo que parece engañoso a un lejano observador terrestre, por la falta de profundidad estereoscópica, puede resultar bien definido en la fotografía aérea.

Los objetos subterráneos, en cuanto no yacen debajo de la roca firme son bien visibles bajo ciertas condiciones; esto fue comprobado por ejemplo con el descubrimiento de carreteras, fortificaciones y poblados romanos sepultados bajo las acumulaciones eólicas y fluviales de los siglos. En varios casos su hallazgo fue fácil y al mismo tiempo espectacular por la sorpresa de los campesinos cuyos abuelos y bisabuelos ya araban la tierra sin tener la menor noción de las construcciones ocultas bajo sus pies. Una explicación de estos hechos puede ser que ta-

les obras causaron una distribución peculiar del agua subterránea o freática, lo cual se refleja en los cultivos que en unos sitios crecen mejor que en otros, o maduran con anterioridad causando diferencias locales de color. Estas diferencias bien pueden notarse en el terreno, caminando por entre los cultivos, pero el significado queda oscuro. *Es una de las grandes ventajas de las fotografías aéreas que se puede abarcar con la vista un terreno bastante vasto, por lo cual un sinnúmero de irregularidades, inexplicables cada una en sí misma, puede manifestar una coherencia y este conjunto puede revelar un significado inequívoco.* Pero también los grandes objetivos construidos debajo de la roca firme se traicionan muchas veces en las aerofotos por sus vías de entrada y salida, sus relaciones con el terreno y con centros económicos o poblaciones.

La exploración militar sin embargo no se limita a objetivos directa o indirectamente militares; también la consistencia y el aspecto del terreno son factores de gran interés. En la preparación de desembarques u operaciones anfibias, por ejemplo, es necesario saber si el terreno es rocoso, quebrado o plano, cubierto de vegetación impenetrable o abierto, firme y seco o pantanoso, etc. Asisten en la solución de estos problemas las ciencias como la geología, geomorfología, botánica, etc., y en estos casos debe recurrirse a personal especializado, con una instrucción académica correspondiente. Puesto que el porcentaje de semejantes especialistas en un ejército es pequeño y son necesarias interpretaciones rutinarias de gran volumen hubo que desarrollar un procedimiento practicable a base de pocos especialistas, complementados por un número mayor de individuos con reducido entrenamiento, problema que se ha solucionado con las llamadas "*claves de la fotointerpretación*".

Una "clave" es para el fotointérprete una colección de material de referencia (texto y aerofotografías, que facilita la rápida y precisa identificación de objetos por análisis de sus aerofotografías. La clave por ejemplo de fábricas de cemento contiene aerofotos en varias escalas de diferentes tipos de estas fábricas, explicando con gráficas, fotos y texto, el significado de las partes esenciales de que consiste la planta, características del transporte tanto del material como del producto terminado, eventuales relaciones con canteras, analogías y diferencias con otras plantas, etc. De tal manera se pueden hacer claves de innumerables objetos, tanto de los artificiales, hechos por el hombre, como de los naturales, por ejemplo de vegetaciones (secas o hidrófilas: manglares), de diferentes clases de terreno, de costas (rocosas, pantanosas, arenosas, coralíferas) etc. También la organización práctica y el manejo de las claves, eventualmente por selección electrónica y la referencia cruzada, son detalles importantes.

Con todos estos medios técnicos a disposición se aprecia la base real y la practicabilidad de la propuesta del presidente Eisenhower para controlar el desarme.

Aunque estas nuevas técnicas fueron desarrolladas considerablemente por los intereses militares y en esta conexión hay que aceptar el valor estimulante de la "vida peligrosa", las contribuciones de parte de organizaciones e individuos civiles son aún más grandes, y las perspectivas para aplicaciones científicas y económicas aún más vastas.

#### *Aprovechamiento de la fotointerpretación en las ciencias y la ingeniería.*

También para finalidades civiles, las "claves" tienen una gran importancia y se considera que constituyen el desarrollo más notable en el campo de la fotointerpretación después de su creación en los años subsecuentes a la primera guerra mundial. La finalidad de la clave es doble: sirve de material de consulta para el experto y de medio de entrenamiento para futuros intérpretes. En el último aspecto demuestra su gran valor ya que reduce considerablemente el tiempo de entrenamiento, a la vez que permite cierto autodidactismo y asegura además una instrucción vasta con un mínimo de vacíos. Aparte del hecho de que cada conjunto de claves se refiere a un determinado grupo de "objetos" militares, geológicos, botánicos, morfológicos se puede organizar el material de cada uno de ellos según criterios diferentes. Una idea del uso metódico de claves se obtiene ya con la simple enumeración de las más importantes categorías, que son las siguientes:

claves que caracterizan objetos individuales,

claves que acentúan las diferencias entre objetos análogos y muy similares,

claves que caracterizan la coherencia e interdependencia de diferentes objetos,

claves regionales, que muestran lo típico de ambientes geográficos,

claves eliminativas o determinativas con las cuales el intérprete, procediendo sistemáticamente según ciertas reglas, elimina objetos hasta llegar al detalle que trata de identificar.

El empleo de claves reduce la aplicación de métodos personales e intuitivos, substituyéndolos por procedimientos sistemáticos.

Vastas perspectivas se han abierto para las ciencias y las técnicas directamente relacionadas con la superficie terrestre, que designamos brevemente como "telúricas". Enumeramos esquemáticamente las aplicaciones de aerofotografías que son conocidas y publicadas:

1. *Geomorfología*, en esta disciplina la fotointerpretación ha adquirido tal vez resultados máxi-

mos: una clara distinción de métodos entre ella y la geología no existe;

*morfología de costas*: formas de erosión y deposición subaérea y subacuática: efectos de olas, corrientes marinas y tormentas; estudios de arrecifes coralíferos;

*morfología de ríos* y de sus afluentes con los respectivos fenómenos de erosión y acumulación: terrazas, planos aluviales;

*morfología de desiertos* y semejantes regiones: formas y tipos de dunas con su distribución; rizados causados por los vientos, estudios de grietas de desecamiento;

*morfología de lagos*, especialmente los lagos poco profundos y cenagosos, ovaloides y alineados, conocidos por el nombre Carolina Bays, cráteres meteoríticos;

*geología cuaternaria y glaciología*: estudio de las formas y extensiones de casquetes de hielo con sus grietas; el límite de las nieves eternas; forma y distribución de morrenas modernas y pleistocenas; erosión glacial: se descubrieron varios nuevos tipos de paisajes glaciales; levantamientos aerocartográficos de varias clases de fenómenos glaciales; estudio de fenómenos geomorfológicos en áreas de "permafrost".

El conocido profesor de la Universidad de Kansas H. T. U. Smith resume los resultados obtenidos en la geomorfología por la fotointerpretación de la siguiente manera (1952): "In summary, it may be said that the use of photo-interpretation has given a new and revitalized approach to many fields of geomorphic study, and will lead sooner or later to considerable rewriting of the textbooks...".

#### 2. *Geología.*

En la *estratigrafía* la fotointerpretación ha contribuido a trazar límites de formaciones sobre grandes distancias, en varias ocasiones se han podido determinar contactos que eran problemáticos en el campo, en otras se pudo extender considerablemente un límite observado en el terreno; se han descrito casos en los cuales los cambios de facies eran bien visibles en las aerofotos.

*Tectónica y geología estructural*: la facilidad con la cual se reconocen los elementos estructurales como sinclinales, anticlinales, fallas y fracturas es conocida y aprovechada con éxito; la representación cartográfica de alineamientos (conjunto de elementos lineares como esquistosidad, diaclasas), ha contribuido a descubrir relaciones tectónicas; se han descrito métodos para determinar rumbos y buzamientos, construir mapas estructurales; las aerofotografías son excelentes para la construcción gráfica de cortes geológicos. En el diseño de *mapas geológicos*, las aerofotografías y la foto-interpretación son ampliamente aplicadas y en las regiones poco accesibles los mapas se basan mayormente, o casi exclusivamente, en el empleo de aerovistas.

Varios ramos de la geología aplicada, como la *exploración de petróleos* y la *geología minera* aprovechan las fotografías aéreas desde aproximadamente una década antes de la segunda guerra mundial. En la minería, las fotos facilitan la exploración tanto de yacimientos sedimentarios (carbón, petróleo, hierro) como de los magmáticos e ígneos (encontrar y localizar las venas), pero también se comprobó su utilidad en el desarrollo de yacimientos conocidos.

Hoy día la fotogeología es un ramo reconocido que ha conquistado su lugar al lado de la plancheta del geólogo de campo, de los microscopios y de las técnicas del paleontólogo, del palinólogo<sup>2</sup>, del petrógrafo, del mineralogista, y de los métodos del geofísico.

La creencia de que la fotogeología sólo sirve en regiones medio descubiertas (áridas y semiáridas) se desvaneció para aquellos que se enteraron de los admirables resultados obtenidos en una grande campaña de exploración geológica sobre 100.000 km<sup>2</sup> en las densas selvas tropicales de la Nueva Guinea Holandesa. Dice R. Helbling (ver bibliografía), refiriéndose a esta exploración: "The results surpassed all expectations, The heavily forested, as well as the few open areas, even much of the swampland, showed, just as well as hilly regions, numerous clearly recognizable morphological phenomena which could be traced without any difficulty to lithological or tectonic origins".

Podemos concluir con la siguiente declaración de Helbling-Woolnough: "There seems little doubt that, in very near future, no important piece of geological work will be regarded as complete until it has been accompanied by adequate aerial survey".

3. *Agronomía*. La fotointerpretación en este ramo se basa en gran parte en la geología (y la fotogeología). El uso de aerofotos se ha desarrollado en un procedimiento rutinario extensamente aplicado. Rourke y Austin, citados por el mismo Smith (bibliografía), resumen el valor así:

"Soil scientists now utilize air-photos in all phases of soil mapping, and are generally aware of the many clues to placement of soil boundaries and identification of the soils that can be interpreted from them. Air-photos serve to increase both speed and accuracy in soil mapping. In fact, without air-photos modern detailed soil maps of many places could not be produced except at prohibitive cost".

#### 4. *Botánica e ingeniería forestal*.

La fotointerpretación en la botánica se aplica a la *identificación* y la *distribución de la flora*, la definición y delimitación de medio ambientes típicos, como asociaciones hidrófilas (manglares, etc.), vegetación de páramos, límites de selvas tropicales, de estepas y praderas, etc.

La aplicación más intensa es en la ingeniería forestal: delimitación de áreas forestales; identificación de especies de árboles por la altura, granulación y forma de las copas; la determinación de los porcentajes de especies es facilitada con la toma de fotografías durante diferentes épocas del año, que permite ciertas selecciones, verbigracia por florecer o deshojarse una especie en período diferente que otra; determinación del volumen de madera por medio de la altura, tamaño de copas y de densidad de los árboles (comparaciones con fotografías de áreas donde estos factores son conocidos); ayuda en las campañas de explotación o reforestación; elaboración de medidas de protección contra incendios, etc.

En los EE. UU. son más las personas que se ocupan en la ingeniería aeroforestal que en otras ramas de la fotointerpretación.

5. *Arqueología*. Ya se mencionó que ruinas y las más diferentes construcciones arqueológicas, bajo ciertas circunstancias, pueden resaltar claramente en las aerovistas. No pocas veces se lee en revistas sobre nuevos descubrimientos mediante aerofotos. Ellas son también de gran utilidad para dirigir los trabajos de excavación.

#### 6. *Ingeniería civil*.

Las aplicaciones más conocidas son: la búsqueda de los materiales de construcción más accesibles (roca firme para balasto, cascajo y arenas, arcillas, etc.); determinación de sitios adecuados para puentes, embalses, túneles, excavaciones, fundamentos; estudios de condiciones de drenaje; trazados para carreteras, ferrocarriles, oleoductos, líneas de comunicación; ingeniería urbana y planificación urbana, etc.

Lo que antecede es sólo una enumeración de las más importantes aplicaciones, lista que se puede completar con muchos otros ejemplos, que por varias razones no han sido comentados en las publicaciones.

#### *Valor económica de la fotointerpretación.*

La fotointerpretación mediante el estudio de la superficie terrestre puede también aplicarse específicamente a las evaluaciones económicas que suelen llamarse *inventarios de recursos naturales*. Los inventarios pueden hacerse según puntos de vista limitados, como por ejemplo: investigación de riquezas forestales (clases de maderas útiles, su volumen y distribución); determinación del valor agronómico de ciertos terrenos; evaluación de riquezas del subsuelo (piedras naturales y minerales); distribución y volumen de aguas utilizables, saltos y grandes desniveles para aprovechamiento de la energía, etc. También puede el inventario reunir todos estos aspectos referentes a una determinada región y en este caso se obtiene una base firme para planear la *explotación* de esta área. Tales estudios son prácticamente indispensables pa-

<sup>2</sup> Palinología, estudio del polen fósil, moderno ramo de la paleobotánica, comparable con la micropaleontología.

ra asegurar el éxito de una *colonización* intensiva de regiones vírgenes, porque a base de ellos es dable seleccionar de antemano los sitios más adecuados para futuras poblaciones, aeropuertos, vías de comunicación, obras de irrigación, represas para la energía eléctrica, aserríos, y los terrenos más aptos para ciertos cultivos o para la ganadería, etc.

Fue especialmente el profesor Schermerhorn, fotogrametrista de fama mundial y ex-primer ministro de los Países Bajos, quien ha llamado la atención a la importante función social-económica que tienen los nuevos métodos de investigación. Fue también por su iniciativa que el Congreso Internacional de Fotogrametría de Washington en septiembre 1952 aceptó por resolución unánime presentar una recomendación a la UNESCO, con el fin de llamar, por medio de esta organización internacional, la atención de las naciones a las posibilidades de las nuevas técnicas para facilitar el rápido desarrollo económico planeado. La recomendación estaba especialmente dirigida a las naciones subdesarrolladas o a aquellas cuya población es escasa en proporción con la magnitud y la inaccesibilidad de su territorio. Por estos mismos motivos se ha prestado mucha atención a estos métodos en los EE. UU., en el Canadá y en la USSR<sup>3</sup>. Los resultados obtenidos en estos países son verdaderamente estimulantes.

Una de las razones para presentar la recomendación fue la impresión que se tenía en el mencionado congreso de que las ventajas de las aerofotografías no habían sido suficientemente comprendidas y apreciadas. Por la inercia de los conceptos tradicionales, la falta de divulgación y varios malentendidos entre los profesionales hay todavía ciertas reticencias contra la introducción de estos procedimientos modernos. Uno de los conceptos erróneos es la creencia de que las aerofotografías hacen superflua toda investigación en el terreno siendo que en realidad sólo la vuelve más breve, más concreta y más sencilla. Varias objeciones contra la fotogeología, p. e., son desvirtuadas por Donald Gill, también citado por Helbling; *Aerial geology can never supplant the work of the geologist on the ground; work from the ground and from the air must always be carried out in conjunction. But... by its use, work on the ground may be materially speeded up and often improved in quality;... it may give access to geological information otherwise difficult or even impossible to obtain. Aerial geology therefore, is to be regarded as a tool at the disposal of the ordinary geologist and not as something exotic and distinct from ordinary practice*". Lo que se aplica a la (foto) geología igualmente vale para las otras ciencias telúricas.

Algunas personas no emplean las aerovistas sino como un medio de orientación en el terreno cuando no existen cartas topográficas o cuando las exis-

tentes son muy defectuosas. Ellos, por varias razones, no se han dado cuenta que aún *el mejor mapa representa, solamente una pequeña selección de los numerosos datos contenidos en la fotografía* y que por esto puede ser necesario recurrir a ellas cuando surge una nueva tarea.

El valor de los métodos aerofotográficos está en la ventaja de procurar un conocimiento básico sobre territorios grandes, mucho mejor y mucho más rápidamente que por vía terrestre, como Helbling, hablando de la fotogeología, lo expresa de la siguiente manera: "..., under favourable circumstances, the structure of large areas might be explained in its fundamentals, even before the beginning of field-survey". Por vía terrestre *detalles* individuales siempre se aprecian mejor, pero el *conjunto* generalmente se comprende mejor por las aerovistas. De tal manera los dos métodos se completan mutuamente. *En las nuevas técnicas no se debe ver más que la lógica consecuencia de la conquista del "elemento aire" por el hombre y se puede decir que se trata de una reconquista del elemento tierra mediante la dominación del elemento gaseoso.*

Lo anterior está demostrado claramente por el reciente empleo del *helicóptero* en la exploración terrestre para finalizar y completar los estudios aerofotográficos, como se suele hacer en los EE. UU. y en el Canadá; por los instrumentos geofísicos que ahora se usan también desde el avión: como el magnetómetro aéreo y los detectores de minerales radioactivos. La *plataforma volante*, invento de los últimos dos años, ciertamente va a desempeñar un papel importante en acelerar la investigación terrestre. Otros medios, como los electrónicos, basados en principios similares a los del mencionado "Shoran" facilitarán en el futuro la exploración de densas selvas o estrechos cañones. Dentro de algunas décadas se puede esperar que el explorador terrestre camine con un transmisor a la espalda mediante el cual su posición y observaciones sean radiográfica y automáticamente colocados en los mapas básicos de la oficina central. Por lo menos los resultados de los primeros experimentos son muy satisfactorios.

*Se amplían los campos abarcados por la  
fotogrametría.*

La fotointerpretación ocupa una posición muy curiosa entre la fotogrametría y las ciencias y técnicas. Las fotografías aéreas, por ejemplo, fueron tomadas y utilizadas en un principio sólo para fines cartográficos, es decir para la fotogrametría en el sentido más estricto de la palabra o expresado más directamente: para medir y representar los detalles de la superficie terrestre en sus verdaderas proporciones y en sus exactas relaciones geométricas. La fotointerpretación con todas sus aplicaciones fue desarrollada apenas en las últimas tres décadas. Pongamos en claro que las aplicaciones sólo pueden aprovecharse mediante los servicios de pro-

<sup>3</sup> Según Schwidetzki.

fesionales bien preparados en una de las ciencias o técnicas telúricas (geomorfología, geología, botánica, glaciología, etc., y varias ramas de ingeniería). No es posible que el ingeniero fotogrametrista, además de dominar la fotogrametría y de ponerse al corriente de los nuevos métodos e instrumentos que se desarrollan en rápida sucesión, pueda además participar activamente en los campos de la fotointerpretación con excepción de algunas aplicaciones de la ingeniería civil. Sin embargo, una institución de tanto prestigio como la Sociedad (Norte) Americana de Fotogrametría lo considera como parte integral de la fotogrametría y tanto en su Manual como en su revista Photogrammetric Engineering da amplio espacio a la fotointerpretación y a las más diversas aplicaciones<sup>4</sup>. Este punto de vista amplio me parece correcto.

Además el arte de medir e interpretar mediante fotografías no se restringe a los aspectos relacionados con la superficie terrestre. Quien hojea los números de los últimos años de la revista Photogrammetric Engineering y demás publicaciones, se da cuenta de innumerables otras posibilidades, especialmente para los casos en que los objetos son muy pequeños, no visibles con los normales rayos de luz, no accesibles a la medición o tan veloces que el ojo humano no los puede seguir. El campo de la fotogrametría, mensuradora e interpretativa, es prácticamente infinito y apenas están explorados algunos rincones pero muchos permanecen todavía completamente desconocidos. Las aplicaciones se extienden desde estudios estereomicroscópicos de las superficies de los tejidos hasta el análisis estereoscópico de la superficie de la luna; desde el análisis estereoscópico de radiografías hasta la determinación de trayectorias o velocidades de meteoritos<sup>5</sup> y proyectiles; desde la utilización en la sastrería de confecciones con la cámara fotométrica y la fiel fabricación de bustos con máquinas fresadoras dirigidas fotogramétricamente (del natural o reproducciones) hasta el arte de la fotografía médica con la estereo-cámara de Donaldson.

De lo anterior se concluye que, interpretada en sentido amplio, la fotogrametría es una técnica moderna de la cual todas las ciencias y disciplinas de la ingeniería pueden obtener provecho. Por un lado la fotointerpretación con sus aplicaciones prácticas confiere mayor amplitud e importancia a la fotogrametría, por otro lado estas artes fascinadoras aportan amplios horizontes, mayor efectividad y medios de investigación más exactos a la ciencia y la ingeniería. Claro está que estas ventajas no se aprovecharán por completo si los profesionales no tienen

<sup>4</sup> En conexión con esto es interesante observar que la Comisión VII (Interpretación fotográfica) de la "American Society of Photogrammetry" está preparando un "Manual of Photo-interpretation", dedicado exclusivamente a la interpretación de fotografías en las más diversas ramas científicas y técnicas.

<sup>5</sup> Esta aplicación fue mencionada en el artículo de divulgación: "Los enigmas de la laguna de Guatavita", que obsequia la Biblioteca del Instituto Geológico Nacional (Bogotá) a los interesados.

las nociones básicas de la fotogrametría, tampoco se llegaría a resultados satisfactorios si el fotogrametrista no se mantiene al corriente de posibles aplicaciones y no presta su ayuda con sus conocimientos técnicos.

Croquizadas las potencialidades de la fotogrametría y señalado su papel importante en el desarrollo de todo lo relacionado con el suelo y subsuelo, nos queda por aclarar en qué medida se están disfrutando estas nuevas y efectivas técnicas en Colombia y cuánto más se puede hacer.

### *La fotogrametría en Colombia.*

Nos consta por ejemplo que las labores cartográficas del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" dependen completamente del empleo de fotografías aéreas. Esto está de acuerdo con la evolución que han atravesado todas las instituciones semejantes, inclusive se puede decir que en la actualidad no es justificado ejecutar trabajos cartográficos originales y de apreciable extensión sin la aerofotogrametría.

El Geográfico felizmente ha logrado obtener casi todas las películas de las aerovistas tomadas en el país. De tal manera se tiene la ventaja que existe un solo y completo archivo de fotografías que el público puede consultar libremente en las oficinas de dicho Instituto. Esta institución también vende copias aerofotográficas (hasta ahora libre para entidades oficiales).

Perteneciendo la actividad cartográfica a la rama mensuradora, una práctica ya más o menos tradicional, esa entidad ha participado también activamente en la fotointerpretación. En el año 1941 se creó la Sección de Suelos, cuya finalidad es la preparación de mapas agronómicos del país, tarea facilitada por el profuso empleo de aerovistas. Otras entidades han seguido los signos del tiempo. El Instituto Geológico, departamento del Ministerio de Minas y Petróleos, ha creado en 1951 una sección de Fotogeología dedicada principalmente a la preparación de mapas geológicos, pero en sus otras secciones también se están aprovechando oportunamente las ventajas de las fotografías aéreas. El Instituto de Fomento Algodonero, que se dedica también al estudio de los suelos, está empleando sistemáticamente las aerovistas. Las compañías petroleras fueron tal vez las primeras en aprovechar las posibilidades de la aerofotografía y de la fotointerpretación simultáneamente. Extensas zonas fueron fotografiadas por cuenta de ellas y estas fotografías, pasado un término prudencial de reserva, pueden ser utilizadas por cualquier persona o entidad.

En varios casos se han utilizado aerovistas para la planeación de obras de ingeniería; las más importantes son tal vez las del Ferrocarril del Magdalena, el estudio aerofotogramétrico del proyecto de carretera Popayán-Guapí y los proyectos para represas en la Guajira.

Es interesante la noticia de que el Ministerio de Obras Públicas abrió recientemente una sección de aerofotogrametría con aparatos de restitución, de máxima precisión (por ejemplo un Estereoplanígrafo Zeiss) y un propio avión equipado con una cámara aérea. La intención de dicha sección es facilitar el trazado o la planeación de carreteras, ferrocarriles, canales, puentes y otras obras semejantes de ingeniería.

Siguiendo el ejemplo de otros países, especialmente de los Estados Unidos y el Canadá, donde un sinnúmero de compañías particulares han demostrado que la preparación de mapas especiales puede hacerse económicamente con un halagador margen de ganancia, también en Colombia la iniciativa privada está penetrando en este campo de actividad.

La compañía de Fotos Aéreas Ltda., "Foto-Tec" (sede en Bogotá, carrera 12 N° 13-55, gerente Hans Philipp) está particularmente especializada en la preparación de mosaicos aéreos controlados. Dichos mosaicos los presenta en las escalas deseadas, labor que se sostiene por su bien equipado laboratorio fotográfico con todas las posibilidades de reproducción, ampliación, reducción y rectificación de las aerovistas. Hasta ahora han preparado mosaicos cuyo conjunto cubre la apreciable superficie de 150.000 kilómetros cuadrados. La empresa también acepta contratos para levantamientos aéreos que se ejecutan en combinación con renombradas compañías extranjeras.

La compañía "Levantamientos Aéreos de Precisión", abreviado L.A.P., (también con sede en Bogotá, calle 24 N° 41A-06, gerente Guillermo Cáceres Gaviria) prepara mapas topográficos de alta precisión que sirven de base para toda clase de obra de ingeniería. Dispone de un buen instrumental fotogramétrico, por ejemplo de un "Estereotopographe" de Povillier, Francia, y les llegará dentro de poco tiempo un "Estereosimplex III" de Santoni, Italia, aparatos que, por combinar precisión con rápido y simple manejo, permiten la producción de mapas a precios competidores. La compañía no sólo prepara sus propias redes geodésicas para apoyar las labores aerofotográficas, sino que ejecuta también levantamientos puramente geodésicos, cuya precisión representa el justificado orgullo de su personal técnico. A este respecto se puede citar la rectificación y el control de las redes municipales de Ibagué, Armenia y Calarcá. Los levantamientos aerofotogramétricos ejecutados o en ejecución van desde planos municipales detallados con curvas de nivel cada 2½ metros (Zipaquirá, Fusagasugá, Soacha), hasta mapas básicos para la construcción de carreteras (Armenia, Pereira) y centrales hidroeléctricas (de Antioquia). La compañía dispone además, de un simple aparato aerofotogramétrico de tercer orden que puede probar su utilidad en la producción a bajo costo, de mapas de reconocimiento, útiles en exploraciones mineras, etc.

Ultimamente recibimos la noticia de una compañía que no pudimos visitar personalmente. Es la "Aerofoto" con sede en Medellín (gerente Carlos Amorteguí) que toma fotografías aéreas oblicuas y verticales, arma mosaicos y es activa en la mensura y titulación de fincas.

Creemos que tales compañías impulsadas por gerentes con vivo deseo de incrementar las actividades, pueden jugar un papel importante en el desarrollo económico del país y por esta razón estimamos oportuno y conveniente llamar la atención de las entidades interesadas en estas posibilidades que ahora existen aquí mismo, pero que aún no son suficientemente conocidas.

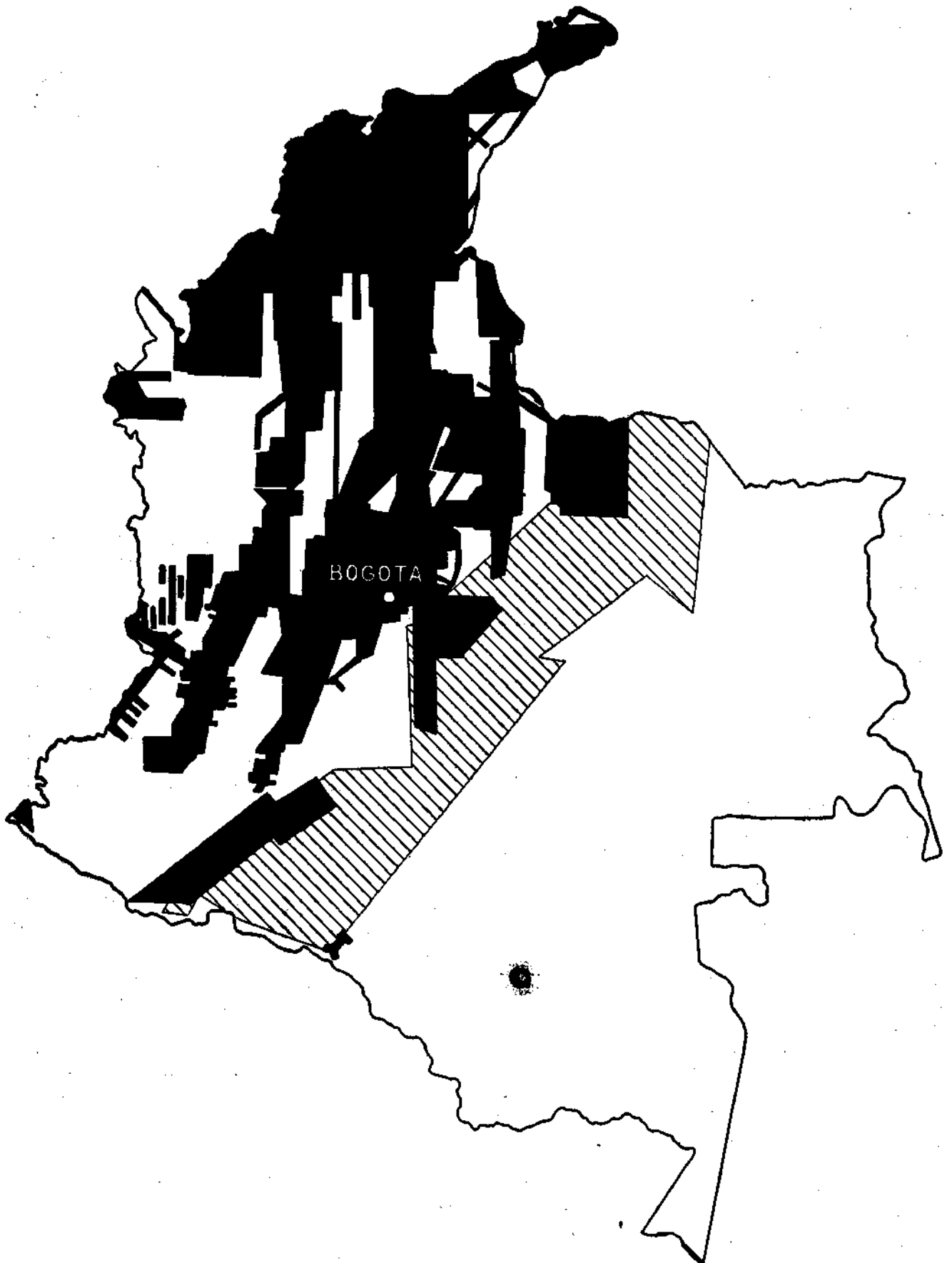
En la recientemente fundada Especialidad en Geología y Geofísica en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional se ha dado gran importancia a la fotogrametría mensuradora e interpretativa.

Esta breve enumeración, probablemente incompleta, indica que las nuevas técnicas están abriéndose paso en el país y que ya está cundiendo una cierta "air-mindedness". Los resultados obtenidos hasta ahora son ciertamente una razón de regocijo pero no de una completa satisfacción, vista la inmensidad de la tarea.

En los 21 años de la existencia del Instituto Geográfico de Colombia ha sido posible fotografiar algo menos de una tercera parte de la República. Una apreciable cantidad de las aerovistas ya son anticuadas o no representan las condiciones actuales del terreno, otras fueron tomadas muy poco sistemáticamente. Las zonas restituídas y disponibles para el público tal vez alcanzan a cubrir el 5% del territorio nacional. Las planchas publicadas comprenden aproximadamente el 3%. Aún teniendo en cuenta los recientes aumentos del instrumental, el empleo de fotografías de escala menor para acelerar la labor, y no tomando como base de producción las 25 planchas del año excepcionalmente productivo de 1954, sino un número de 80, que es más del triple, también en estas condiciones se necesitarían unos 100 años para terminar la carta topográfica del país.

Que tales circunstancias constituyen un obstáculo muy grave para el desarrollo económico del país es obvio. La exacta representación del terreno es una de las primeras necesidades sin la cual la planeación de innumerables proyectos fundamentales carece de base o se dificulta considerablemente.

En la fotogrametría interpretativa el progreso todavía no es satisfactorio debido a los precios muy altos que el Instituto Geográfico debe cobrar por las copias fotográficas, prácticamente forzado a tal política porque la insuficiente capacidad de sus laboratorios prohíbe una actitud más generosa. En estas condiciones sólo las entidades oficiales o semi-oficiales pueden valerse de las aerofotografías. Como ejemplo contrastante se pueden tomar los EE. UU. donde los beneficios de la aerofoto-



Areas fotografiadas en Colombia. El hachurado representa una zona de reconocimiento aero-magnetométrico, cuyas fajas fotografiadas no están conectadas lateralmente.

grafía fueron puestos a disposición del gran público cuando el Ministerio de Agricultura decidió vender las copias al precio del costo de la reproducción. (H. T. U. Smith, bibliografía, 1952).

Por el importante papel que puede y necesariamente debe desempeñar la aerofotografía en la economía del país, parece que es del interés nacional corregir cuanto antes las existentes deficiencias. Varios proyectos se han elaborado y estudiado para lograr tales fines y el Instituto Geográfico ha obtenido recientemente alentadores resultados con la ampliación del instrumental y con la adquisición del magnífico edificio —motivo de orgullo nacional— que acabó de inaugurar. Con todo esto es de desear que también se tomen las últimas y decisivas medidas para asegurar su debido rendimiento tal como requieren las necesidades del país. A pesar de todas las diferencias que dividen las agrupaciones humanas y que las incitan a luchar las unas contra las otras, hay una aspiración que une a todos: la de alcanzar un nivel social-económico más elevado y de asegurar un futuro más próspero para los hijos. La realización de tales aspiraciones excepcionalmente viene por sí misma como una inesperada gracia del Cielo; pero en lo general es más prudente no esperar tales milagros y obrar activamente según el lema “Ayúdate a tí mismo que Dios te ayudará”. Las nuevas técnicas aerofotogramétricas (en el sentido más amplio) podrían reducir apreciablemente el tiempo necesario para realizar tales ambiciones justificadas; la extensión y la inaccesibilidad del territorio nacional en relación con la poca densidad de la población y el conocimiento apenas incipiente de los recursos aprovechables imponen el empleo de tales métodos. Es evidente también que un esfuerzo general de explorar y luego de explotar las potenciales riquezas del suelo patrio armonizaría con las normas directivas del actual Gobierno para llegar, uniendo a los ciudadanos alrededor de un objetivo común, a un espíritu de cooperación nacional.

Es obvio que, debido al empleo efectivo de los modernos métodos de investigación, y por el carácter técnico de sus ocupaciones, el Instituto Geográfico sea el centro predestinado alrededor del cual deben agruparse las demás organizaciones dedicadas a la exploración del suelo. Las inversiones necesarias en el Instituto, en consecuencia, deben ser mucho mayores que en otras organizaciones.

Un aprovechamiento de las riquezas naturales, a corto plazo, podría estimularse fotografiando el territorio nacional en el tiempo más breve posible. Este objetivo no podría lograrse con los propios medios del Instituto Geográfico, ni ampliándolo considerablemente, como tampoco sería aconsejable intentarlo por las grandes inversiones que esto requeriría. Creemos conveniente celebrar contratos más profusamente con compañías privadas, expertas en la materia. Para que todas las organizaciones exploradoras, tanto particulares como gubernamentales,

mentales, puedan utilizar las aerovistas, es menester suministrar las copias a precio de costo. Para atender a la demanda, que crecerá rápidamente, será necesario aumentar la capacidad de los laboratorios del Instituto Geográfico o buscar soluciones mediante laboratorios privados.

La creación de un centro de enseñanza en la foto-interpretación y otras aplicaciones aerofotográficas, al alcance del público interesado, estimularía directamente el uso efectivo de las aerovistas e indirectamente la exploración del país.

Para aumentar el ritmo de la confección de planchas topográficas es indispensable ampliar el instrumental y el personal técnico del Geográfico. La solución podría consistir en la repartición de la tarea con compañías privadas, no sólo para apresurar la terminación de la carta topográfica de Colombia, sino también porque la experiencia en los EE. UU., en el Canadá y en el Brasil ha demostrado la conveniencia de que un país disponga de varios centros cartográficos civiles al lado del oficial.

Convendría llegar a una coordinación de planes de trabajo y a una colaboración más íntima entre varias entidades oficiales dedicadas a labores de exploración o de planeamiento. Particularmente un estrecho contacto con la Oficina de Planeación de la Presidencia sería del punto de vista organizatorio muy provechoso. Varios medios modernos de exploración como el helicóptero, cuyo mantenimiento para una sola entidad resultaría muy costoso, podrían aprovecharse económicamente en compañía.

Una reorganización administrativa en un sentido progresista y una mayor autonomía serían benéficas para el eficaz funcionamiento de tales entidades. Varios expertos enviados por organizaciones internacionales para estimular la expansión económica de países jóvenes han llegado a la conclusión de que no se ha dedicado suficiente atención a la exploración y que frecuentemente los mayores obstáculos están en una anticuada organización administrativa que no permite el efectivo aprovechamiento de los adelantos técnicos.

La creación de un centro activo de divulgación y de instrucción en las nuevas técnicas sería de sumo interés, pero el mayor desideratum es sin duda la constitución de una sociedad sur-americana de fotogrametría con su propia revista de la categoría de “Photogrammetric Engineering”, donde se puedan exponer los problemas y las soluciones encontrados en la América Latina.

De los últimos párrafos resulta claramente que no faltan tareas por realizar. Para conservar el paso con los avances y beneficios de la civilización estamos obligados a hacer un mayor esfuerzo intelectual, organizatorio y pecuniario. Deseamos a la joven y meritoria entidad geográfica que con sus 21 años de vida, ha llegado a la mayoría de edad, se le concedan los medios y facilidades para una labor sustancial que va en beneficio de todos.



## BIBLIOGRAFIA

Siendo la bibliografía tanto de la fotogrametría mensuradora como de la interpretativa, muy extensa, se mencionan a continuación sólo algunas obras claves, las cuales sirven al lector no familiarizado con ellas para orientarse en la materia:

**Manual of Photogrammetry**, publicado por la "American Society of Photogrammetry", IIª edición, 1952.

**K. Schwidofsky**.—Grundriss der Photogrammetrie. IVª ed., 1950, Bielefeld.

**Photographic Interpretation**, Report of Commission VII to the International Society of Photogrammetry. Sept. 1952, Washington. También en: Photogr. Engin. June, 1952. Se compone de las siguientes partes:

Part I, Robert N. Colwell, General.

Part II, K. E. Bradshaw, Summary of world progress in photointerpretation in natural resource inventories.

Part III, H. T. U. Smith, Photo-interpretation in applied earth science.

Part IV, Capt Ragnar Thoren, Photo-interpretation in military intelligence.

Part V, C. A. J. von Frijtag Drabbe, Photo-interpretation in the Netherlands.

**Eardly, A. J.** "Aerial Photographs, Their use and Interpretation" Harper & Bros, N. Y., 1942.

**Smith, H. T. U.** "Aerial Photographs and their Applications", Appleton Century, N. Y., 1943.

**Helbling, R.** Studies in Photogeology (in connection with geological mapping in Switzerland, Specifically of the Todi Range), 1949, Art. Institut Orell Fussli A. G., Zurich.

**Gill, Donald**, "Aerial Survey in Relation to Economic Geology". The Journal of the Royal Aeronautical Society, Vol. XXXVII, Nº 267, March, 1953.

"Practical utilization of Aerial Photography in Highway location", Report of Technical Committee on Highway location, Surveying and Mapping, Technical Bulletin Nº 189, 1952. Publicado por "American Road

Builders" Association, International Building, Washington 4. D. C.

**Feres, Miles J.**, "A method of estimating Timber Volumes from Aerial Photographs", College of Forestry, State University of New York, Techn. Pub. Nº 75, 1953.

**Moessner, Karl E., and Jensen, Chester E.**, "Timber Cruising on Aerial Photos", Central States Forest Experiment Station, Columbus, Ohio, Techn. Paper Nº 123, 1951.

**Forestry Handbook**, Society of American Foresters, 1955. Contiene un capítulo de 27 págs. sobre el uso de fotografías aéreas.

**Selected Papers on Photogeology and Photointerpretation**, por The Committee Geophysics and Geography, Research and Development Board, Department of Defence, Washington 25, D. C., April, 1953.

**Report of Commission VII (Photographic Interpretation) to the International Society of Photogrammetry**. Photogram. Engin., March, 1956.

### REVISTAS:

**Photogrammetric Engineering**, revista de la "American Society of Photogrammetry", 5 números anuales, sin costo para miembros (US\$ 6.00 anual).

"**Photogrammetria**", revista de la International Society of Photogrammetry, (US\$ 6.00 anual), La Haya.

**Revista de Engenharia Fotogramétrica**, Avenida Rebouças, 2682 Sao Paulo, Brasil. Trimestral, en portugués y castellano.

Después de haber terminado el manuscrito recibí de la Williamson Manufacturing Company Ltd., Toronto, una de las más importantes casas aerocartográficas privadas, el folleto "Williamson Views Nº 18", primavera 1956, con el interesante artículo: "Freedom to reconnoitre from the air. Eisenhower Plan deemed practicable". Conclusión: "There is no question, therefore, that if there was complete freedom to photograph it would be virtually impossible for a nation to prepare for war without another nation knowing".

# EL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

## GENERALIDADES

EL OBSERVATORIO GEOMAGNETICO DE FUQUENE DEL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

CLEMENTE GARAVITO BARAYA

La tierra manifiesta un campo magnético como si tuviera en su seno una pequeña barra imantada relativamente corta, de momento magnético  $8.1 \times 10^{25}$  unidades c. g. s. (Fig. N° 1).

Este campo está oscilando continuamente. Algunos de sus movimientos son periódicos como la variación diurna y la variación secular y otros son irregulares y se presentan intempestivamente como sucede con las tempestades magnéticas y con las manchas solares. Pueden durar desde algunas horas hasta varios días y algunas de sus manifestaciones

son: auroras boreales y australes, disturbios en las ondas usadas en radio-comunicaciones y perturbaciones en las agujas magnéticas.

A unos 1.900 Kms. del polo Norte Geográfico se encuentran tres focos o polos magnéticos, de los cuales el mayor se halla en la Isla del Príncipe de Gales y los otros dos en la Isla de Bathurst y en la Península de Boothia.

En la zona antártica, a cerca de 2.500 Kms. del polo sur-geográfico, se ha localizado un polo sur magnético.

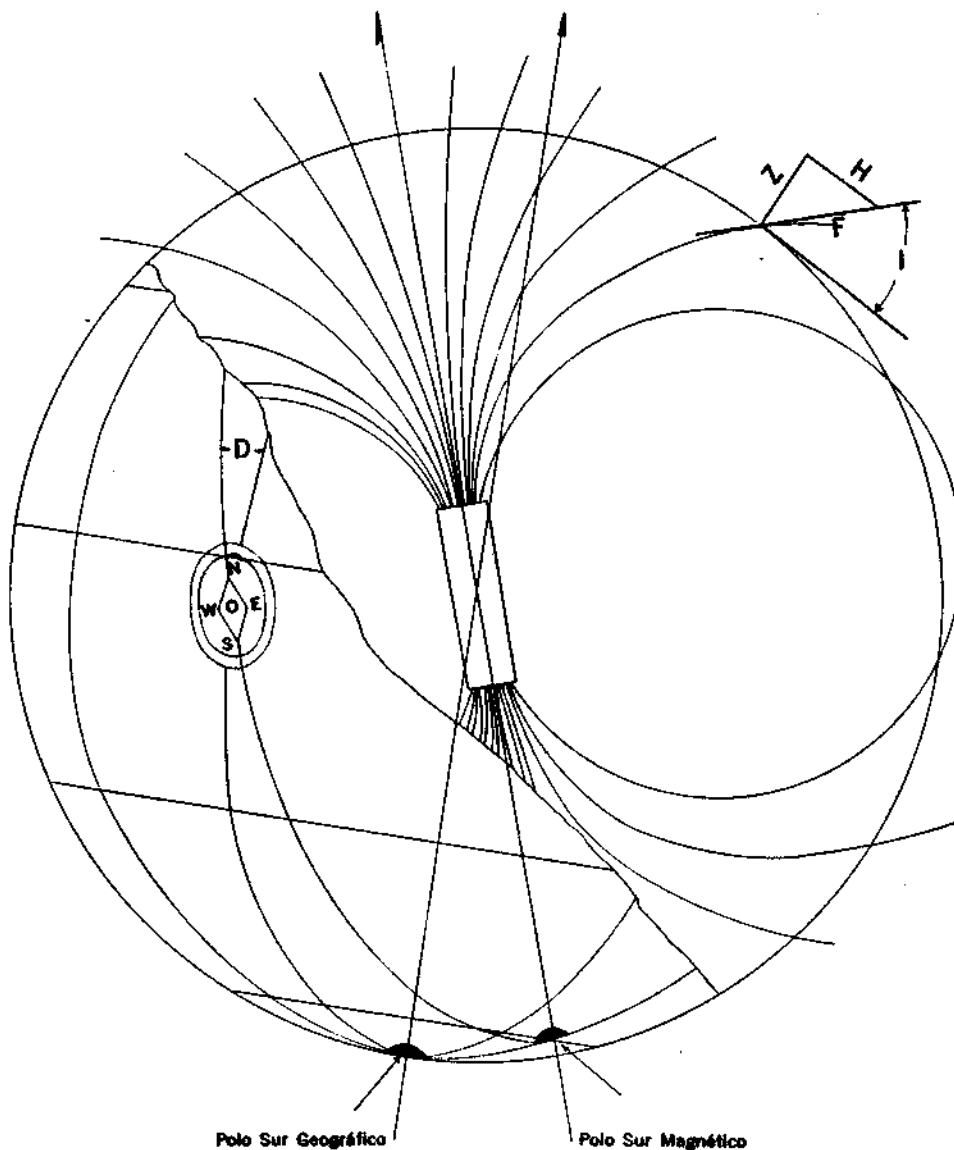


Figura No. 1

La línea que une los polos magnéticos de la tierra no coincide con un diámetro de ésta y se aparta en más de 1.000 Kms. de su centro geográfico.

La unión de los puntos en donde la inclinación de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre es cero grados, determina el Ecuador magnético, curva irregular sometida a pequeñas variaciones, que, en Africa, Asia y gran parte del Pacífico, está situada al Norte del Ecuador Geográfico y al Sur de éste en Sur América.

Se han determinado polos geomagnéticos teóricos que se apartan de los focos magnéticos reales en varios centenares de kilómetros.

El círculo máximo equidistante de estos puntos es el Ecuador Geomagnético.

### CUADRO DE COORDENADAS

Polos	Latitud	Longitud
Norte Magnético	73° N	100° W de Gr.
Sur "	68° S	144° E
Norte Geomagnético	78.6 N	70° I W
Sur "	78.6 S	109° 9 E

La intensidad y dirección de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre varían de acuerdo con la latitud, como muestra la figura N° 2; en el Ecuador Magnético la componente horizontal (H) de la fuerza es máxima y la vertical (Z) nula; a medida que la latitud crece, (H) disminuye y (Z) aumenta, hasta que en los polos magnéticos (H) es nula y (Z) es máxima.

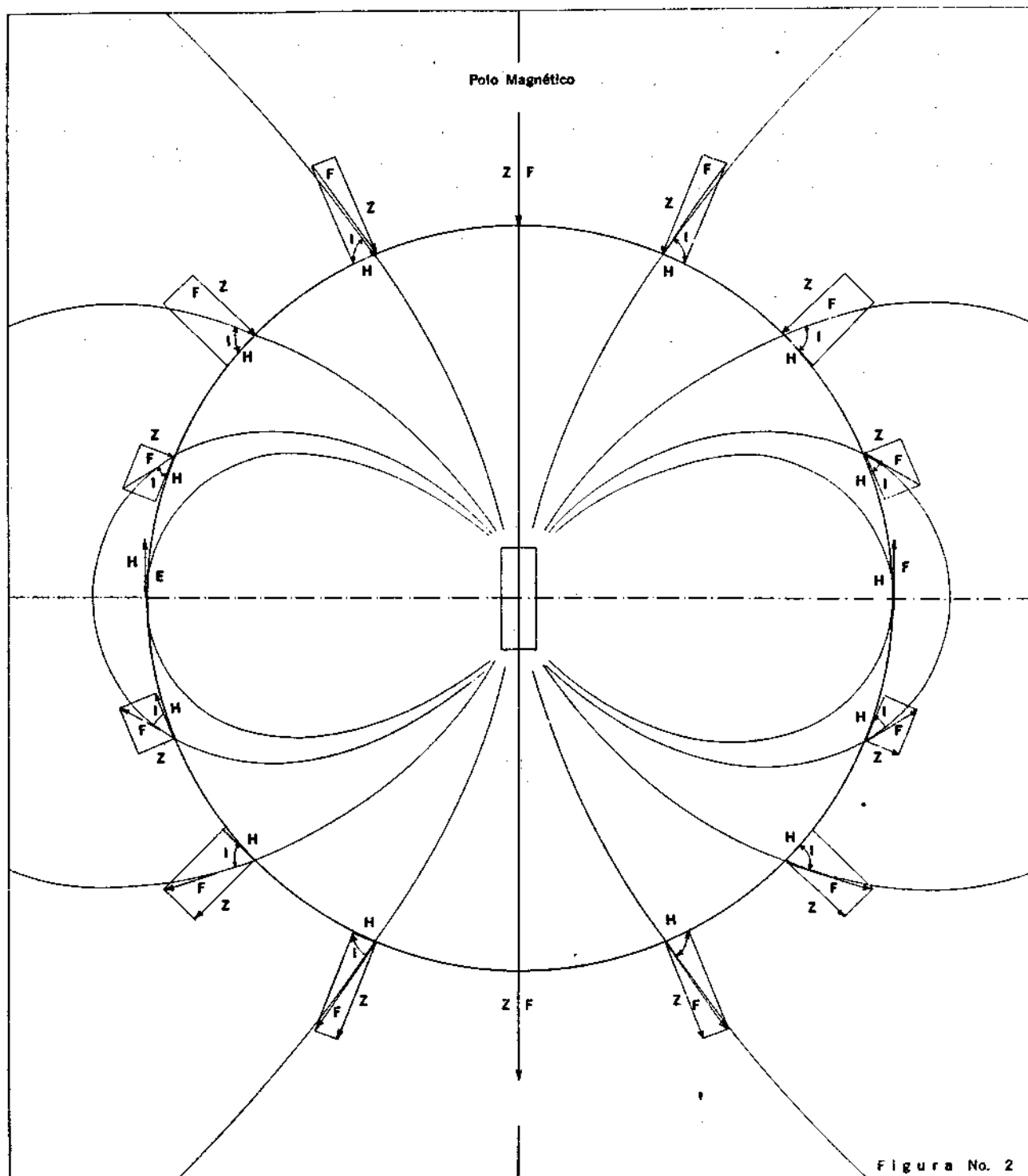


Figura No. 2

Además la proyección de la línea de fuerza sobre el plano horizontal forma con la meridiana geográfica un ángulo, la declinación. Hay lugares, como en Cúcuta, donde la aguja magnética indica la dirección del norte geográfico y lugares, como en las islas Isachser y Longheed, donde la punta norte de la brújula indica el sur geográfico, es decir la declinación varía desde 0° hasta 180°.

La latitud magnética de un punto es función de su inclinación y está dada por la fórmula  $tg \phi = 2tg I$ , donde  $I$  es el valor de la inclinación observada.

Las coordenadas geomagnéticas del Observatorio de Fúquene se determinaron resolviendo el triángulo esférico: Polo geográfico, Polo geomagnético y punto estación Fúquene y se obtuvieron los siguientes valores: Latitud geomagnética 16°.9 N; longitud geomagnética 355°.1 E y declinación teórica 1°.0; su latitud magnética en la actualidad es de 18°.5 N, mientras que sus coordenadas geográficas son: Latitud 5° 28' N, longitud 73° 44' W.

Para estudiar las líneas de fuerza del campo magnético terrestre se determina: su dirección con respecto al norte geográfico, declinación (D) y con respecto al horizonte, inclinación (I), en grados sexagesimales y la proyección de la fuerza en el plano horizontal (H), en gammas o sea en cienmilésimos de gauss.

La unidad de intensidad magnética es el "oerstedt". No obstante, en la práctica se usa el "gauss"—unidad de inducción o densidad del flujo magnético— porque la permeabilidad del aire es casi igual a la unidad. El gauss corresponde a la intensidad de un campo que obra sobre la unidad de polo magnético con la fuerza de una dina. En geomagnetismo se usa como unidad la "gamma" que equivale a 0.00001 de gauss.

A continuación se dan los datos de los elementos magnéticos D, H, I, en tres lugares del país, para la época de 1956.0:

Lugar	D.	H.	I.
Riohacha	0° 29'W	29 720 $\gamma$	42° 38'N
Fúquene	1° 04'E	30 440 $\gamma$	33° 46'N
Tumaco	4° 46'E	30 760 $\gamma$	26° 43'N

#### DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS DE REGISTRO FOTOGRAFICO

Para el estudio de los elementos del campo magnético terrestre se ha instalado en Fúquene, en el Observatorio de Variómetros, un magnetógrafo Ruska sensitivo. Consta de tres variómetros que registran respectivamente la declinación magnética (D), la intensidad horizontal (H) y la intensidad vertical (Z), fotográficamente, durante las 24 horas del día, en un tambor provisto de mecanismo de relojería.

Cada variómetro produce dos trazas; una que indica las variaciones del respectivo elemento y otra fija o línea de base, con relación a la cual se mide la amplitud del movimiento.

La instalación se efectuó de tal manera que la ordenada fuera proporcional al valor absoluto de cada elemento (Fig. N° 3) y (Fig. N° 4).

Las ordenadas leídas en el magnetograma se corrigen de la deformación producida por el revelado fotográfico, comparando las distancias entre dos marcas fijas antes y después de dicho proceso.

Un cronómetro dotado de un dispositivo eléctrico especial registra trazas horarias en el magnetograma con error inferior a 30 segundos; diariamente se compara con las señales horarias de la emisora W. W. V. y se corrige su estado.

Las variaciones de la temperatura se registran también fotográficamente por medio de un termógrafo colocado en el variómetro (Z). Adicionalmente los tres variómetros tienen termómetros para hacer lecturas directas.

La humedad ambiente dentro del Observatorio de variómetros se controla por medio de cloruro de calcio colocado en conos de cobre.

#### VARIOMETROS

El variómetro de Declinación consta principalmente de un pequeño imán permanente de álnico\* de 2 mm. de diámetro por 10 mm. de longitud y momento magnético de 11.3 unidades c.g.s., suspendido de una fina fibra de cuarzo de 0.02 mm. de diámetro. Orientado en el meridiano magnético, registra las variaciones de la declinación, es decir, de la componente horizontal E-W del campo. Se instaló de manera que 1 mm. represente 1.00 minutos de arco u 8.88 gammas y está provisto de un imán corrector de momento magnético 10.4 unidades c.g.s.

En el variómetro (H), el imán permanente de álnico, cilíndrico, de 2 x 10 mm. y momento magnético de 12.6 unidades c.g.s., suspendido en una fibra de cuarzo de 0.05 mm. de diámetro, orientado en el primer vertical magnético por torsión de la fibra, registra las variaciones de la componente horizontal N-S del campo magnético o intensidad horizontal. Este variómetro tiene un imán compensador de temperatura de 174.9 unidades c.g.s. y está calibrado para que registre 3.9 gammas por milímetro.

El variómetro (Z) tiene un par de imanes permanentes en forma de aletas de 8.1 cms. de longitud, apoyados en su centro de gravedad sobre cuchillas de ágata y con su eje magnético balanceado horizontalmente de tal manera que puede oscilar en el plano vertical. Está orientado en la meridiana magnética y registra las variaciones de la com-

\* Álnico: aleación de aluminio, níquel y cobalto.

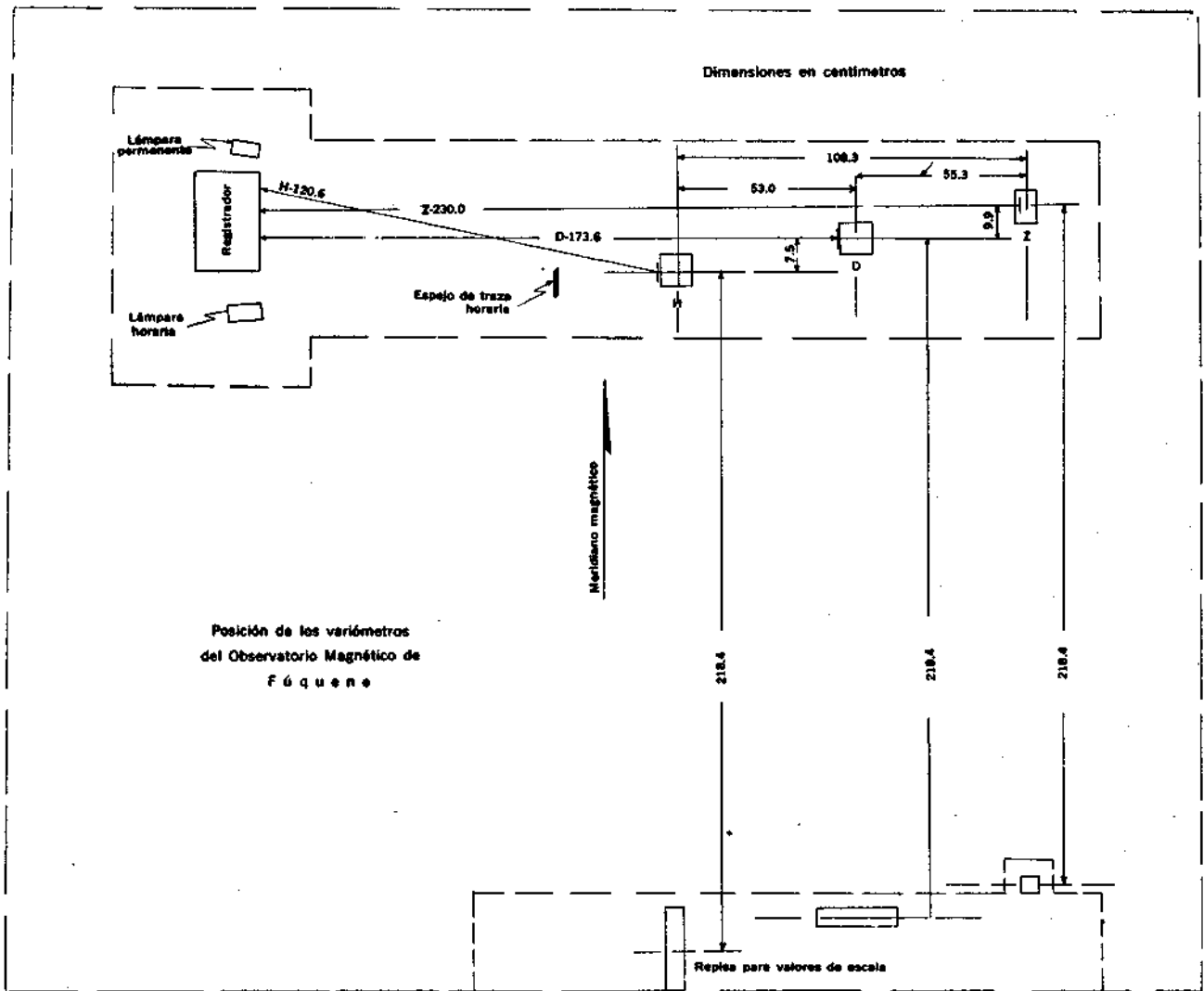


Figura No. 3

ponente vertical del campo. Tiene un imán compensador de temperatura de 273.8 unidades c.g.s. y su valor de escala actualmente es de 3.9 gammas por milímetro.

#### DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS DE VALORES ABSOLUTOS

La determinación del valor absoluto de la declinación, intensidad horizontal e inclinación se efectúa en Fúquene con el magnetómetro e inductor terrestre Askania N° 578182, instrumento patrocinado en el Observatorio Magnético de Cheltenham, Md., en 1952.

Se le determinaron las siguientes constantes: Valor de la escala —Momento de inercia— Coeficiente de temperatura —Factor de inducción— y se adoptó su corrección por coeficientes de distribución, para que el valor de la intensidad horizontal quedara sin error índice instrumental.

#### MAGNETOMETRO

La declinación magnética se determina por medio del imán de aletas con su aditamento de inversión, suspendido de una fibra de oro, a la cual se le ha quitado previamente la torsión.

Se observa directamente el valor absoluto del azimut magnético a una señal fija en un momento dado y se compara con el azimut astronómico anteriormente determinado.

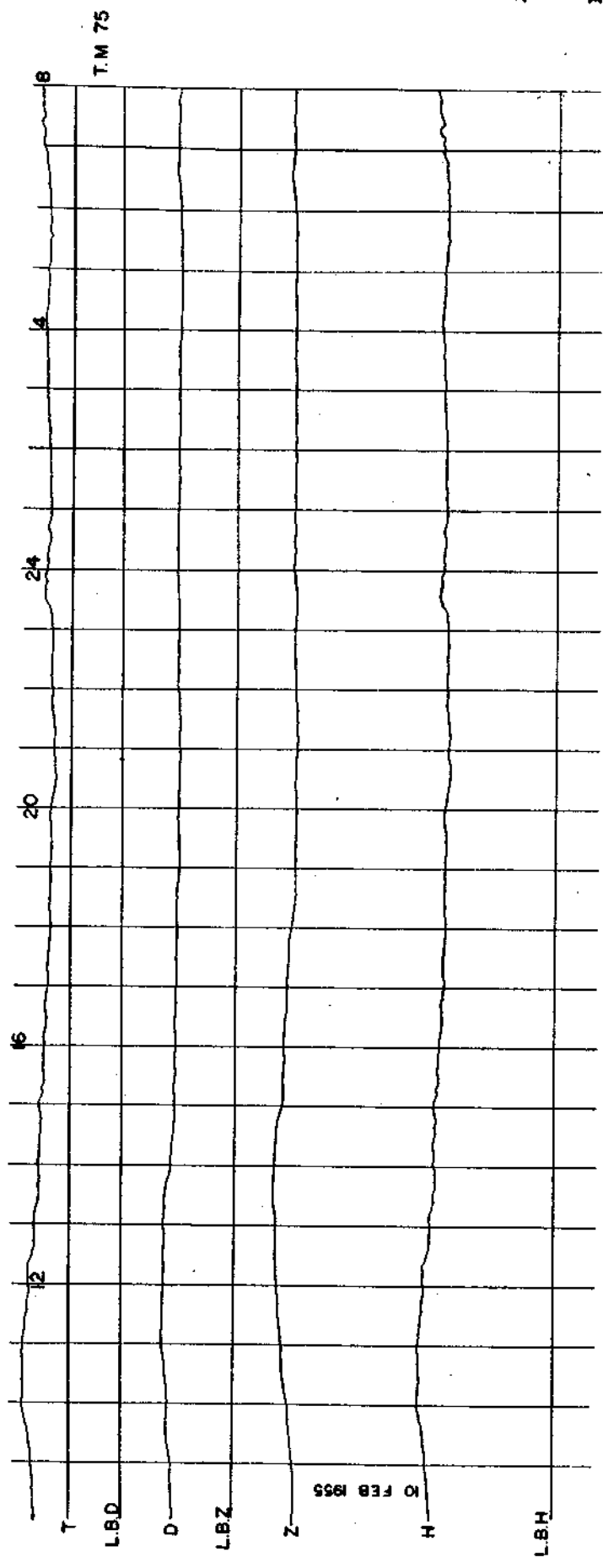
El valor absoluto de la componente horizontal se obtiene relacionando el período de oscilación de un imán de momento magnético conocido y suspendido de una fibra de oro, con las deflexiones que el mismo produce sobre un imán de aletas, cuando se coloca a cada lado de éste y a distancias calibradas.

#### INDUCTOR TERRESTRE Y GALVANOMETRO

La determinación de la inclinación se efectúa con el inductor terrestre, que consta principalmente de un pequeño generador cuya bobina se hace girar en el campo magnético terrestre, y cuyo paso de corriente es registrado por un galvanómetro. Cuando su eje de giro se coloca paralelamente a las líneas de fuerza, no hay paso de corriente y el ángulo de inclinación del eje de la bobina en ese momento es la inclinación de las líneas de fuerza.

El galvanómetro de Kelvin tipo astático registra corrientes hasta del orden de  $1 \times 10^{-12}$  amperios.

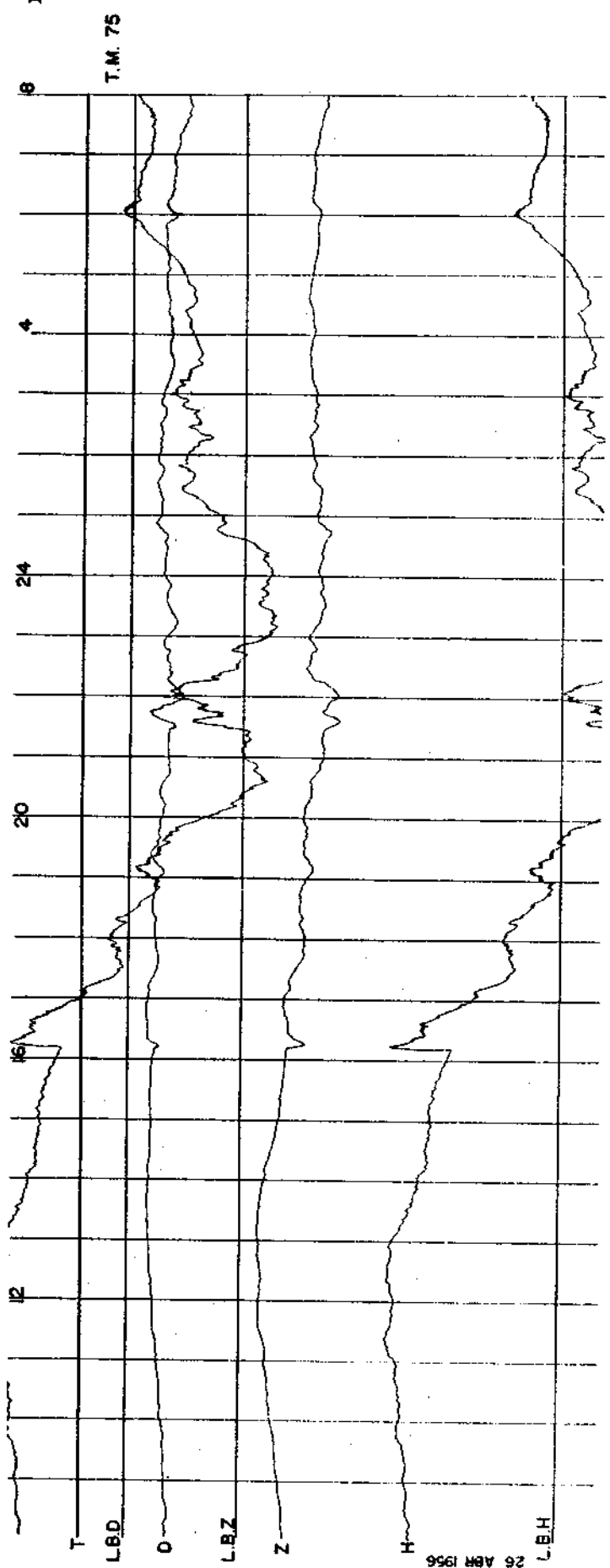
Figura No. 4 — Magnetograma (día tranquilo).



**CONVENCIONES:**

- T = Traza de temperatura.
- LBD = Línea base de D (declinación).
- D = Traza de declinación.
- LBZ = Línea base de Z (Intensidad Vertical).
- Z = Traza de Intensidad Vertical.
- H = Traza de Intensidad Horizontal.
- LBH = Línea base de H (Intensidad Horizontal).

Figura No. 4 — Magnetograma (día tempestuoso).



### DECLINACION MAGNETICA (MAGNETOMETRO)

Estación Observatorio Figueira Fecha Diciembre marzo 27/55  
Magnetómetro No. 528182 Observador G. C. G.  
Señal 1. P. G. S. Altura del instrumento P. N. W.  
Imán S. U. R. Línea de no torsión 27.6

HORA CRONOMETRO		LECTURAS EN LA ESCALA			LECTURAS EN EL CIRCULO HORIZONTAL		
h.	m.	Libre	0	90	Señal	Imán	
10	54	D	↑		Antes	A 15 22 30	16 53 30
	56	D	↑		B	22 00	54 30
	57	I			Después	A 15 22 10	16 53 30
	58	I			B	22 00	54 30
	59	I			Promedios		
	60	I			A 15 22 08		
					B 16 54 00		
Promedio de las lecturas en la escala							
Directo - 3.18							
Inverso + 3.12							
Directo - Inverso - 6.30							
- 0.06							

Lectura promedio en la escala	- 1.03	NOTAS: Temperatura (°C)	20.0
Cambio de la escala	0.00	Estado del tiempo	Nub. 5.0%
Cambio de Lectura promedio	+ 0.03	Peso de la bobina suspendida	20.12
Reducción al centro	+ 0.07	Cronómetro H.	2912
Lectura en el círculo	16 54 00	Mera promedio del cronómetro	10.58.5
Lectura del meridiano Sur Magnético	16 54.07	Corrección del cronómetro en el meridiano 75°	- 1.9.8
Lectura de la señal	45 42.13	Hora en el meridiano 75°	19.58.1
Amplitud magnética de la señal	28 48.49	Diferencia de longitud	
Amplitud verdadera de la señal	29 37.1	Tempo medio local	
Declinación magnética	1° 09.0		
Corrección instrumental	- 0.7		
Variedad diurna			
Declinación media	1° 08' 3"		

1. Incluir el día de la semana  
2. Medir el día de la semana  
3. Si el día es 24° a partir de la hora media  
4. Cambio de hora de Sur hacia el Oeste de 0° a 360°  
5. Más cuando se arroja, menos cuando se levanta  
6. Siempre en la estación está el Oeste del meridiano de origen, más si está al Este

Calculado por A.I.B. Revisado por G.C.M. Extractado por .....

### INCLINACION MAGNETICA (Inductor Terrestre)

Estación Observatorio Figueira Fecha Diciembre marzo 27/55  
Inductor Terrestre No. 528182 Altura del instrumento P. N. W.  
Loc. del Meridiano Magnético 18.29.0 Observador A. Izquierdo

Circulo Vertical al Este						Circulo Vertical al Oeste					
Eje Vertical						Eje Vertical					
Bobina	Orden	A	B	Prom.		Bobina	Orden	A	B	Prom.	
A-E	Con.	09 08 00	12 00 10 00			A-E	Con.	08 07 30	10 30 09 00		
B-E	(1)	08 00	11 30 09 45			B-E	(4)	08 00	11 30 09 45		
A-E	Ter.	00 07 30	11 00 09 15			A-E	Ter.	00 08 00	11 00 09 30		
B-E	(3)	07 30	10 30 09 00			B-E	(6)	08 30	11 00 10 00		
Promedio 00 09 30						Promedio 00 09 30					

Eje Inclinado					
Rotac.	Cron.	A	B	Prom.	
+	16 10.7	300 57 00	60 00 58 30		
-		55 00 58 30	60 00 58 30		
+	(2)	300 57 00	60 00 58 30		
-	16 10.7	55 30 59 00	60 00 58 30		
Promedio 16 17.2					
Inclinación 27.45					
Prom. Inc. 33° 49' 10"					

Cron. Tiempo Med.	16 20.9	Cronómetro No.	2912
Correc. por Cron.	- 0.2	Temperatura	20.2 °C
	16 20.7		

Directo e Inverso .....

### INTENSIDAD HORIZONTAL

### DEFLEXIONES

Estación Observatorio Figueira Fecha Diciembre marzo 27/55  
Magnetómetro No. 528182 Observador A. Izquierdo  
Imán Deflector I Imán suspendido 1

Imán Deflector	Experiencia	LECTURAS DEL CIRCULO					
		I. Distancia r = 27 cm.			II. Distancia r = 37 cm.		
		A	B	Prom.	A	B	Prom.
Este	E	49 13 00	13 30 13 15		51 16 00	17 30 17 00	
	W	03 14 00	15 00 14 30		11 10 00	11 00 10 30	
			25 58 45			10 06 30	
Oeste	W	03 09 30	10 00 09 45		11 09 00	10 00 09 30	
	E	29 17 30	18 00 17 45		51 18 00	18 30 18 15	
			26 08 00			10 08 45	

Fórmulas:

$$\frac{H}{H_0} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta} \right) \left( \frac{1}{\sin \gamma} \right) \frac{1}{\sin \delta} = \frac{C}{\sin \delta}$$

$$\log H = \frac{1}{2} (\log \frac{H}{H_0} + \log H_0)$$
  

2u (prom.)	26 03 20	10 07 30	Serie	I	II
v	13 01 45	6 03 49	Log. C	5.99992	5.59276
			" sin u	9.85301	8.96577
			" H	6.64691	6.64699
			" HM	2.31970	-2.31970
			" H	9.48530	9.48534
			" H	30.430	30.433
			Promedio	30.432	
			Log. H	2.83440	2.83436
			Reduc. a 20°	-25	-25
			Log. H <sub>20</sub>	2.83615	2.83611
			Promedio	2.83613	

Valor del Log. H<sub>20</sub> de las oscilaciones:

Temperatura:	h. m.	°C
Comenzó	10 17.5	17.7
Terminó	25 5	17.5
Promedio	18 21.5	17.8
Corr. por esp.	-0.4	18.0

Indicar la posición directa o inversa.  
Calculado por: A.I.B. Revisado por: G.C.M. Extractado por: .....

### INTENSIDAD HORIZONTAL

### OSCILACIONES

Estación Observatorio Figueira Fecha Diciembre marzo 27/55  
Magnetómetro No. 528182 Imán I Observador A. Izquierdo  
Cronómetro No. 2912 Rate diaria: -0.21  
Hora del meridiano 75. Corrección del cronómetro por estado -21.4

Número de Oscilaciones	Hora Cronómetro			Temp. °C	Lectura de los extremos de la escala	Lecturas del Círculo
	h.	m.	s.			
9	10	26	30.1	17.0	-13.7	+13.7
10		26	36.2	17.3		
11		26	42.3			
12		26	48.4			
13		26	54.5			
14		26	00.6			
15		26	06.7			
16		26	12.8			
17		26	18.9			
18		26	25.0			
19		26	31.1			
20		26	37.2			
21		26	43.3			
22		26	49.4			
23		26	55.5			
24		26	01.6			
25		26	07.7			
26		26	13.8			
27		26	19.9			
28		26	26.0			
29		26	32.1			
30		26	38.2			
Promedios						17.33

Fórmula:  $H = H_0 \left[ 1 + \frac{1}{1000000} (17.33 - 17.0) \right] (17.33 - 17.0) \left( \frac{1}{\sin \alpha} \right)$

OBSERVACIONES DE TORSION	Tempo de 1 oscil.	2.57950
Circulo de torsion	LOG T	5.41153
Escala	LOG T'	0.85207
Prom.	LOG. 0.000116 en	-2
Difs.	(17.33 - 17.0)	26
	(17.33 - 17.0)	1.4
	(17.33 - 17.0)	26
	Divisor	0.85361
	" T' K	3.14331
	" HM	2.31970

Calculado por: A.I.B. Revisado por: G.C.M. Extractado por: .....

VALOR DE LA LINEA DE BASE DE INTENSIDAD VERTICAL  
Mm Diciembre 1955

Magnetógrafo		Inductor terrestre No.		
RUSKA		ASK 578182		
Fecha	22	22	28	
HORA	Escalamiento prom.*		Escalamiento prom.*	
Mediana 75	H	Z	H	Z
Primerá mitad	h	m	h	m
Segunda mitad	h	m	h	m
Ordenada prom.	302 130		228 132	
Σ	388 390		402 182	
h	117		116	
B <sub>0</sub>	30306		30306	
log H	4.48320 30483		4.48319 30482	
log tg I	9.82576 33 48 10		9.82589 33 48 40	
log Z	4.30896 20268		4.30908 20374	
Z	51		51	
Obsr.	A.I 20317		A.I 20223	

Magnetógrafo		Inductor terrestre No.		
RUSKA		ASK 578182		
Fecha	28			
HORA	Escalamiento prom.*		Escalamiento prom.*	
Mediana 75	H	Z	H	Z
Primerá mitad	h	m	h	m
Segunda mitad	h	m	h	m
Ordenada prom.	386 124			
Σ	150			
B <sub>0</sub>	30301			
log H	4.48360 30461			
log tg I	9.82525 33 46 18			
log Z	4.30885 20364			
Z	48			
Obsr.	G.C 20316			

VALOR DE LA LINEA DE BASE DE DECLINACION

Magnetógrafo RUSKA Magnetómetro No. 578182 12x.

FECHA	HORA MEDIANA 75	ESCALAMIENTO PROMEDIO*	ORDENADA CALCULADA*	D OBSERVADA	VALOR DE LA LINEA DE BASE	OBSERVADOR	NOTAS
15	16 51	11.3	1'05.36	0.54.0	AI		
16	09 19	16.1	06.7	52.6	AI		Rechazada
16	09 29	16.0	06.7	52.7	AI		
21	15 17	11.0	04.5	53.6	AI		
21	15 27	11.0	04.5	53.5	AI		
22	14 22	12.2	05.9	53.7	AI		
27	09 26	15.1	08.8	52.7	AI		
27	09 35	15.2	08.7	52.5	AI		
28	10 12	15.1	08.3	53.2	GC		

Procedimiento:  
\* Corregido por encogimiento a 100.0 mm.  
\*\* Valor de escala asignado a L mm. a encogimiento con.

Escalado por: G.C.M. Revisado por: J.R.B.  
Calculado por: G.C.M. Revisado por: J.R.B. Extraído por: \_\_\_\_\_

VALORES DE ESCALA DE LOS VARIOMETROS DE INTENSIDAD

Deflector \_\_\_\_\_ Distancia de deflexión \_\_\_\_\_ cm. Observador A. Izquierdo

VARIOMETRO H	VARIOMETRO D	VARIOMETRO Z
(cara del deflector hacia arriba)	(cara del deflector hacia arriba)	(cara del deflector hacia el Este)
Extremo N 2U <sub>h</sub>	Extremo N 2U <sub>d</sub>	Extremo N 2U <sub>z</sub>
N > mm <sup>h</sup>	E > mm <sup>d</sup>	U > mm <sup>z</sup>
S > 42.2	W > 09.4	D > 21.2
N > 42.0	E > 09.3	U > 21.2
Promedio (H-S)=2U <sub>h</sub> 42.1	Promedio (E-W)=2U <sub>d</sub> 09.4	Promedio (U-D)=2U <sub>z</sub> 21.2
Ordenada { Antes 39.2 mm. Después 39.0 "	Ordenada { Antes 17.0 mm. Después 17.2 "	Ordenada { Antes 15.0 mm. Después 14.9 "
Promedio h <sub>m</sub> 39.1 "	Promedio d <sub>m</sub> 17.1 "	Promedio z <sub>m</sub> 15.0 "
Σ 3.88 √mm	Σ 1 √mm	Tempo medio
h <sub>r</sub> 152 Y	d 17 "	Comenzó h 16 "
V. prel. L.B.H. 30300 Y	Valor prel. L.B.D. 0° 54'	Terminó h 10 45 "
H <sub>r</sub> 30452 Y	D 1° 11'	Tem. magnetógrafo 15.5 °C
	D 1° 12'	Notas:
	(D - D̄) -1'	
S <sub>h</sub> = S <sub>h</sub> tg I'	S <sub>d</sub> = 4M(10) <sup>h</sup> / r' 2U <sub>d</sub>	S <sub>z</sub> = 2M(10) <sup>h</sup> / r' 2U <sub>z</sub>
log tg I' 6.4637	log 4(10) <sup>h</sup> 5.6021	log 2(10) <sup>h</sup> 5.3010
log S <sub>h</sub> 0.0000	log α <sub>d</sub> 0.0012	log α <sub>z</sub> 9.9997
log H <sub>r</sub> 4.4836	Colog r' 4.9822	Colog r' 2.9822
log S <sub>h</sub> 0.9473	log 4(10) <sup>h</sup> / r' 0.5855	log 2(10) <sup>h</sup> / r' 0.2829
S <sub>h</sub> 8.86	log M 3.6380	log M 3.6380
M = r' 2U <sub>h</sub> S <sub>h</sub> / 2α <sub>h</sub> (10) <sup>h</sup>	Colog 2U <sub>d</sub> 8.3757	Colog 2U <sub>z</sub> 8.6737
log r' / 2(10) <sup>h</sup> 1.7167	log S <sub>d</sub> 0.5992	log S <sub>z</sub> 0.5946
Colog α <sub>h</sub> 0.0009	S <sub>d</sub> 3.974	S <sub>z</sub> 3.93
log 2U <sub>h</sub> 0.9731	r' 0.0037 (D̄) + 0.0037	S <sub>h</sub> = S <sub>h</sub> - (D̄)
log S <sub>h</sub> 0.9473	S <sub>h</sub> 3.978	S <sub>h</sub> = S <sub>h</sub> - h <sub>m</sub>
log M 3.6380	r' 0.025 h <sub>m</sub> - 0.098	S <sub>h</sub> = S <sub>h</sub> + h <sub>m</sub>
M 4345	S <sub>h</sub> 3.88	r' = S <sub>h</sub> h <sub>m</sub>

1 Escalamiento corregido para 100.0 mm. distancia de encogimiento  
2 Promedio de la deflexión para 15.62° D̄ = 1° 12' (al minuto)

Escalado por: G.C.M. Revisado por: J.R.B.  
Calculado por: G.C.M. Revisado por: J.R.B. Extraído por: \_\_\_\_\_

374 d  
DEPARTMENT OF  
COMMERCE  
COAST AND  
GEODETIC SURVEY  
OY G & S  
-DEC.1949-



ESCALAMIENTO HORARIO  
DE MAGNETOGRAMAS

Abril de 1956

Valor medio en períodos sucesivos de una hora a partir de media noche, 75 T. M.

Distancia en decenas de milímetros corregida de deformación 995 — 997 — 997 m.m.

Carácter: Día Miércoles 25					Carácter: Día Jueves 26					Carácter: Día Viernes 27				
Hora	D	H	Z	T	Hora	D	H	Z	T	Hora	D	H	Z	T
01	100	411	179	159	01	101	431	174	159	01	107	-258	257	156
02	100	411	181	158	02	106	414	176	159	02	093	-080	239	154
03	101	416	176	158	03	112	390	176	157	03	099	-077	228	153
04	105	430	171	157	04	112	401	177	156	04	121	-069	220	152
05	110	436	168	157	05	114	421	171	154	05	119	-061	215	151
06	118	447	169	154	06	124	435	167	153	06	115	047	233	150
07	131	491	171	152	07	140	426	171	152	07	129	117	224	149
08	132	542	160	151	08	131	473	161	152	08	168	080	244	148
09	123	567	147	151	09	136	491	145	151	09	167	123	249	148
10	Δ 101	Δ 595	Δ 123	151	10	126	511	122	151	10	154	083	217	148
11	075	622	102	151	11	110	528	096	151	11	140	039	188	148
12	051	614	071	152	12	092	553	072	151	12	115	023	151	149
13	039	581	062	153	13	077	559	064	153	13	089	029	126	150
14	042	544	080	154	14	067	502	062	155	14	055	079	110	151
15	053	506	111	155	15	071	442	100	158	15	057	158	125	153
16	073	462	146	157	16	076	411	136	159	16	052	140	145	154
17	086	422	165	159	17	068	416	155	160	17	068	074	173	155
18	092	416	170	160	18	081	197	175	161	18	091	064	202	156
19	091	430	170	161	19	082	110	195	161	19	093	065	200	157
20	092	425	170	161	20	091	021	211	161	20	098	080	210	157
21	092	423	172	161	21	112	-24.5	222	160	21	082	142	182	156
22	096	419	173	161	22	122	-183	272	159	22	109	111	205	155
23	102	419	180	161	23	130	-181	239	158	23	105	143	191	154
24	097	441	174	160	24	130	-32.3	250	157	24	095	215	193	154
Suma	2202	11470	3591	3754	Suma	2511	7200	3889	3748	Suma	105	053	197	152
Prome.	092	478	150	156	Prome.	105	300	162	156	Prome.	2521	1267	4727	3658
Escaló: P. Quintero					Escaló: A. Izquierdo					Escaló: L. Acosta M.				
Chequeó: M. Velázquez					Chequeó: M. Velázquez					Chequeó: M. Velázquez				
Revisó Signos:					Revisó Signos:					Revisó Signos:				
Dar sumas y promedios mensuales en la primera hoja.	Suma mensual D:		H:	Z:	Chequeó sumas y promedios mensuales:									
	Prom. mensual D:		H:	Z:										

El observatorio magnético, aparte de su rutina de observaciones absolutas, control de los variómetros y escalamiento horario de las ordenadas de los magnetogramas, estudia:

Tempestades magnéticas, hora de comienzo súbito de cada una de ellas. Hora de comienzo y terminación de cada uno de los efectos producidos por manchas solares.

Para medir la intensidad y frecuencia de los disturbios magnéticos se usa la escala de índices

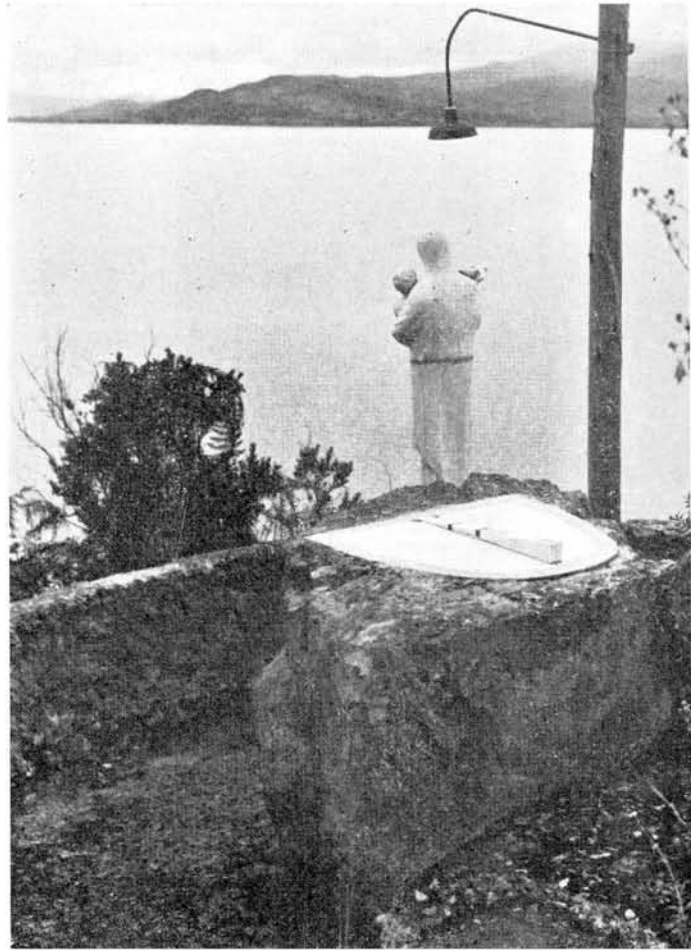
trihorarios K, basada en la "Potsdamer erdmagnetische Kennziffer", y representada por los dígitos de 0 a 9, así:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K
0	3	6	12	24	40	70	120	200	300	gammas

Carácter magnético del día, según sea tranquilo, ligeramente magnético o tempestuoso, definido por el índice C, que se representa por uno de los dígitos 0, 1, ó 2, respectivamente.



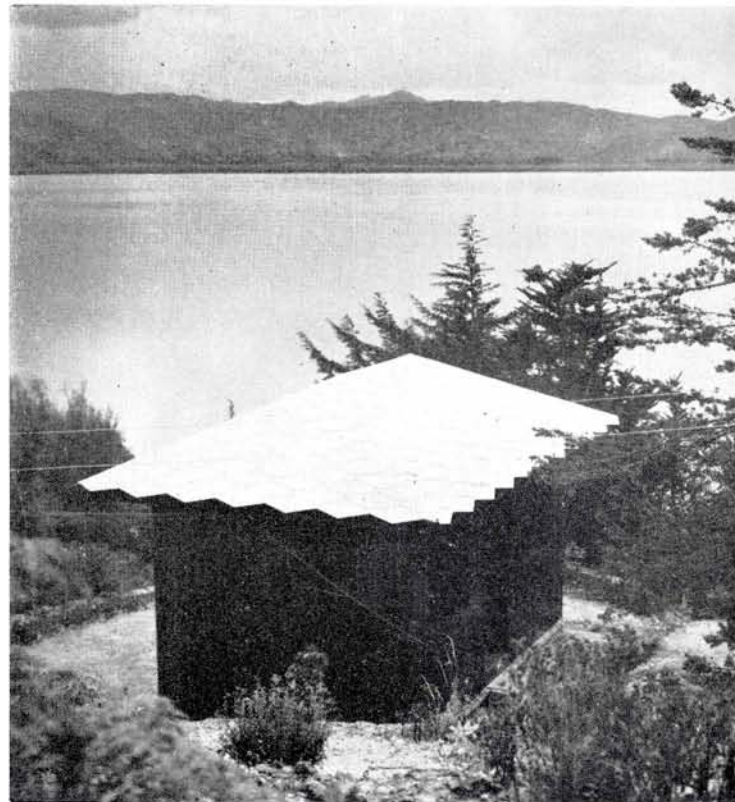
Observatorio de registro permanente.



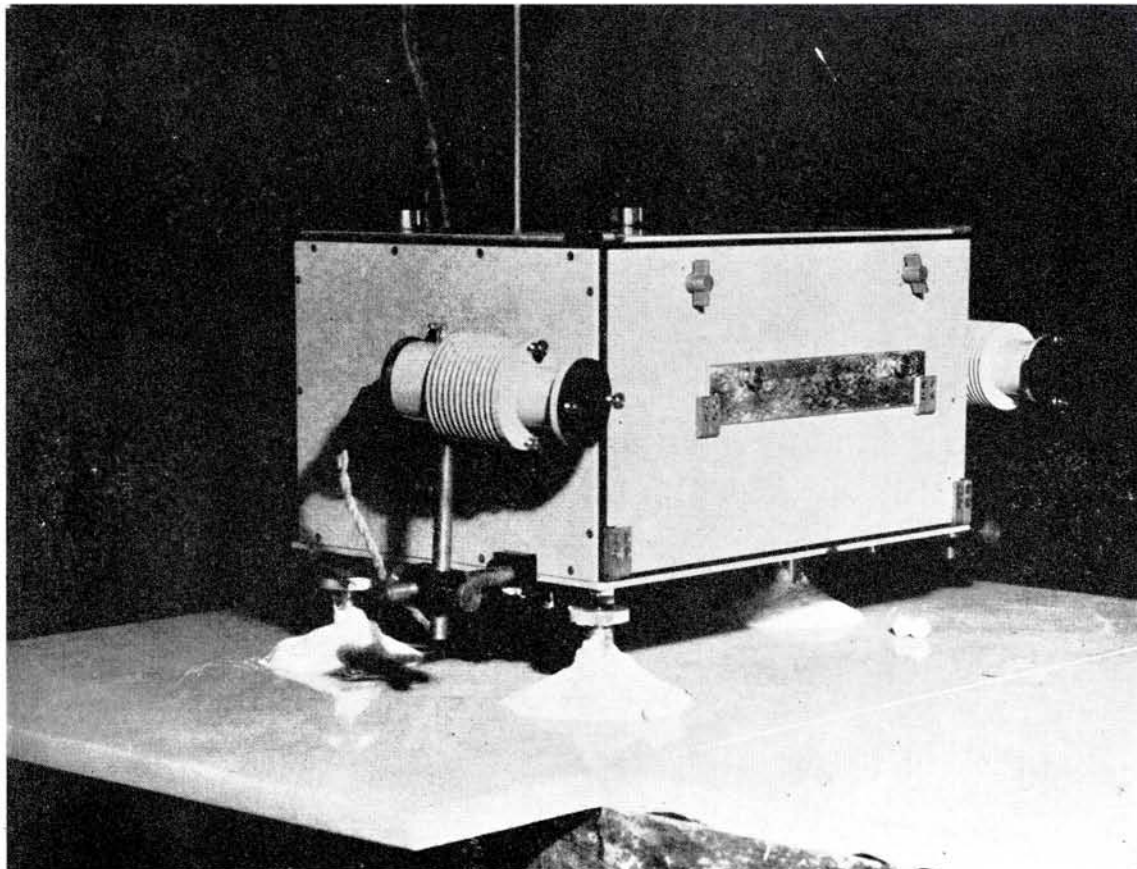
Isla de "El Santuario". Estatua de la Virgen y reloj de Sol.



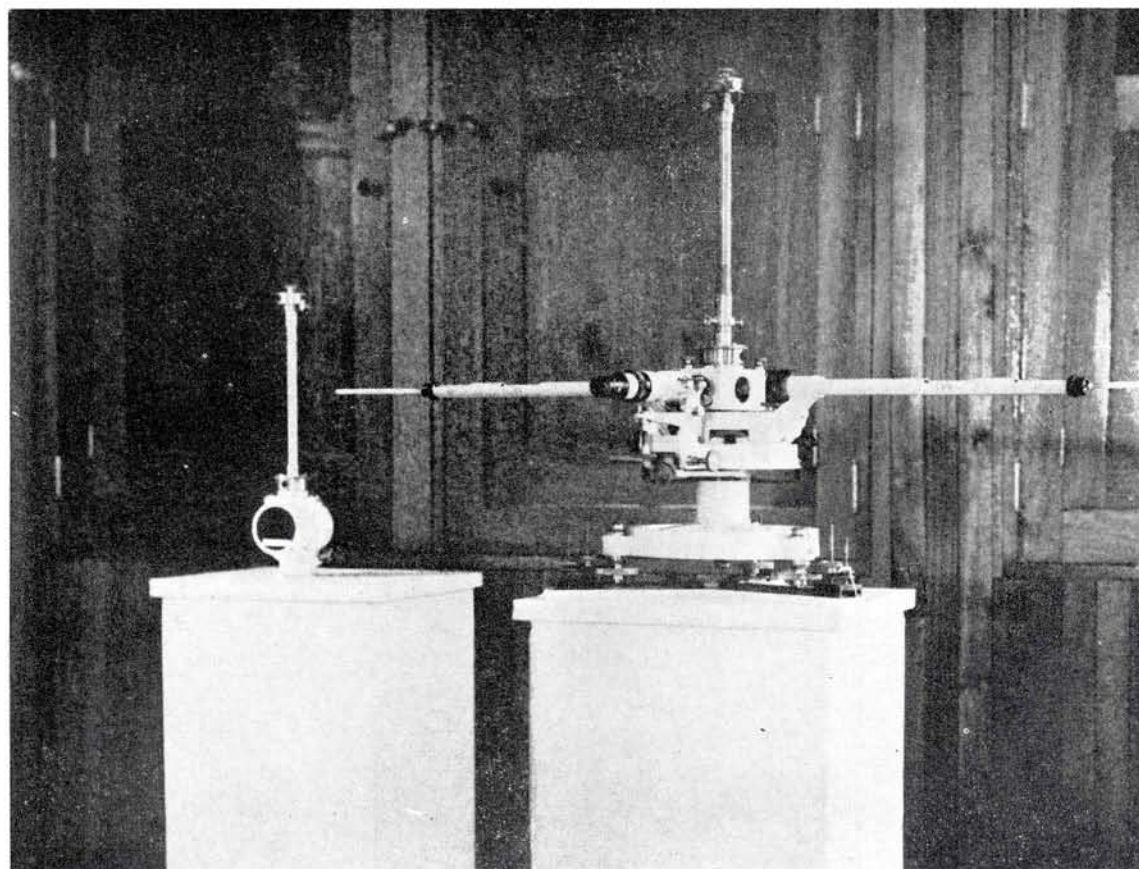
Aspectos de la Isla de "El Santuario".



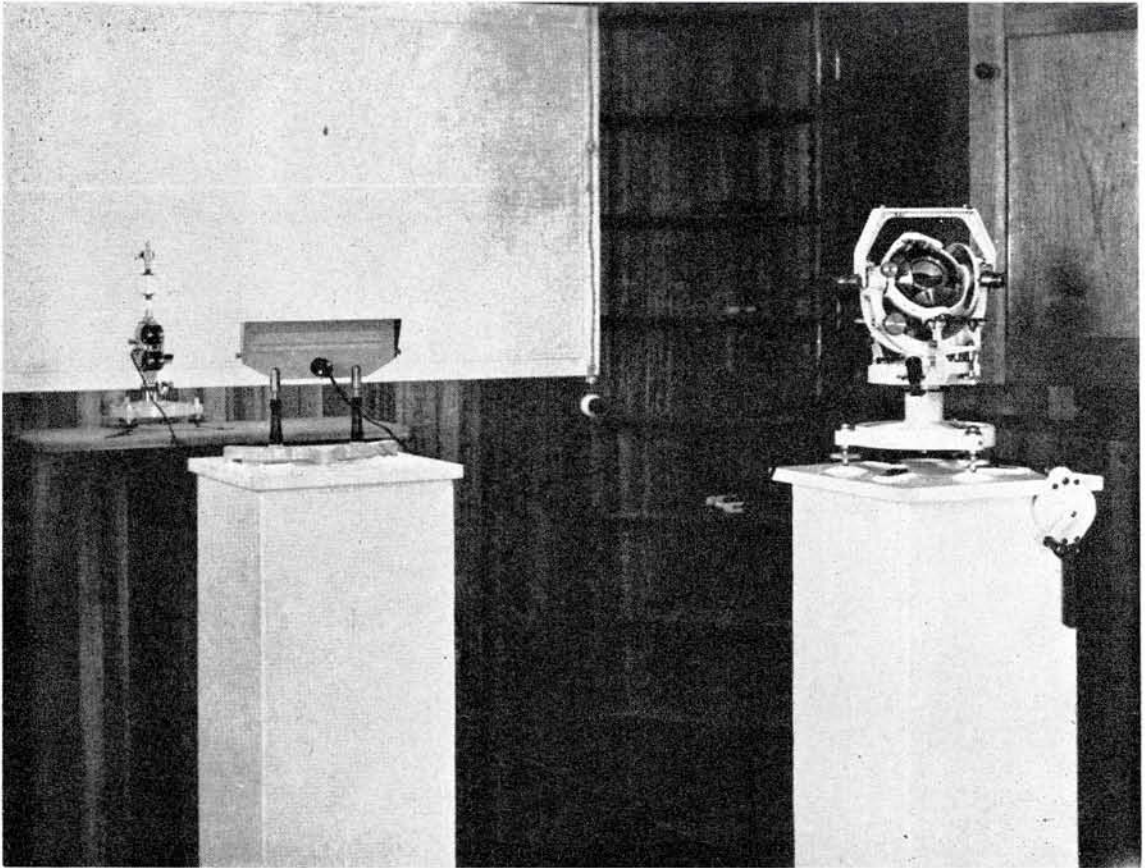
Observatorio de Valores Absolutos.



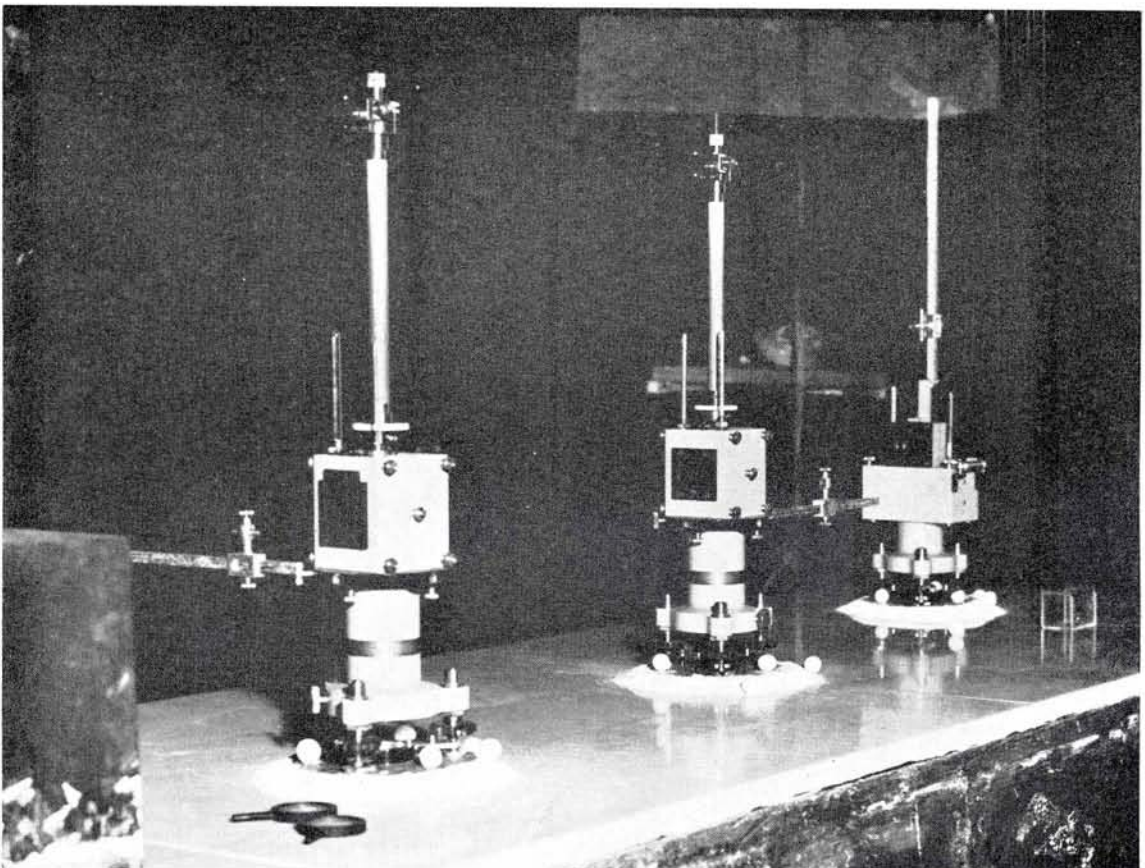
Aparato registrador de las variaciones del campo magnético.



Magnetómetro y árbol de oscilaciones para la determinación del valor absoluto de la Intensidad Horizontal.



Inductor terrestre y Galvanómetro para la determinación del valor absoluto de la Inclinación.



Grupo de variómetros para registro fotográfico permanente de Declinación, Intensidad Horizontal e Intensidad Vertical del campo magnético.

# LA TIERRA SE MUEVE

(EXPERIMENTO DE FOUCAULT. EN COLOMBIA)

JOSE IGNACIO RUIZ

Para llegar a esta sencilla verdad, hoy aprendida desde los bancos de la primera escuela, los hombres demoraron mucho más de mil siglos.

Parece exagerado este lapso, y no lo es. Veámoslo:

Los telescopios modernos, que están verificando un profundo sondaje en el espacio-tiempo no encuentran fondo, no llevan trazas de hallarlo, en el abismo cósmico. Y la sonda tiene ya una longitud de DIEZ MIL TRILLONES DE KILOMETROS, en el espacio, y de MIL MILLONES DE AÑOS, en el tiempo.

Dentro de este Universo, asaz viejo, el hombre habita la Tierra desde una fecha remotísima, la cual fecha se va retirando, al compás de los nuevos descubrimientos científicos, hasta esfumarse en una lejanía de milenios. Recientes publicaciones hablan ya de varios millones de años.

Y sin embargo, solamente ayer (hace apenas 25 siglos) un hombre se atrevió a sugerir que tal vez el planeta giraba sobre sí mismo y que no parecía ser el centro del orbe sideral. Empero, la vanidosa humanidad se rió de Pitágoras y 3 siglos más tarde de Aristarco de Samos, que así se llamaban los precursores del sistema heliocéntrico. Cuatro siglos más tarde que Aristarco, decía Tolomeo en su *Almagesto*: "Hay gentes que pretenden que nada impide suponer que, estando el cielo inmóvil, la Tierra gira alrededor de su eje de Occidente a Oriente, pero estas gentes no comprenden cuan **SOBERANAMENTE RIDÍCULA** es su invención... Los cuerpos más ligeros suspendidos en el aire deberían tener entonces un movimiento contrario al de la Tierra".

Diecisiete siglos después de Aristarco, otro valiente, un polonés de origen alemán, médico y clérigo, resucitó la doctrina del hombre de Samos. Por miedo a la mofa de las gentes, Nicolás Copérnico escondió sus papeles durante treinta años. Al fin los publicó en 1543 bajo el título "*De revolutionibus corporum celestium*".

Incomprendido por su generación, sólo encontró eco en Galileo, ochenta años después. Obligado este sabio a retractarse públicamente, cuentan que murmuraba en privado: **E PUR SI MUOVE...**

Para contentar a tirios y troyanos el astrónomo danés Tycho-Brahé ideó un sistema intermedio entre el de Tolomeo y el de Copérnico. Otra vez la Tierra debía considerarse inmóvil en el centro del Universo. Los planetas girarían alrededor del sol,

pero éste se movería en derredor de la esfera que habitamos.

Por mucho tiempo se enseñaron en las Universidades del mundo los dos sistemas, el de Copérnico y el de Tycho-Brahé, paralelamente. Al llegar Mutis a Santa Fé de Bogotá enseñó en el Colegio de Nuestra Señora del Rosario el sistema heliocéntrico, lo cual le acarreó serias dificultades como antes al clérigo y médico polonés, su colega. Esto aconteció ayer nada más: hace dos siglos escasos. (En 1774).

Fue, pues, muy oportuno el célebre experimento de Bernardo León Foucault (médico y físico francés, quien en compañía de Luis Fizeau determinó la velocidad de la luz en el agua) realizado hace un siglo (en 1855) en la sala del meridiano del Observatorio Astronómico de París, con un péndulo de once metros de longitud. Según algunos, el experimento se realizó en el Panteón de París, con un peso de 28 kilogramos y un hilo de 67 metros. (Flammarión repitió el experimento en 1902, en el mismo sitio).

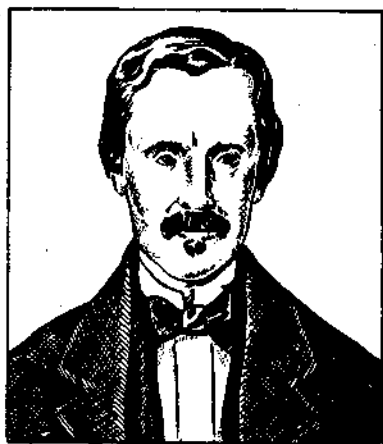


CLAUDIO TOLOMEO

Dibujo reproducido de la "*Margarita Philosophica*", Gregorio Reisch, Argentinem, 1504.

Atención del Dr.  
Enrique Uribe White

Esta prueba física directa, independiente de la observación del cielo estrellado, basada en el principio de la conservación del plano de oscilación del péndulo, demuestra en forma objetiva, clara, que la Tierra, nuestra Tierra, gira sobre sí misma, alrededor de la línea de los polos, a razón de una vuelta completa cada 24 horas. Si el experimento se llevara a cabo exactamente en el polo Norte, dentro de un recinto cerrado, y si tomáramos puesto sobre la masa oscilante del péndulo veríamos el aula, con todos los espectadores, girar uniformemente en sentido contrario al movimiento de las agujas de un reloj. La velocidad angular de giro sería de  $15^\circ$  por hora. Es obvio que la persona que estuviera sobre el piso del salón vería desplazarse el plano descrito por la masa oscilante en sentido contrario, o sea de izquierda a derecha. La velocidad de rotación de dicho plano es función de la latitud del lugar, como se explica adelante. Tal velocidad es máxima en el polo y se anula en el ecuador terrestre.



Foucault (1819-1868)

Hay otras pruebas directas del movimiento de rotación de nuestro planeta, pero bastante más abstrusas. Ellas son: a)—el crecimiento de la intensidad de la pesantez del ecuador hacia el polo, crecimiento que por su magnitud demuestra, al par, la rotación diurna y el achatamiento polar; b)—la desviación al Este de un cuerpo que cae libremente; c)—la desviación hacia la derecha de un proyectil en el hemisferio Norte; d)—el estudio comparativo de las rayas del espectro del sol o de una estrella, en su orto y su poniente, por el método de Doppler-Fizeau.

Del aplanamiento polar, habida consideración del estado de fluidez inicial de la Tierra, podría colegirse la rotación del planeta, al menos en su período de juventud. El notable físico belga Fernando Plateau, contemporáneo de Foucault, hizo en su laboratorio un célebre experimento que consistió en hacer girar una masa de aceite dentro de una mezcla de agua y de alcohol (de la misma densidad del aceite). Inmediatamente tal masa, que en estado de reposo era una esfera perfecta, adoptó la forma de elipsoide, en el cual el eje menor se confundía con el de rotación. A medida que

la rotación aumentaba el aplanamiento polar se hacía más visible. (Otras pruebas interesantes son el giróscopo de Foucault y la balanza de Eotvos).

Si los antiguos (llamando antiguo, por ejemplo, a nuestro casi contemporáneo Cristóbal Colón) hubieran tenido la menor idea de las distancias a que se encuentran las estrellas, de la Tierra, aún las más próximas, no hubieran conjeturado por un solo instante que ellas giraban en nuestro contorno. Efectivamente, la más próxima estrella ecuatorial debería moverse con una velocidad varios miles de veces más grande que la velocidad de la luz para poder completar una vuelta en 24 horas, lo que es inverosímil. Esto sí que es **SOBERANAMENTE RIDÍCULO** para emplear la misma expresión del Almagesto, en relación con la idea de Aristarco.

Volvamos al péndulo de Foucault. Estudiando su movimiento con referencia a tres ejes rectangulares (la vertical, la meridiana y una normal al plano de éstas) se encuentra que la proyección horizontal del péndulo describe una elipse, en vez de una recta, o sea que el vástago del péndulo engendra una superficie cónica elíptica, en lugar de un plano. Es, en realidad, esta superficie cónica la que gira como un todo, alrededor de la vertical, en el sentido de las manecillas de un reloj, con la velocidad  $\omega \text{ sen } \varphi$ , siendo  $\omega$  la velocidad de rotación de la Tierra y  $\varphi$  la latitud del lugar de observación.

Foucault comprobó todo cuanto la teoría prevé. Desde luego la longitud del péndulo debe ser grande y la masa oscilante muy densa y simétrica. El péndulo debe soltarse sin velocidad inicial con una amplitud de oscilación de pocos grados.

Se comprende fácilmente que si el experimento se desarrolla exactamente en el polo Norte y si la masa oscilante es el propio observador, él verá girar los objetos fijos al piso con la misma velocidad de rotación terrestre, y en el mismo sentido. Por el contrario, si la prueba se verifica sobre la línea ecuatorial, la mencionada persona no observará desplazamiento alguno alrededor de la vertical.

Veamos la influencia de la latitud del lugar:

En la figura representamos por  $PP'$  la línea de los polos. Sea  $QQ'$  el ecuador. Representemos, en el polo Norte, la velocidad angular de rotación de la Tierra  $\omega$  por el vector  $PT$ . En un lugar  $A$  de latitud  $\varphi$  sea  $AT'$  dicho vector.

La componente de  $\omega$  alrededor de la vertical  $OB$  del lugar  $A$ , será en el triángulo  $ABT'$ :

$$\omega' = \omega \text{ sen } \varphi$$

Por este método, muy conocido, se obtiene un resultado inmediato, como se ve.

Podría llegarse a esta fórmula considerando que el lado Norte del piso del gabinete donde se hace el experimento, por estar más próximo al eje de la Tierra gira más lentamente. Esta diferencia de velocidades, función de  $\varphi$ , origina un movimiento

La distancia  $AC$  es invariable, y el punto  $C$  que pertenece al eje de la Tierra y al horizonte de  $A$  permanece fijo. Así, pues,  $A$  gira alrededor de  $C$  con la velocidad lineal  $v$  dada por la fórmula anterior, y con una velocidad angular  $\omega'$  que vamos a determinar.

Al moverse  $A$  alrededor de  $C$  con velocidad angular  $\omega'$  su velocidad lineal es:

$$v' = \frac{2\pi \cdot \overline{AC} \cdot \omega'}{360}$$

Pero  $v = v'$

$$\therefore \overline{AB} \omega = \overline{AC} \cdot \omega' \quad \text{O sea: } \omega' = \frac{AB}{AC} \omega$$

$$\text{El triángulo } ABC \text{ da: } \frac{AB}{AC} = \text{sen } \varphi$$

$$\therefore \omega' = \omega \text{ sen } \varphi$$

Este camino para deducir  $\omega'$  es un poco más largo que el anterior, pero tiene la ventaja de dar una imagen muy clara del fenómeno.

Apliquemos ahora la fórmula en el polo y en el ecuador:

$$\text{En el polo } \varphi = 90^\circ \quad \therefore \omega' = \omega$$

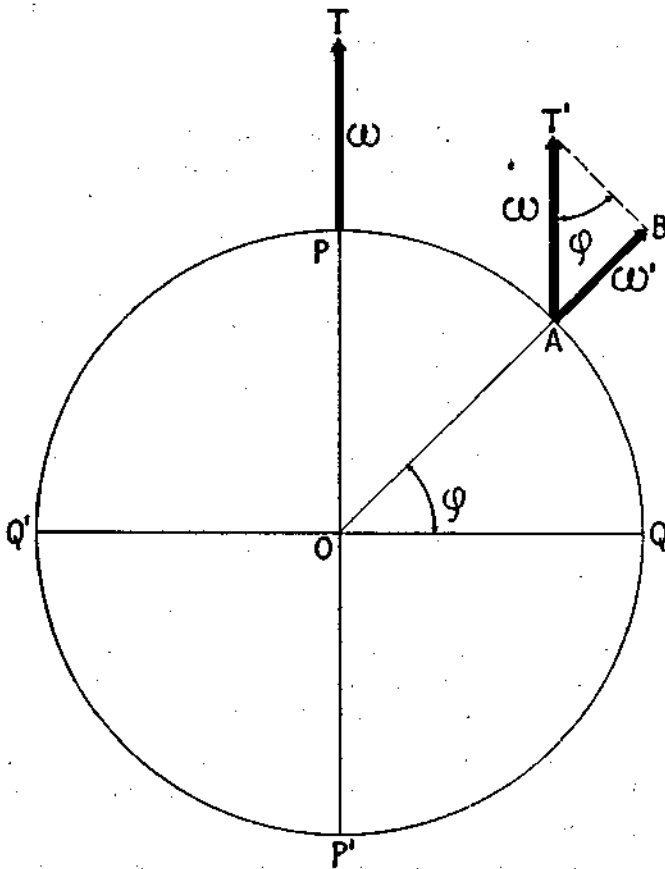
$$\text{En el ecuador } \varphi = 0^\circ \quad \therefore \omega' = 0$$

Conocida la velocidad angular alrededor de la vertical de un lugar es fácil hallar el tiempo empleado  $t'$  para completar una vuelta.

$$\text{En el polo será: } t = \frac{360}{\omega}$$

$$\text{En un lugar de latitud } \varphi, t' = \frac{360}{\omega \text{ sen } \varphi}$$

$$\therefore t' = \frac{t}{\text{sen } \varphi}$$



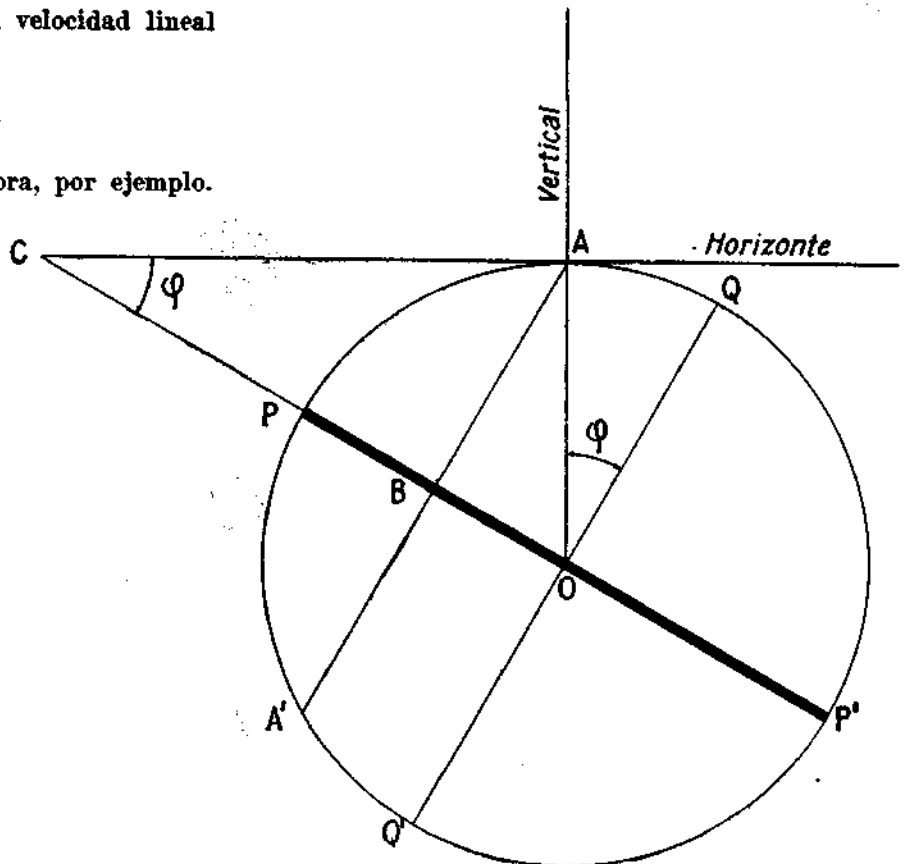
circular en el piso, de derecha a izquierda (contrario a las manecillas del reloj).

En desarrollo de lo anterior estudiaremos la figura siguiente en donde se ha prolongado el piso del lugar  $A$  hasta cortar el eje de la Tierra  $PP'$  en el punto  $C$ .

El lugar  $A$  de latitud  $\varphi$ , situado sobre el paralelo  $AA'$  gira alrededor de  $B$  con la velocidad angular conocida  $\omega$ . Su velocidad lineal será:

$$v = \frac{2\pi \cdot \overline{AB} \cdot \omega^\circ}{360}$$

Midiendo  $\omega$  en grados por hora, por ejemplo.



Pero  $t = 24 \text{ horas}$   $\therefore t' = \frac{24}{\text{sen } \varphi}$

En el ecuador, siendo  $\varphi = 0$  se obtiene  $t' = \infty$

A la latitud de París, completa una revolución el plano del péndulo en 31 horas.

En Bogotá, en cerca de 300 horas.

Dentro de pocos días será instalado un péndulo de esta clase en el nuevo edificio, construido en la Ciudad Universitaria para el Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi".

Las características de tal péndulo son:

Suspensión especial (de Cardan) que lo deja libre para oscilar en cualquier plano. Hilo de suspensión de acero al fósforo de longitud  $l = 29.30$  metros, y de seis milímetros de diámetro. Amplitud de oscilación máxima  $5^\circ$ . Masa oscilante, de plomo y acero, de 850 kilogramos. El diámetro mayor de la corona, centrada sobre la proyección horizontal del punto de suspensión del péndulo, es de 4,50 metros. Sobre esta corona, cubierta de arena fina, puede seguirse el lento desplazamiento del plano de oscilación del péndulo, mediante la observación del barrido de dicha arena, por una fina aguja colocada en la parte inferior de la masa oscilante.

El período de oscilación del péndulo se obtiene aplicando la fórmula:

$$P = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

en la cual  $l$  es la longitud del hilo de suspensión, y  $g$  es la intensidad de la pesantez local (resultante de la atracción de la masa de la Tierra y de la fuerza centrífuga originada por la rota-

ción). En nuestro caso  $l = 29.30$ , y  $g$ , en Bogotá, vale 9.77. Así pues:

$$P = 5.435 \text{ segundos.}$$

El tiempo  $t'$ , empleado por el plano de oscilación en dar la vuelta completa, es, según vimos:

$$t' = \frac{24}{\text{sen } \varphi} \text{ horas}$$

En el nuevo edificio del Instituto Geográfico el centro de oscilación del péndulo tiene por latitud  $\varphi = 4^\circ 38' 29''.4 \text{ N.}$

$$\therefore t' = 296.586 \text{ horas}$$

$$\therefore t' = 12 \text{ días, } 8 \text{ horas, } 35 \text{ minutos, } 10 \text{ segundos.}$$

Según vimos atrás, el diámetro de la circunferencia mayor de la corona situada bajo el plano de oscilación es de 4,50 metros. La longitud de la circunferencia será:  $C = \pi D = 14.137$  metros.

Este espacio debe ser recorrido en 296.586 horas. En una hora el péndulo recorrerá 47.7 milímetros, o sea, aproximadamente, 48 milímetros.

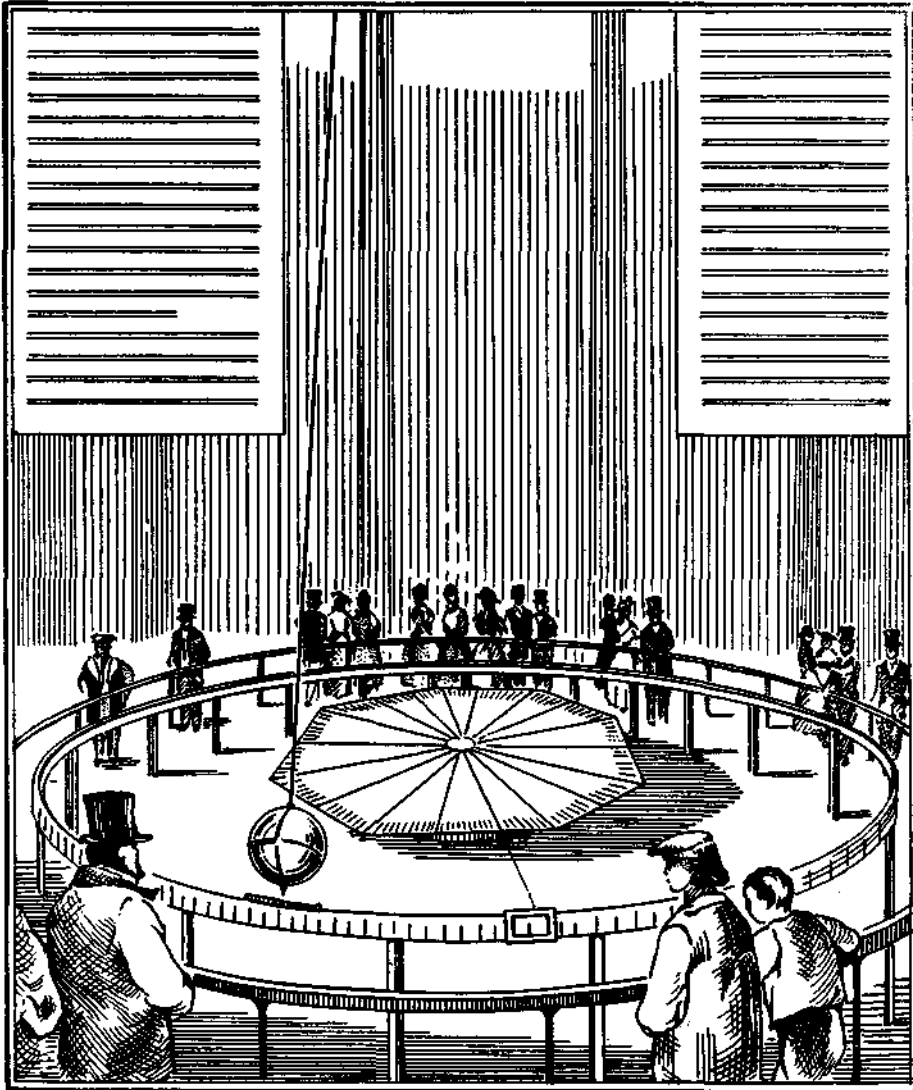
Un observador que permanezca un cuarto de hora delante del péndulo lo verá desplazarse en 12 milímetros.

Muchos péndulos de este género hay instalados en museos y academias de Europa y Estados Unidos, vale decir en altas latitudes.

El que se instala ahora en el Instituto Geográfico es el primero que se va a observar en la Zona Tórrida, donde la proximidad del Ecuador es adversa por el débil impulso rotatorio alrededor de la vertical. Por ello hay excepcional interés en los resultados científicos del experimento.

Noviembre de 1956.





### Experimento del péndulo de Foucault

(J. A. Astudillo)

Este grabado es reproducción del publicado por un periódico de 1.851 y muestra el péndulo y la instalación accesoria.

# ESTUDIO DE SUELOS

ALFONSO GARCIA ESPINEL

El suelo agrícola como recurso natural de primer orden debe merecer primordial atención, cuidadoso estudio, especial conservación, considerarlo y quererlo como el más valioso patrimonio del presente y del porvenir, porque de él deriva el hombre la gran mayoría de sus alimentos, vestidos y viviendas.

Corroboremos lo anterior con las sabias e irrefutables palabras del Dr. Luis María Murillo: "Si la subsistencia es la primera preocupación de la humanidad, su primer contacto, su primera ocupación y la inmediata orientación de sus proyectos, han de ser los recursos naturales de su ambiente"<sup>1</sup>.

Los doctores Forman J. y Fink O. E., dicen en su famoso libro "SUELO, ALIMENTO Y SALUD": "La principal cosecha del suelo es el hombre. Del suelo proviene la calidad de sus huesos y músculos y lo que el hombre es y hace están determinados por las hectáreas que cultiva. Su coraje, su ambición, su propio modo de pensar, brotan del surco lo mismo que el trigo y el algodón que él cultiva con esmero"<sup>2</sup>.

A medida que las naciones crecen y la civilización avanza el estudio de los suelos se hace más necesario para producir más y mejores medios de vivir.

*Para qué y cómo se utilizan los estudios de suelos.*

Aunque lo dicho anteriormente dá la más clara idea de la necesidad de conocer a fondo este indispensable recurso natural, resumiremos a continuación las fases más importantes de la utilidad de su estudio.

Es la base más segura para escoger sin errores las nuevas zonas de colonización, porque se asegura el éxito de las futuras explotaciones, localizándolas de acuerdo con los suelos, el clima, la topografía, la hidrografía, etc.

Los programas de conservación de suelos, de aguas, de bosques, etc., deben tener como fundamento un estudio técnico de los suelos, para saber con precisión sobre qué bases se va a trabajar, cuál es la técnica que se ha de desarrollar y qué métodos deben usarse.

El abonamiento y corrección de suelos no podrá hacerse económicamente sin un conocimiento defi-

nido de éstos, para saber qué clase y qué cantidad de abonos deben aplicarse para no pecar por defecto ni por exceso, ya que un error en cualquier sentido representa pérdidas.

Definitivamente justo será todo avalúo de las propiedades rurales, con fines de tributación, crédito o transacciones, que se base en la clase de tierras y en su valor potencial para la producción.

Es indispensable la clasificación de los suelos en la localización de las estaciones experimentales, para que sus conclusiones puedan extenderse con certeza a grandes zonas representativas, evitando repeticiones de trabajos y gastos inútiles. En la apertura de las nuevas vías de comunicación que deben orientarse a regiones que tengan un futuro económico seguro. En la escogencia de tierras que deben dedicarse a cultivos, a pastos y a bosques.

Las irrigaciones y las desecaciones deben estar precedidas de un cuidadoso estudio de suelos, porque de la información precisa sobre la calidad de las tierras, abonamientos y correcciones que deben hacerse, de los cultivos que han de explotarse, del manejo que debe darse a los suelos, de los sistemas de irrigación y cantidades de agua necesaria y de los rendimientos que se van a obtener, se concluye con toda exactitud si el costo de las obras se justifica y si éste será reembolsado económicamente.

La enseñanza primaria, secundaria y profesional, sobre recursos naturales, prácticas agrícolas, geografía, clima, etc., tiene en los mapas y memorias de los reconocimientos edafológicos, material muy valioso y práctico.

En resumen, toda explotación agropecuaria, toda inversión que tenga como base el aprovechamiento de esa pequeña capa que se llama suelo agrícola, debe basarse en su conocimiento técnico, en su estudio matemático, en una palabra, en la Ciencia del Suelo, para evitar pérdidas irreparables, en tiempo, trabajo, dinero y en lo que es aún más grave, en la pérdida del mismo suelo, que, como ya se dijo, es el patrimonio más valioso de las generaciones futuras.

Como puede concluirse al comparar la extensión reconocida en el país, que se anota más adelante, y las necesidades inmensas que hay de un estudio completo de los suelos de todo el territorio nacional, es forzoso pensar en el largo camino que aún falta por recorrer, y el gran esfuerzo que hay que realizar para lograr este ideal.

Pero cualquier esfuerzo a cualquier costo se justifica, si pensamos que Colombia es un país emi-

<sup>1</sup> Murillo Luis María: "Colombia, un archipiélago Biológico". Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. IX —36 y 37— Mayo de 1956.

<sup>2</sup> Forman J. y Fink O. E.: Soil, Food and Health Friends of the land, Columbus, Ohio, 1948.

nementemente agrícola, en donde el 60% de sus habitantes se dedica a la explotación agropecuaria, y que la balanza internacional se equilibra con la exportación de nuestros productos agrícolas. Si nos damos cuenta que este gran recurso de nuestra economía, que es el suelo agrícola, ya se ha perdido en gran parte y otra está en proceso de perderse. Si creemos en los inmensos beneficios de todo orden, que traería una economía agropecuaria técnicamente orientada y planificada.

#### *Quién realiza en Colombia esta clase de estudios*

El Instituto Geográfico Militar, a través de su Sección de Estudios Agrológicos, es la entidad en el país, encargada de llevar a cabo el estudio de suelos.

Desde la creación de esta Sección hasta la fecha, se han realizado trabajos de reconocimiento de suelos, en distintos lugares del país, como indica el mapa índice adjunto, en una superficie aproximada, equivalente a un 6% de la superficie total.

Varios levantamientos se han hecho con la colaboración económica de otras entidades, tales como: La Secretaría de Agricultura del Atlántico para el estudio de ese departamento; La Caja de Crédito Agrario para el reconocimiento detallado de los distritos de irrigación de Coello y Saldaña; La Federación Nacional de Cafeteros en el levantamiento de la zona cafetera de Caldas; La Secretaría de Agricultura de Caldas en el levantamiento del Valle del río Risaralda. También el Instituto de Colonización y el Instituto de Fomento Algodonero han colaborado en el estudio preliminar de algunas regiones, como en la parte plana del Huila, Guajira y Magdalena.

#### *Cómo se hacen los estudios de suelos*

Los levantamientos agrológicos comprenden dos partes principales:

*Primera.*—Estudio, descripción y análisis de los suelos, para establecer su clasificación y calidad, desde el punto de vista de su producción agrícola.

*Segunda.*—Ejecución de mapas que muestren la localización y extensión de las distintas clases de suelos establecidas en el estudio.

#### *Estudio, Descripción y Análisis.*

El estudio de los suelos se realiza teniendo en cuenta que éste es una unidad natural dinámica y que para su formación como base del crecimiento de las plantas, contribuyen varios factores que determinan las características edafológicas.

Los siguientes son los principales factores que se tienen en cuenta en el estudio de los suelos, como responsables de su formación:

a) Material geológico que ha contribuido en la parte mineral;

- b) Edad;
- c) Clima;
- d) Relieve, y
- e) Organismos vegetales y animales.

Cada suelo debe ser descrito en su perfil cuidadosamente después del estudio detenido de todas sus características, para que su clasificación obedezca a una norma y a una técnica definidas.

Las distintas capas u horizontes que forman el perfil de cada suelo, deben estudiarse y describirse por su espesor y profundidad, color, textura, estructura, consistencia, grado de permeabilidad, capacidad de retención de humedad, drenaje, presencia de organismos, materia orgánica, etc.

Este estudio del suelo agrícola debe ir hasta su material de origen, el cual se describe y clasifica teniendo en cuenta su formación geológica y la influencia que haya ejercido en el desarrollo del suelo mismo.

Como complemento indispensable, es necesario realizar análisis químicos y físicos, para lo cual se toman cuidadosamente muestras durante la descripción. Estos análisis se realizan en laboratorios especializados, con técnicas universales, para obtener información sobre estado de la riqueza en nutrientes; (nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio), su capacidad de cambio, su acidez, la presencia de sales tóxicas u otros elementos perjudiciales a las plantas, etc.

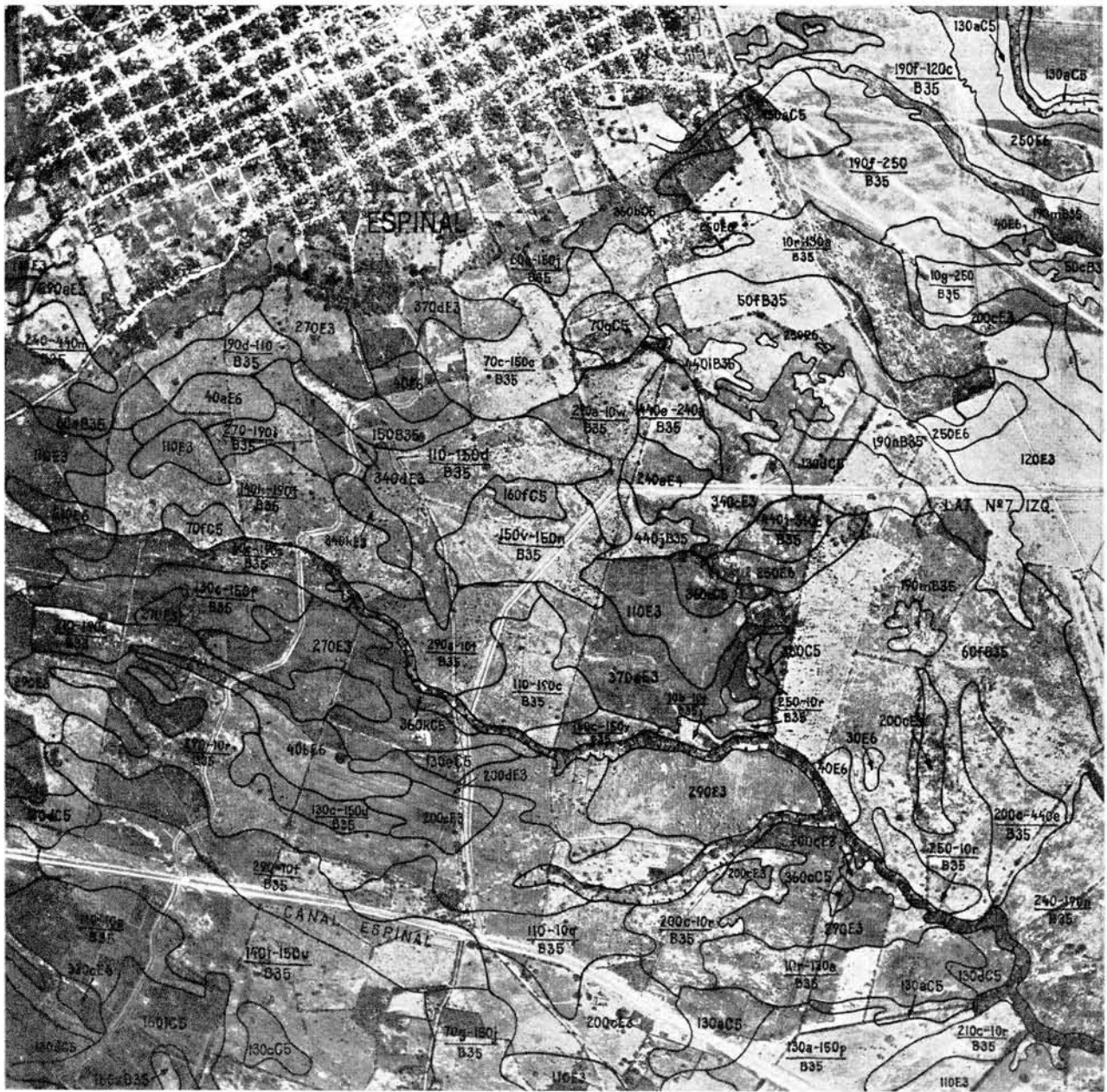
Cada descripción del perfil de un suelo debe complementarse ampliamente con el estudio de todas las condiciones externas que lo rodean: relieve, vegetación, drenaje, clima, presencia de rocas, piedras, cascajos, gravillas en la superficie, uso, sistemas de explotación, etc.

Con todos estos datos, debidamente ordenados, se clasifican los suelos en Ordenes, Sub-órdenes, Grandes Grupos, Familias, Series y Tipos. Se agrupan también por sus condiciones de explotación y manejo para hacer los mapas de utilización racional.

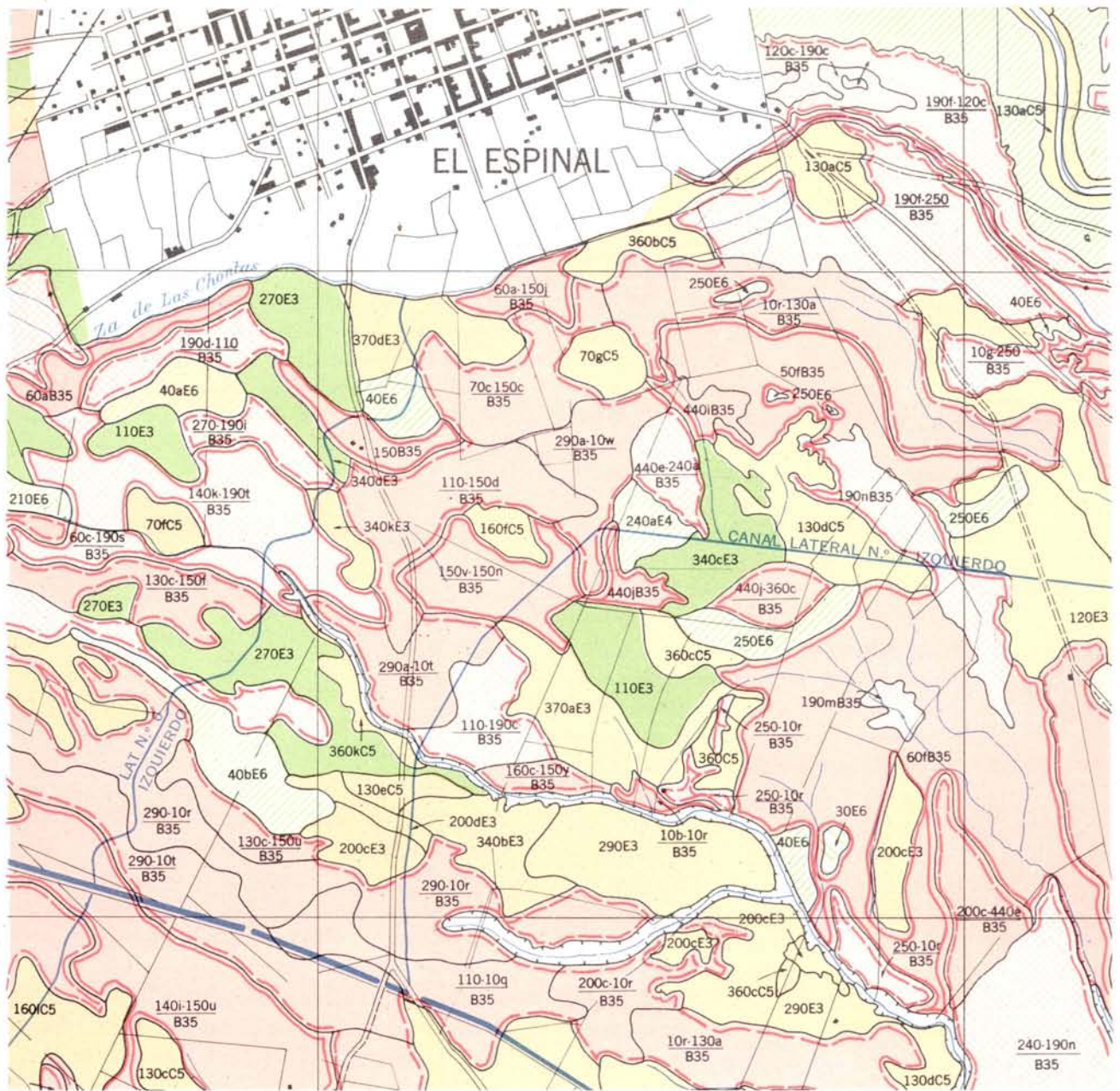
#### *Ejecución de mapas de suelos.*

La segunda parte, que es complemento indispensable, es la ejecución de mapas que muestren las distintas clases de suelos, su localización, su extensión y las distintas agrupaciones hechas en la clasificación.

*Material Usado.*—En la ejecución de estos mapas se emplean fotografías aéreas y cartas aerofotogramétricas a escalas que pueden variar según el detalle o amplitud con que se haga el levantamiento. Así, para estudios detallados con fines de irrigación, drenajes, explotación intensiva, experimentación, etc., se usan escalas de 1/5.000; 1/10.000; 1/20.000; y para reconocimientos que necesitan menos detalles se usan escalas más reducidas.



Fotografía aérea de un sector del Distrito de Irrigación del Río Coello, vecino al Espinal, en donde aparece la zonificación agrológica, tal como se hace inicialmente en el campo. Las líneas negras separan distintas clases de suelos.



### AGRUPACION DE SUELOS Y RIEGOS

	AGRUPACION I	AGRUPACION II	AGRUPACION III
RIEGO A			
RIEGO B			
RIEGO C			

### CONVENCIONES

	Ferrocarril		Canal de riego
	Carretera		Barranco
	Carreteable		Separación general de suelos
	Camino de herradura		Separación de suelos con sales tóxicas
	Casero		Separación de suelos salinos en complejo
	Quebrada	110E3	Fase de suelo
	Drenaje	10r-130a B35	Fase de suelo en complejo

Mapa definitivo de suelos del mismo sector que muestra la fotografía anterior. Las líneas negras separan distintas clases de suelos. Las líneas rojas indican zonas de suelos afectados por sales tóxicas en mayor o menor grado. Los colores y achurados indican en este caso agrupaciones de suelos por uso y clase de riego que se les debe aplicar. Las convenciones de letras y números en cada separación de suelos indican la clasificación de serie y fase.

Todas estas convenciones van ampliamente explicadas en la monografía de cada estudio, para que el uso del mapa sea fácil y útil.

Los mapas se ejecutan a medida que se realiza el estudio, señalando con la mayor exactitud los límites de cada suelo, que por uno o varios factores ha merecido ser clasificado distinto a los que lo rodean. Para distinguir cada separación se usan convenciones especiales que indican sus características.

El uso de las fotografías aéreas tiene por objeto principal utilizarlas inicialmente por medio de la visión estereoscópica para la separación de los suelos de acuerdo con los factores que pueden observarse por este sistema. En los trabajos de campo, se usan como los mapas, para la orientación y localización.

#### *Clases de levantamiento.*

Son cuatro los tipos de reconocimiento que se usan en los estudios agrológicos:

- a) de tipo detallado;
- b) semi-detallado;
- c) general o preliminar, y
- d) exploratorio.

a)—El estudio detallado se hace principalmente en zonas planas valiosas, con fines de irrigación, drenajes, experimentación, explotaciones intensivas, etc. La escala de los mapas y aerofotografías que se emplean deben ser de 1/5.000 y 1/10.000. En este tipo de estudio se separan series, tipos y fases con el máximo de precisión posible, se toman tantas muestras para análisis, cuantos sean necesarios para tener un mínimo de error en la determinación de texturas, fertilidad y en general en la clasificación.

b)—El reconocimiento semi-detallado se emplea principalmente para zonas montañosas desarrolladas pero de un valor inferior a las anteriores; se separan también series, tipos y fases, aunque admite un poco de mayor amplitud, ya que las escalas usadas en este reconocimiento, son más reducidas, 1/20.000, 1/25.000 y en algunos casos hasta 1/50.000. Estos estudios semi-detallados, se emplean para planificación de campañas agropecuarias, de conservación de suelos, programas de

extensión, abonamientos, etc. Se toman muestras para análisis de cada serie, replicándolas cuando se considere necesario por la extensión o importancia.

c)—El tipo general o preliminar se realiza en regiones amplias, de muy poco desarrollo económico o por colonizar, empleando mapas a escalas 1/100.000 ó 1/500.000, y fotografías aéreas a escala original, principalmente para estudios estereoscópicos; se obtienen informaciones generales sobre clases de suelos dominantes, separando zonas de bueno y mal drenaje o inundables. Zonas con perfil de suelos livianos y pesados, sectores de relieve distinto, con apreciación de las pendientes predominantes. El clima, la vegetación, la hidrografía y la geología se estudian cuidadosamente, también en este tipo de reconocimiento, porque son factores de gran importancia en todos los planeamientos futuros de desarrollo que se deseen hacer.

Como se dijo antes, el empleo de las fotografías aéreas es indispensable hoy día dentro de los sistemas modernos del estudio de los suelos, no solo porque se consigue una gran exactitud en las informaciones, sino porque se economiza tiempo, esfuerzo y dinero.

d)—El estudio exploratorio es el que se realiza en aquellas regiones de las cuales no existen todavía mapas ni aerofotografías. En este reconocimiento no se pueden hacer zonificaciones gráficas, sino únicamente descriptivas; se toma información de la clase de tierras, vegetación, clima, material parental, relieve, etc. Se describen los perfiles que se consideren representativos y se toman muestras para el laboratorio.

A continuación se presentan dos fases de la zonificación agrológica de un sector del estudio detallado, hecho en el Distrito de Irrigación del Río Coello.

La primera es una aerofotografía en la que aparece la zonificación de suelos, tal como se hace en el campo, es la primera etapa del mapa agrológico.

En la segunda se muestra el mapa definitivo de suelos del mismo sector. El mapa en este estado, debe acompañar siempre a las monografías para poder darle a los estudios la más amplia utilización.

## I. *Introducción.*

Varios pioneros de la geología de este país han publicado datos sobre los fenómenos de glaciación, como por ejemplo sobre morrenas, valles glaciales y bloques erráticos, observados a niveles mucho más bajos que las altitudes en que se encuentran actualmente la neviza y el hielo. Aunque no se sabe todavía con seguridad si en el territorio colombiano se presentaron los mismos períodos de intensa glaciación como los que se conocen ya bastante bien en el viejo mundo europeo o en el nuevo continente norte-americano, el material observado fue lo suficientemente claro para concluir que las glaciaciones colombianas fueron más extendidas de lo que se estaba inclinando a suponer con respecto a un país que, por su posición geográfica, es tropical.

Las antiguas glaciaciones de estas latitudes han sido presentadas muy sumariamente en las publicaciones conocidas y ningún geólogo o glaciólogo ha dado a conocer la intensidad y la extensión de los fenómenos de manera objetiva en un mapa glaciológico. Víctor Oppenheim quien estudió más en particular las glaciaciones de la Cordillera Oriental pudo distinguir varios períodos o estados de glaciación y presentó un croquis con algunas curvas de nivel que no caracterizan estos estados sino muy esquemáticamente, y así ya nos dio una idea, aunque muy superficial de los fenómenos.

Su croquis, sin embargo, no es un mapa glaciológico. La razón por la cual no se publicaron mapas mejores, que señalen la distribución de vestigios glaciales, es bastante obvia: no existían cartas básicas que representaran los accidentes topográficos con suficiente fidelidad para poder localizar las observaciones terrestres. La confección de un mapa glaciológico por levantamiento terrestre es un asunto demasiado dispendioso en tiempo y dinero para justificar su ejecución.

A esto se puede añadir que son escasos los centros habitados en las regiones altas del país o están industrialmente tan poco desarrollados que sus requerimientos en recursos naturales no son importantes, como para que se incluyan los depósitos glaciales en la zona de interés económico, caso que sí ocurrió, por ejemplo, en ciertas zonas de los Estados Unidos.

En tales condiciones, el estudio glaciológico en Colombia tiene todavía un carácter puramente científico y esto explica que los fenómenos glaciales hayan sido enfocados muy pocas veces. La intensa actividad, que a instigación del Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi", se está

desarrollando para fotografiar la topografía del país desde el aire, ha abierto vastas perspectivas para la confección de cartas sobre fenómenos geológicos, con más eficacia y con mucho menor costo de lo que se puede obtener mediante mediciones a ras de la tierra.

Uno de los grandes complejos montañosos aerofotografiados casi íntegramente es la Sierra Nevada de Santa Marta. Para nosotros, que estamos encargados de definir las condiciones geológicas del país a base de las fotografías aéreas, no fue grande el esfuerzo adicional que se requirió para complementar el estudio rutinario y separar los fenómenos glaciales, hasta obtener un mapa específicamente glaciológico. En efecto gasté unos tres días, para alistar el borrador del mapa glaciológico presentado aquí. A continuación utilicé las noches de varias semanas para completarlo y para preparar el texto y atender a varios otros aspectos hasta terminar el presente estudio.

El estudio de los vestigios glaciales antiguos, testigos de una extensión del hielo mucho mayor que la actual, tiene un atractivo especial que distingue tal estudio de las investigaciones precuaternarias. Este interés tal vez lo suscita el hecho de que el hombre ya había aparecido en varias regiones de la superficie terrestre y porque sabemos que en estas partes su vida estaba íntimamente conectada con un ambiente de hielos y nevizas. Además, el evocar en la mente los casquetes de hielo que cubrían inmensas áreas de un país situado en el cinturón tropical de la tierra, como es el caso de Colombia, no puede sino llenar la imaginación con paisajes grandiosos, despertar la curiosidad científica, e instigar la investigación.

Para iniciar un estudio glaciológico más detenido, la Sierra Nevada de Santa Marta ofrece dos ventajas que no se encuentran en otras regiones y que son las siguientes:

1. La Sierra Nevada, separada de las otras cordilleras por bajos planos aluviales, forma en sí misma una unidad orográfica, y la región de glaciaciones, que tiene sus límites naturales, no es muy vasta. Esto es un factor favorable para iniciar un primer mapa glaciológico.

2. La cresta nevada de la Sierra presenta una buena base para correlacionar las distintas glaciaciones, porque las podemos enumerar de arriba hacia abajo contando desde la actual hacia atrás en el tiempo. También esto es una gran ventaja, porque muy poco se sabe actualmente de las glaciaciones del país, es decir, ni de sus dimensiones,

diseminación y de su periodicidad, ni de la morfología de los restos glaciales.

Después de haber terminado el mapa incluí toda la nomenclatura conocida de la región. Para esto consulté el excelente mapa hecho por la expedición Cabot y publicado por el Instituto Geográfico con sede en Nueva York.

Este es el único mapa fidedigno que sirve para tales fines. Los demás existentes son tan generalizados que no tienen nada en común con las condiciones topográficas verdaderas. Para evitar el empleo de nombres que no corresponden a la realidad, decidí no utilizar tales mapas defectuosos. Toda la nomenclatura, como también las altitudes de todos los picos y cerros que se encuentran en el mapa de Cabot, fueron incorporadas en el presente mapa glaciológico. Otra importante fuente para completar la nomenclatura la encontré en el alpinista Erwin Kraus quien visitó la Sierra Nevada varias veces. Es probablemente el mejor conocedor de esta región, actualmente presente en el país, así que le fue posible completar el mapa con los siguientes nombres: los ríos Donachuí (d 6)<sup>1</sup>, Tambor (d 6), Guatapurí (c 6), San Miguel (a 6), Cuturataca (e 4), Aduriameina (e 4), Mamancanaca (d 3, d 4), Cataca (c 4), Palomino (a 4), Aracataca (d 2), y Tucurínca (c 2); los caseríos o grupos de chozas: Donachuí (d 6), Sogrome (d 6), Secaracungüe (c 6), Kancuruaca (c 6), Meollaca (c 6), el paso de Bellavista (d 4) y los lagos del Mamo y Naboba (c 4).

Algunos errores del Mapa Cabot fueron corregidos, como, por ejemplo, la posición del río Guatapurí. Según E. Kraus, el río Aduriameina es afluente del río Mamancanaca. Donde éste se une con el río Cataca, que drena los grandes lagos, empieza a formarse el río Aracataca que entra por fin en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Aún con las notables adiciones de E. Kraus la nomenclatura es todavía demasiado esparcida, lo que dificulta apreciablemente la descripción del contenido del mapa por falta de puntos de referencia geográfica. Por esta razón me permití aplicar provisionalmente a varios picos y cerros los nombres de científicos y alpinistas, también de funcionarios del Instituto Geográfico de Colombia, los cuales en muchas ocasiones me prestaron su generosa cooperación. Estos nombres, que se han puesto con letras inclinadas en el mapa, se encuentran reunidos en la siguiente lista:

Cerro Hettner (a2) por Alfred Hettner, uno de los pioneros de la geología en Colombia, quien contribuyó al conocimiento de la Sierra Nevada.

Cerro Garavito (b2), por Julio Garavito, científico de renombre en cartografía, magnetismo terrestre y meteorología.

Cerro Darío Roza (b2), por el ingeniero Darío Roza M., muy conocido por sus estudios geográficos.

Cerro Gansser (a3), por August Gansser, el conocido geólogo suizo, quien tenía una grande pasión por la Sierra Nevada y audazmente la escaló solo.

Nevado Parra Lleras (b3), por Ernesto Parra Lleras, jefe de la Sección de Aerofotogrametría, a quien se suele llamar "el alma del Instituto Geográfico".

Pico Menders (b3), por Federico Guillermo Mendershausen, del Instituto Geográfico, fundador de la aerofotogrametría en Colombia a quien sus colaboradores, con un criterio práctico y a la vez con cariño, apodan "Menders".

Pico Ruiz Erazo (b3), por José Ignacio Ruiz Erazo, el estimado ingeniero y querido Director del Instituto Geográfico.

Cerro Karsten (c3), por Hermann Karsten, otro pionero alemán en la geología de Colombia, cuando la República todavía se llamaba Nueva Granada.

Cerro Marmillod (c3), por F. Marmillod, conocido alpinista que escaló también la Sierra Nevada de Santa Marta, acompañado de su esposa.

Cerro Arias (d3), por Hernán Arias, empleado de la Sección de Aerofotogrametría, quien parece conocer todas las 120.000 fotografías del Instituto Geográfico.

Cerro Acosta (d3), por Joaquín Acosta, destacado geógrafo quien hace más de un siglo efectuó una contribución a la geología de la Sierra Nevada, llamada por él Sierra Tairona.

Pico Ruiz Wilches (b4), por Belisario Ruiz Wilches, el Néstor de los científicos colombianos.

Pico Vespucio (c4), por Américo Vespucio, quien no debe estar lejos de Cristóbal Colón (en b4 abreviado C. C.), y quien ha entrado de nuevo en la actualidad por la elogiada biografía de Germán Arciniegas.

Pico Tairona (c4), por la extinguida nación indígena de los Taironas, cuyo nombre se ha usado para designar la Sierra Nevada de Santa Marta (ver Acosta y E. Hubach en la bibliografía).

Cerro Pérez Arbeláez (d4), por el R. P. Enrique Pérez Arbeláez, el conocido fisiógrafo-botánico cuyas importantes publicaciones constituyen una lectura agradable por la claridad y el espíritu crítico y a veces humorístico en que están escritas.

Cerro Kraus (d4), por Erwin Kraus, el joyero, quien además se destaca con "hobbies" muy cultivados como el alpinismo y la fotografía (ver figuras 9-19), probablemente el mejor conocedor de la Sierra Nevada.

<sup>1</sup> La letra y la cifra indican el cuadrado de la cuadrícula de 10 en 10 kilómetros donde se encuentra el detalle en el mapa glaciológico: ver los márgenes del mapa.



Cerro Stutzer (e4), por Otto Stutzer, el geólogo alemán cuyos numerosos estudios son fundamentales para el país y quien reconoció los vestigios glaciológicos de la Cordillera Oriental.

Cerro Grosse (e4), por el destacado geólogo alemán Emil Grosse, cuyos estudios y detallados mapas de la región carbonífera de Antioquia son ejemplares.

Cerro Guhl (a5), por Ernesto Guhl, actualmente jefe del Depto. Técnico de la Seguridad Social Campesina, el geógrafo que se erigió un monumento con su estudio sobre el Departamento de Caldas, además conocedor y autor de un artículo sobre la Sierra Nevada.

Cerro Grière (b5), por Raymond Grière, "attaché" de la legación francesa, entusiasta alpinista, quien publicó un interesante artículo sobre la historia de las conocidas ascensiones a la Sierra Nevada.

Pico Tulio Ospina (b5), por Tulio Ospina Vásquez, fundador y primer rector de la Escuela de Minas de Medellín, cuyos conceptos geológicos han sido muy apreciados.

Pico Codazzi (c5), por el destacado geógrafo Agustín Codazzi, cuyo nombre se confirió a una población y a un importante instituto.

Nevado Ramírez (c5), por el R. P. Jesús Emilio Ramírez, S. J., el geofísico con un extraordinario "pushing power", máximo promotor de los estudios telúricos en Colombia.

Cerro Laverde (c5), por el coronel Luis Laverde G., subdirector del Instituto Geográfico, quien encabeza la avanzada militar que explora exitosamente el terreno de la fotogrametría.

Cerro Reclus (d5), por Jean Jacques Elisée Reclus (1830-1905), el renombrado geógrafo francés, autor de la extensa obra "Géographie Universelle" quien visitó la Sierra Nevada y trató de establecer una colonia agrícola en sus flancos.

Cerro Mora (d5), por Marcos Mora Chacón, jefe de la Sección de Geodesia del Instituto Geográfico, cuya labor es base esencial para la cartografía del país.

Cerro Cabot (d5), por Thomas D. Cabot, quien encabezó una expedición que por vías aéreas y terrestres produjo el primer mapa fotogramétrico de una gran parte de la Sierra Nevada.

Cerro Arjona (d5), por Belisario Arjona E., jefe de la Sección de Recopilación del Instituto Geográfico, quien elaboró el sistema de proyección actualmnte en uso para las planchas topográficas de Colombia.

Cerro Cuenet (e5), por el topógrafo-geodesta suizo G. H. Cuenet, apasionado alpinista que escaló varios picos de la Sierra Nevada.

Cerro Valencia (b6), por Luis Felipe Valencia Lozano.

Cuchilla Rodríguez (c6), por Jorge Noel Rodríguez. Los dos últimos son fotogrametristas del Instituto Geográfico, quienes con expertas manos y pies "manejan" complicadísimos instrumentos y en un minúsculo globito dirigitible viajan por todo el país, produciendo así las hermosas cartas topográficas.

Cerro Royo y Gómez (d6), por el activo geólogo-paleontólogo español José Royo y Gómez, quien vinculó definitivamente su nombre con la investigación geológica de este país.

El presente mapa glaciológico fue construido con base en cartones ranurados (slotted templet layout) armados sobre los puntos geodésicos disponibles en los flancos occidental y meridional de la Sierra Nevada. No existía ningún fidedigno control terrestre en el flanco septentrional y además había una faja de terreno no fotografiado inmediatamente al borde oriental del mapa. En estas condiciones el mapa no puede ser preciso y la posición de los detalles debe ser muy aproximada. El método de los cartones ranurados, por lo demás, no presenta los mejores resultados en un terreno que tan bruscamente se eleva desde el nivel del mar hasta a más de 5.700 mts. Las coordenadas expresadas en kilómetros, que se encuentran en los márgenes del mapa, corresponden a las planas del Instituto Geográfico con base de  $X = 1.000$  km, y  $Y = 1.000$  km para Bogotá.

## II. Localización y delimitación del área con vestigios de glaciaciones.

La Sierra Nevada de Santa Marta es, a grandes rasgos, un gigantesco tetraedro que se compone casi completamente de rocas precretáceas. El Cretáceo sólo aflora en dos esquinas de su base triangular: en la punta nordeste y en la del sur (fig. 1)<sup>2</sup>. Por lo demás, está rodeada del Cuaternario mientras que la punta nor-occidental la baña el Mar Caribe. Una estrecha divisoria formada de sedimentos cretáceos conecta la esquina nordeste del triángulo con los Montes de Oca, un ramal de la Serranía de Perijá situado en el límite colombo-venezolano. Esta divisoria es el confin NE de la cuenca del río Cesar. El extremo septentrional de esta cuenca, por un extraño capricho de la naturaleza, lo desagua el río Ranchería que se abre paso hacia el norte por un estrecho cañón cortado por él en las calizas cretáceas. Sobre los dos afloramientos mencionados del Cretáceo reposa el Terciario que lleva varios mantos de carbón en la parte superior de la cuenca del Cesar donde se encuentran las minas del Cerrejón.

<sup>2</sup> En la figura 1 no hemos tomado en cuenta algunos afloramientos del Cretáceo al norte del Macizo de Santa Marta. Estos afloramientos no son autóctonos y deben conectarse con desplazamientos horizontales a lo largo de fallas de rumbo secundarias y paralelas a la importante falla de Oca. Ver también nota 3.

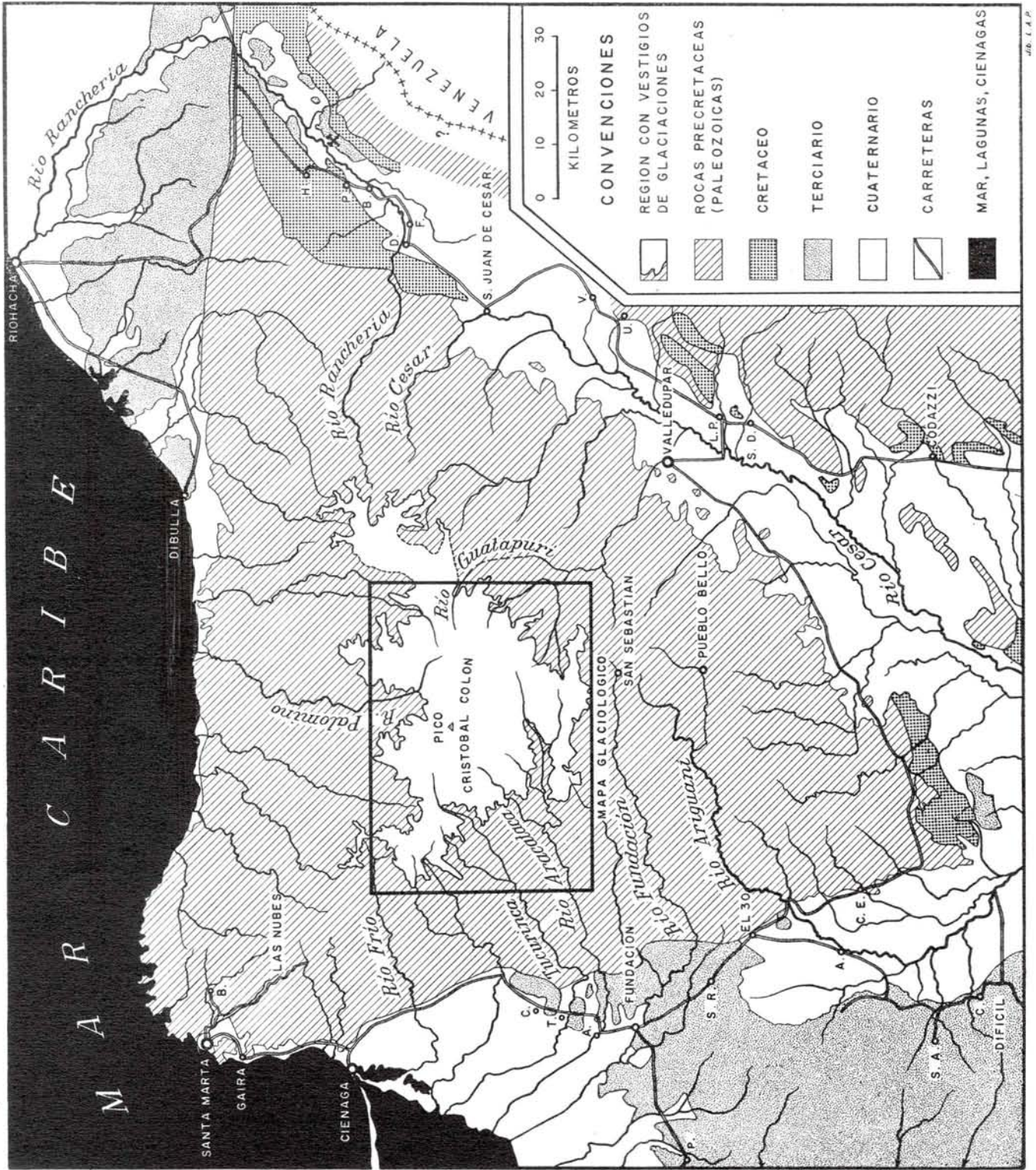


Fig. 1.—Situación del Mapa Glaciológico en el Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta.

El Terciario que aflora a lo largo del costado septentrional del triángulo base da origen a un terreno ligeramente accidentado; pero hacia el nordeste la formación desaparece debajo del gran plano aluvial cuaternario que principia cerca de Riohacha y se extiende hasta la península de La Guajira y la costa venezolana.

En el costado occidental del triángulo, inmediatamente al E y SE de Fundación, se encuentran unos afloramientos del Terciario de reducida extensión. Todos estos terrenos terciarios son bajos y sobresalen sólo varias decenas de metros de los planos aluviales que completan la delimitación de la base triangular de la Sierra Nevada. Estos planos corresponden a los ríos Cesar y Ariguani en el sureste, y suroeste, con una llanura al NW de Fundación que se extiende hasta la vasta laguna conocida bajo el nombre de Ciénaga Grande de Santa Marta.

De ahí se infiere que la Sierra Nevada de Santa Marta es una unidad orográfica independiente, circunstancia especialmente notable porque a base de afinidades litológicas y petrográficas se le considera generalmente como continuación de la Cordillera Central. Explicó recientemente esta peculiaridad mediante la hipótesis de la "Gran Falla" a lo largo de la cual el macizo de Santa Marta se ha desplazado horizontalmente más de 120 kilómetros hacia el norte<sup>3</sup>. Adicionalmente el macizo debe haberse levantado varios miles de metros a lo largo de la misma falla.

La Sierra Nevada de Santa Marta es pues, una unidad orográfica muy especial y su abrupta elevación a una altura de más de 5.700 metros sobre una distancia horizontal del mar de apenas 48 kilómetros es única en el mundo.

Es obvio que en estas condiciones debe presentarse una erosión extremadamente fuerte y ello es la causa de haberse preservado sólo una pequeña parte de las antiguas glaciaciones pleistocenas (cuaternarias). Este hecho lo demuestra claramente el adjunto mapa glaciológico en el cual la línea roja indica hasta qué altura ha progresado la erosión. Está bien destacada la condición de cómo varias formas glaciológicas terminan abruptamente en esta línea, por ejemplo la topografía glacial del flanco S y SW del Cerro Arias (d3), la de la vertiente meridional de los cerros Stutzer y Grosse (e4), como también la de los cerros Arjona, Mora (d5), Royo y Gómez (d6), hacia el SE.

La mencionada línea es solamente un símbolo esquemático; en realidad se trata de una zona de transición, más o menos vaga, en la cual la labor destructora de la erosión disminuye gradualmente hacia arriba. Esta zona no se encuentra siempre a la misma altura y puede fluctuar entre los 2.800 y 3.300 metros. En algunas partes, ella es bastante

estrecha y por lo tanto está bien definida. En otros lugares es ancha y en estos casos no hay criterios claros para trazar la línea de una manera precisa.

La línea de erosión está indicada en la figura 1 en relación con el marco del mapa glaciológico. El lector podrá observar que el mapa no abarca toda la zona con vestigios de glaciaciones, pero sí el sector más importante.

### III. *Los glaciares actuales.*

Los glaciares actuales se concentran alrededor de las crestas más altas que pueden subdividirse en las siguientes unidades.

1. El Nevado Parra Lleras con dos glaciares en el flanco septentrional y nevizas no perennes en la vertiente meridional.
2. Las crestas nevadas entre los Picos Menders-Ruiz Wilches.
3. El gran complejo de nevados con los picos Ruiz-Erazo, Simons, S. Bolívar, Cristóbal Colón y A. Vespucio. Los dos picos C. Colón y S. Bolívar son los más altos de la Sierra Nevada de Santa Marta, ambos con 5.775 metros de altura según el mapa de Cabot.
4. El complejo gemelo que se compone de dos sierras: la de los picos Ojeda-Codazzi-Tulio Ospina y la otra con los picos La Reina y Nevado Ramírez.
5. La sierra nevada con los picos Tairona-El Guardián.

Los glaciares miden rara vez más de dos kilómetros de largo. Predominan los tipos glaciares de pendientes, casquetes de hielo inclinados, que están situados en una sola vertiente del nevado, separados de las otras por crestas divisorias puntiagudas. A veces terminan en lenguas glaciales no muy desarrolladas, pero no se presentan glaciares de valle. Para que tales tipos de glaciares puedan formarse, es necesaria la presencia de masas de hielo mucho más grandes: Las terminaciones de los glaciares o de las lenguas no avanzan por lo general abajo de los 4.700 metros; en un caso, una lengua más larga que las otras llega a casi 4.500 metros.

Muchos glaciares están atravesados por numerosas rupturas perpendiculares a la dirección de la corriente de hielo. Esto indica un estiramiento de los glaciares en la dirección del hilo de la corriente del hielo, fenómeno que sugiere que está disminuyendo la caída de nieve. Por consiguiente no habrá suficiente aporte de neviza y hielo en la parte superior de los glaciares para compensar por completo el material que desciende por la gravedad a lo largo de las fuertes pendientes. Por lo tanto es probable, juzgando sólo a base de la morfología de los glaciares mismos, que ellos estén retrocediendo. Hay indicios, explicados a continuación, de que el retroceso se ha iniciado ya hace algún tiempo.

<sup>3</sup> "Fallas de rumbo en el Nordeste de Colombia". Revista del Petróleo N° 64, mayo 1956.

#### IV. *Las morrenas modernas.*

Alrededor de los glaciares actuales, pero en general separada de ellos, se encuentra una zona de morrenas. Ellas forman un sistema de guirnaldas cuyas partes, cóncavas hacia arriba, indican un mayor avance del hielo en estos sitios. A veces se doblan las guirnaldas en forma de U lo que indica que una lengua glacial genuina las formó. En ciertos casos se nota una sola morrena individual, pero en general se presentan varias, una tras otra, que corresponden a varias posiciones sucesivas del hielo. Se trata especialmente de morrenas terminales: frontales y laterales. Aunque en los lados cóncavos de las morrenas, es decir en el lado que mira hacia el hielo, hay morrenas de fondo de menor extensión, la zona entre el límite actual de hielos y las morrenas están desprovistas de apreciables depósitos glaciales. Parece entoces que el retroceso de los glaciares fue bastante rápido. La zona en cuestión, entre las morrenas y los actuales glaciares, está conspicuamente desnuda, y en ella la vegetación escasamente se ha arraigado. Zonas semejantes son conocidas y las he observado en los Alpes, donde se las conecta con el retiro del hielo desde un cierto máximo de extensión hasta la posición actual. El máximo más notorio en los Alpes fue el del año 1850 y la zona de escasa vegetación que rodea los glaciares tiene un límite exterior, a cierta distancia del hielo, que se llama "línea de 1850". El conocido profesor austriaco R. von Klebelsberg menciona en su manual "Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie" tres máximos en el tiempo histórico: los de los años 1600, 1820 y 1850. Hay además, indicios de que antes de 1600, los glaciares estaban bastantes más retirados que hoy en día (antiguas minas de oro debajo de los actuales glaciares). Durante los mencionados máximos de glaciación, los glaciares de valle, o lenguas glaciales, estaban en los Alpes, varios kilómetros más abajo que hoy día, alcanzando una diferencia vertical de 100 a 200 metros con referencia al nivel actual de los glaciares, según von Klebelsberg. Esto es comparable con las circunstancias en la Sierra Nevada de Santa Marta, especialmente si tomamos en consideración el tipo de los glaciares de que se trata aquí. La distancia entre el hielo actual y las morrenas más elevadas es en general menor de 500 metros<sup>4</sup> cuando las guirnaldas no son extremadamente cóncavas, pero se puede aumentar considerablemente, a más de un kilómetro, en los sitios de pronunciadas lenguas glaciales. Considero entonces que el primer grupo de morrenas terminales alrededor de los actuales glaciares, o parte de ellas, es reciente o sea del tiempo histórico. Como están agrupados particularmente alrededor de las sierras cuya cima dominante es el Pico Simón Bolívar, me referiré a estas morrenas en conjunto como morrenas del Estado Bolivariano. De esta manera obtenemos un nombre provisional para indi-

<sup>4</sup> En proyección horizontal.

car un grupo de morrenas contiguas, nombre general que nos servirá hasta que podamos diferenciar y establecer mejor la cronología de las unidades de que se compone este grupo.

#### V. *Vestigios de glaciaciones prebolivarianas.*

Al lado de la glaciación histórica, la región de la Sierra Nevada de Santa Marta ofrece además claros vestigios de glaciaciones anteriores a las del estado bolivariano.

Esto se manifiesta en particular por la labor del hielo como modelador del paisaje, a saber: la erosión que se caracteriza por formarse planos cepillados, ollas glaciales, lagos glaciales y la acumulación glacial que origina varias clases de morrenas.

##### *Planos cepillados.*

La erosión producida en la Sierra Nevada por los glaciares puede conducir a dos tipos de topografía bien distintos entre sí, la topografía de los planos cepillados y la de las ollas glaciales. En el primer tipo se forman superficies planas e inclinadas que resultan a causa del descenso de los glaciares por las pendientes. El tamaño de los planos cepillados puede variar de unos cien metros hasta varios kilómetros de ancho y de largo. No fueron casquetes de hielo continuos que los formaron sino corrientes de hielo divididas en varias unidades cada cual con su propia pendiente, propio aporte de hielo y propia velocidad. En estas condiciones es obvio que el hielo en el límite de dos unidades glaciales tenga menos poder erosivo que en la parte central de la unidad en movimiento y en consecuencia se desarrollaron paredes divisorias entre las diferentes partes de un casquete de hielo. Estas se presentan después de retirarse los glaciares como "costillas" en el terreno, (fig. 14), a veces delgadas con los flancos paralelos, a veces en forma de cuña con los flancos divergentes hacia abajo. Las últimas se forman cuando la topografía tiende a divergir las corrientes de hielo (ver fig. 2).

Los planos cepillados más importantes llevan su símbolo en el mapa glaciológico. Las líneas rojas indican la dirección del movimiento de los hielos.

En el complejo orográfico que se extiende alrededor de los Cerros Hettner (a2), Garavito (b2) y Darío Rozo (b2), los planos cepillados tienen extensiones menores. Los planos más típicos y más grandes se encuentran en una faja del flanco septentrional de los presentes nevados: desde el Cerro Darío Rozo (b2) se extienden al norte del Nevado Parra Lleras, con una prolongación hacia el norte en el cerro Gansser (a3); luego dan una vuelta alrededor de los picos Ruiz Wilches y Cristóbal Colón (b4) para continuar en dirección oriental hasta más allá del Cerro Valencia (b6). Además están bien representados en las vertientes de los cerrros Guhl (a5) y Grière (b5). También son característicos alrededor del Nevado Ramírez (c5) y en las vertientes al oeste de una línea Nevado Parra Lleras-Cerro Karsten (c3). Al con-



Fig. 2.—La región al oeste de las flechas a-a muestra una topografía de planos cepillados por la acción erosiva de los casquetes de hielo que antiguamente cubrían la región. En esta área el movimiento del hielo fue en general de ESE a WNW. La zona entre a-a y b-b ya representa la transición entre la topografía de planos cepillados y la de las ollas glaciales, tipo de erosión que domina completamente en la zona al este de b-b. Los depósitos glaciales aumentan desde a-a hacia el este mientras que la roca al oeste de a-a está desnuda y desprovista de cantidades apreciables de material glacial. En la última zona son conspicuas las numerosas costillas (en la foto, dos de ellas entre paréntesis blancos) que subdividían el antiguo casquete glacial en muchas unidades. Grupos de varias costillas pueden formar una unidad triangular más grande (entre los 3 triángulos en la foto).

Los laguitos al este de a-a están generalmente formados por la acción del bloqueo que efectúan las pequeñas morrenas frontales, como por ejemplo los laguitos c-c y d-d. Dos morrenas son bien visibles en la intersección de las flechas e-e. A la derecha de b-b el hielo bajó del NNE al SSW.

Es una fotografía aérea vertical del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, como lo son también las figuras 3 y 5.

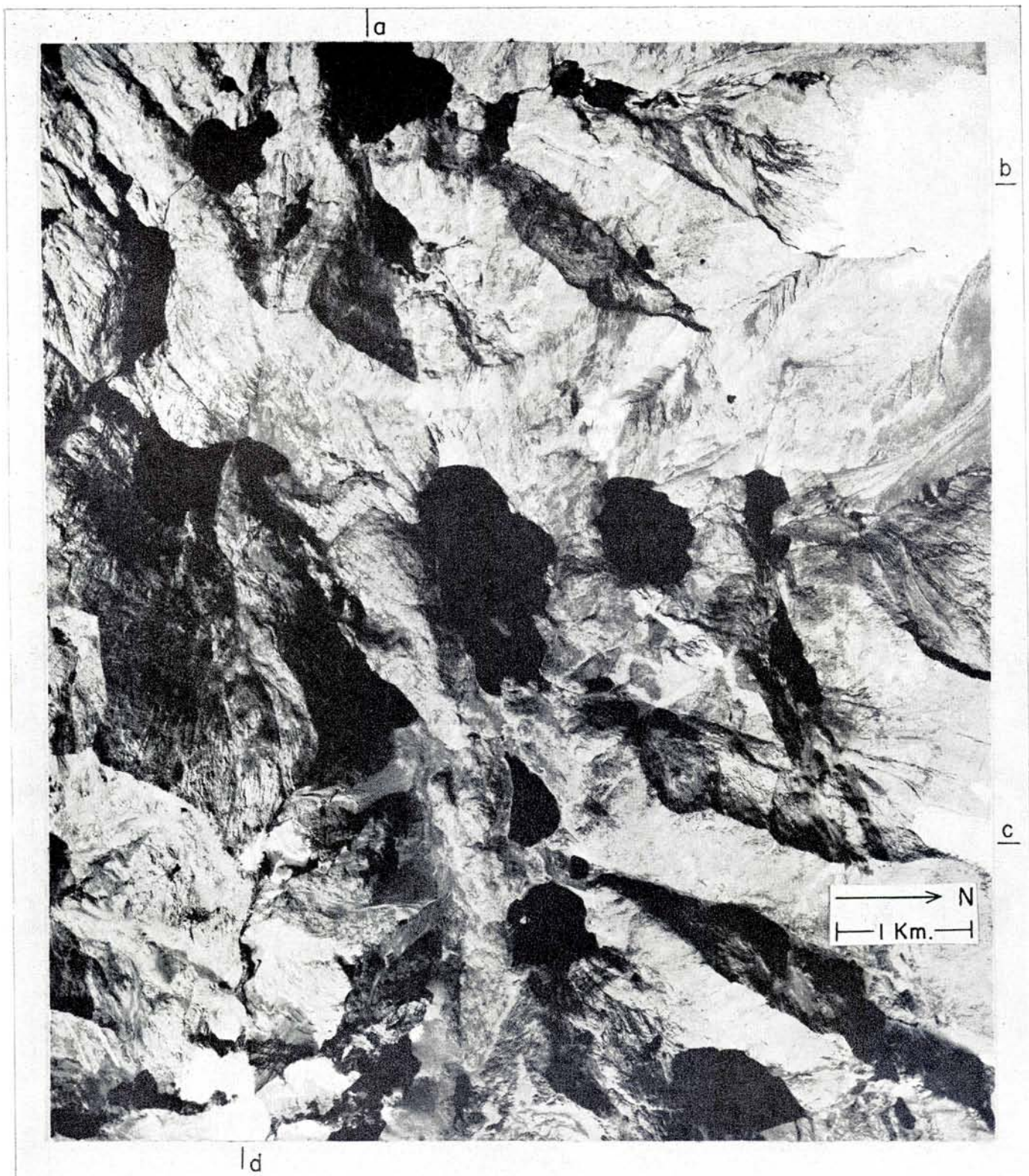


Fig. 3.—Ejemplo de un paisaje dominado por la presencia de ollas glaciales excavadas por el hielo que cubría la región durante estados pre-bolivarianos. Después de retirarse el hielo, se llenaron de agua las ollas glaciales y resultaron los lagos glaciales, el más grande de los cuales es el Lago Naboba, en el centro, y el Lago del Mamo que apenas entra en la fotografía en el margen superior (a). Los glaciares b, c y d descienden respectivamente del Pico Santander, de la cuchilla al este de los Picos Bolívar-Colón y de los nevados Guardián-Tairona (compárese la fotografía con el mapa glaciológico).

trario, no están bien formados y pasan gradualmente a la topografía de ollas glaciales al sur de los nevados, al norte del Cerro Arias (d3), al sur-oeste del Cerro Pérez Arbeláez (d3-4) y en las cuchillas entre el último y el Pico Tairona.<sup>4</sup>

#### Ollas glaciales, circos y cols.

El segundo tipo de erosión glacial forma un gran número de concavidades en la *roca firme* que llamaremos "ollas glaciales"<sup>5</sup>.

Las ollas más grandes y alargadas pueden tener varios kilómetros de largo y un kilómetro de ancho. En general tienen un diámetro de 500 metros a un kilómetro. Se forman por la labor excavadora de las corrientes de hielo y no deben confundirse con los circos glaciales. Los últimos son unidades más grandes, también medio cóncavas, pero rodeadas por crestas puntiagudas que separan un circo de otro. Estas crestas eran en gran parte desnudas, es decir no cubiertas por el hielo, y la forma angulosa es el resultado de la erosión (por descascaramiento) a causa de las fuertes diferencias de temperatura entre el día y la noche (fig. 15). La localización de los circos puede deducirse a base de las cuchillas divisorias que están indicadas en el mapa. En algunos circos importantes puede observarse el fenómeno de que la erosión del hielo y neviza acumulados en ellos ha avanzado en tal manera hacia arriba, que la cresta divisoria entre dos circos desapareció localmente. Se formó en estas partes una depresión en la cresta, o paso, que se suele llamar "col". Los dos "cols" más importantes los hay entre los circos superiores de las cuencas de los ríos Cataca-Donachuí, y entre los de los ríos Cataca-Guatapurí. El último col que se extiende (perpendicularmente) entre la cresta del Pico Ojeda por un lado y la del Pico Reina por otro lado, está todavía cubierto por hielo y neviza.

Las ollas glaciales se formaron en la región antiguamente cubierta de los hielos y pueden hallarse varias de ellas en un solo circo. Se presentan en los circos, en las vertientes de cuchillas divisorias, pero especialmente en los antiguos valles de glaciares, donde siguen en rápida sucesión, la una tras la otra. La parte posterior, valle arriba, la forma generalmente una pared bastante más inclinada que el perfil longitudinal del valle. El fondo de la olla glacial, desde el pie de la mencionada pared posterior, puede inclinarse ligeramente hacia abajo, ser horizontal o inclinarse hacia las cabeceras del valle. En el último caso tiene un *zócalo* de roca firme en la parte anterior de la olla, que se llenará de agua y dará origen a un tipo es-

pecial de lago glacial. En los primeros dos casos el valle muestra un perfil de peldaños.

El paisaje más típico lo forman las ollas glaciales con zócalos, por llenarse éstas de agua (fig. 3).

La razón de formarse en un área una topografía de planos cepillados y en otra una de ollas glaciales consiste, a mi parecer, en el carácter de las rocas que afloran. Si ellas son homogéneas, por ejemplo granitos, eventualmente neisificados, entonces resulta una topografía de planos cepillados. Rocas heterogéneas, como por ejemplo alternaciones de neises compactos con esquistos más blandos, son los terrenos adecuados para la formación de las ollas. La acción excavadora del hielo será especialmente efectiva en aquellas zonas que están fuertemente plegadas, falladas o fracturadas, como lo muestra esquemáticamente la fig. 4.

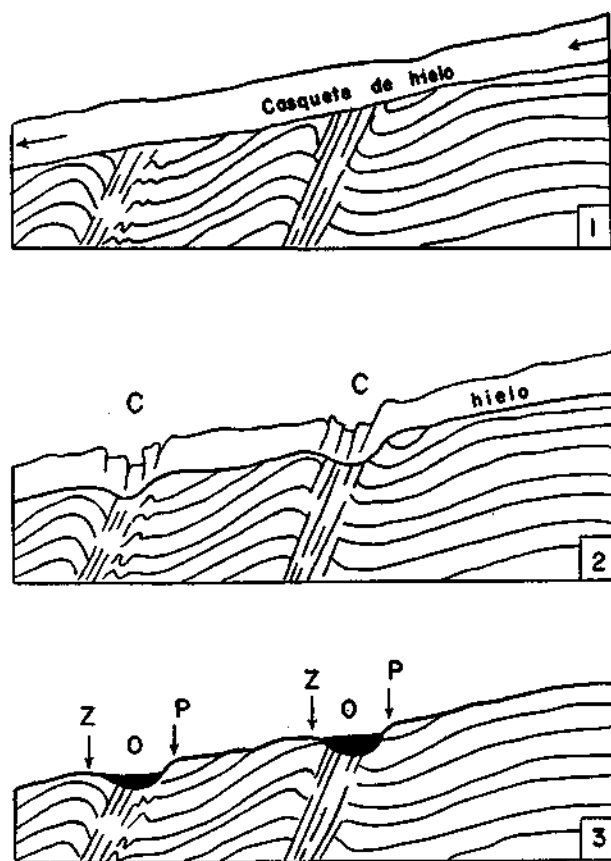


Fig. 4.—Diagramas para explicar la formación de las ollas glaciales.  
C=Cascada de hielo, O=Olla glacial, P=Pared empinada, Z=Zócalo.

El mapa glaciológico indica las ollas glaciales con un símbolo morfológico especial en forma de herradura.

#### Lagos glaciales.

La región con vestigios de glaciación todavía no destruidos por la erosión cuenta con bastantes lagos y laguitos glaciales. Los más grandes son el Lago Naboba, el Lago del Mamo y el lago grande y alongado al norte del C. Pérez Arbeláez. Un gran número de ellos se formó por llenarse de agua las ollas glaciales. En este caso pueden tener un zócalo de roca fija o puede haberse cubierto el zócalo localmente con

<sup>5</sup> Por analogía con las "marmitas glaciales". Las marmitas (en inglés *kettles*) se forman en las morrenas donde bloques de hielo enterrados en el depósito glacial al derretirse dejan depresiones. Ver R. F. Flint: "Glacial Geology and the Pleistocene Epoch", Wiley and Sons, New York, IV ed., 1953, fig. 41, p. 149, y también A. Holmes: "Geología Física", traducción de Rafael Candel y Joaquina de Candel, Barcelona, 1952, pp. 228 y 229.

material de morrena. Los lagos de este último tipo no están completamente rodeados de roca firme. Otros lagos se originaron en los valles por la acción bloqueadora de las morrenas terminales de antiguos glaciares.

*El grupo de morrenas prebolivarianas, o sea el Estado Mamancanaca.*

Bastante más abajo de las morrenas bolivarianas se encuentra otro complejo de morrenas, una tras otra, zona mucho más amplia que la bolivariana. Debido a que comprende niveles más bajos, esta etapa de glaciación se extiende sobre una región mucho más vasta. Forma guirnaldas alrededor de las unidades orográficas más importantes, y en los valles se presentan morrenas bien desarrolladas en forma de lengua que indican que antes había suficientes circos llenos de abundante neviza que abastecían los glaciares de valle.

Importantes acumulaciones de material glacial las hay en el complejo montañoso de los cerros Hettner (a2), Garavito y Darío Rozo (b2); las morrenas más desarrolladas están situadas en la vertiente oriental del Cerro Garavito.

La faja más ancha de morrenas se encuentra alrededor de los promontorios que descienden hacia el sur de los nevados Ruiz Erazo, Simons, Cristóbal Colón - Bolívar - Vespucio y el Guardián - Tairona. Allí serpentea alrededor de los promontorios, de los cuales forman parte los cerros Karsten (c3), Marmillo (c3), Pérez Arbeláez (d4) y Laverde (e/d5), para luego continuar hacia el sur y suroeste alrededor del Reclus (d5), Cabot, Arjona (d5) y Kraus (d4).

Morrenas más o menos extendidas en la parte sur del mapa, se encuentran en los flancos de pequeñas unidades orográficas con antiguas glaciaciones independientes como los cerros Arias (d3), Acosta (d3), Stutzer (e4) Grosse (e4) y Cuenet (e4/5). Varias de apreciable tamaño se presentan en la vertiente meridional de la cuchilla Rodríguez (c6) y en ambos flancos del cerro Valencia (b6). De menor extensión son los restos de morrenas del Cerro Grière (b5) y los que están situados entre P. Ruiz Wilches (b4) y C. Gansser (a3).

Morrenas de fondo, interrumpidas por varias morrenas terminales situadas a diferentes alturas, pueden observarse en los valles más importantes recorridos por el río Tucurínca (c2, ver b3), el río entre C. Marmillo y C. Karsten (c3), el río Cataca (c4, ver d3), el Mamancanaca (d4), el Donachuí (d6, ver c5/6) y el Guatapurí (c6). Son estas las cuencas por las que bajaban los glaciares de valle propiamente dichos. Es probable que parte de estas mencionadas morrenas de valle pertenezcan todavía al estado bolivariano.

En el conjunto de las morrenas terminales se pueden ver todas las transiciones entre guirnaldas apenas cóncavas hasta los tipos de morrenas de lengua en forma de U comprimida.

Las cabeceras del río Mamancanaca se destacan especialmente por una característica confluencia de varias morrenas de valle que convergen hacia este río desde el SE, E, NE y N (esquina NE de d4, ver además a fig. 5). Por esta peculiaridad, he decidido referirme a estas morrenas como las del Estado Mamancanaca. Más claramente que en las prebolivarianas se distinguen varias fases de retroceso en las morrenas del Mamancanaca. Considerando además su extensión mucho mayor y su considerable espesor y volumen, merecen más bien el nombre del Gran Estado de Mamancanaca. Es obvio que la extensión de los hielos durante el Gran Estado Mamancanaca causó la erosión glacial de la zona entre las mencionadas morrenas y las del estado bolivariano.

Las morrenas terminales del período Mamancanaca pueden variar bastante de altitud; la mayor parte se encuentra entre los 3.500 y 4.000 metros, una altitud media de 3.700 y 3.800 es muy común. Algunas están más arriba de los 4.000 m; la altitud más baja a la cual desciende la mayor de las antiguas lenguas glaciales del río Mamancanaca debe ser 3.450 m, aproximadamente. Estas variaciones de altura están directamente conectadas con la extensión y el espesor de los casquetes de hielo. Alrededor de campos extensos de hielo espeso, las lenguas glaciares obviamente podían descender considerablemente más que las provenientes de casquetes pequeños y de reducido espesor.

*VI. Indicios de una glaciación premancanaca. Estado Aduriameina.*

El terreno situado abajo de las morrenas Mamancanaca que rodean los cerros Kraus-Arjona (d4-d5), Stutzer (e4), Grosse (e4) y Cuenet (e 4/5) muestra vestigios de una glaciación más antigua. De norte a sur este terreno se extiende desde la vertiente sureste del río Mamancanaca hasta las cabeceras del río Cuturataca, cruzando la divisoria C. Stutzer-C. Mamón (o Chu-Chu, e5). Del E al W continúa del mismo C. Mamón hasta unos pocos kilómetros al sur del C. Acosta.

Esta región contiene extensas, pero no muy gruesas, morrenas de fondo recubiertas de nuevo en muchos sitios por depósitos eólicos. El material de estos depósitos, subaéreos a mi parecer, proviene de las morrenas del Gran Estado Mamancanaca. Una vez formadas estas morrenas, el viento llevó el material más fino y lo depositó en los alrededores más retirados. Los depósitos eólicos requieren un clima frío y seco, y generalmente se les considera formados durante los tiempos glaciales y no durante los interglaciales. Parece entonces que se formaron durante la máxima extensión de los hielos del Gran Estado Mamancanaca y no después. La distribución de los sedimentos eólicos parece apoyar este punto de vista porque se encuentran abajo de las morrenas del Mamancanaca y no más arriba en terreno denudado por la erosión glacial,



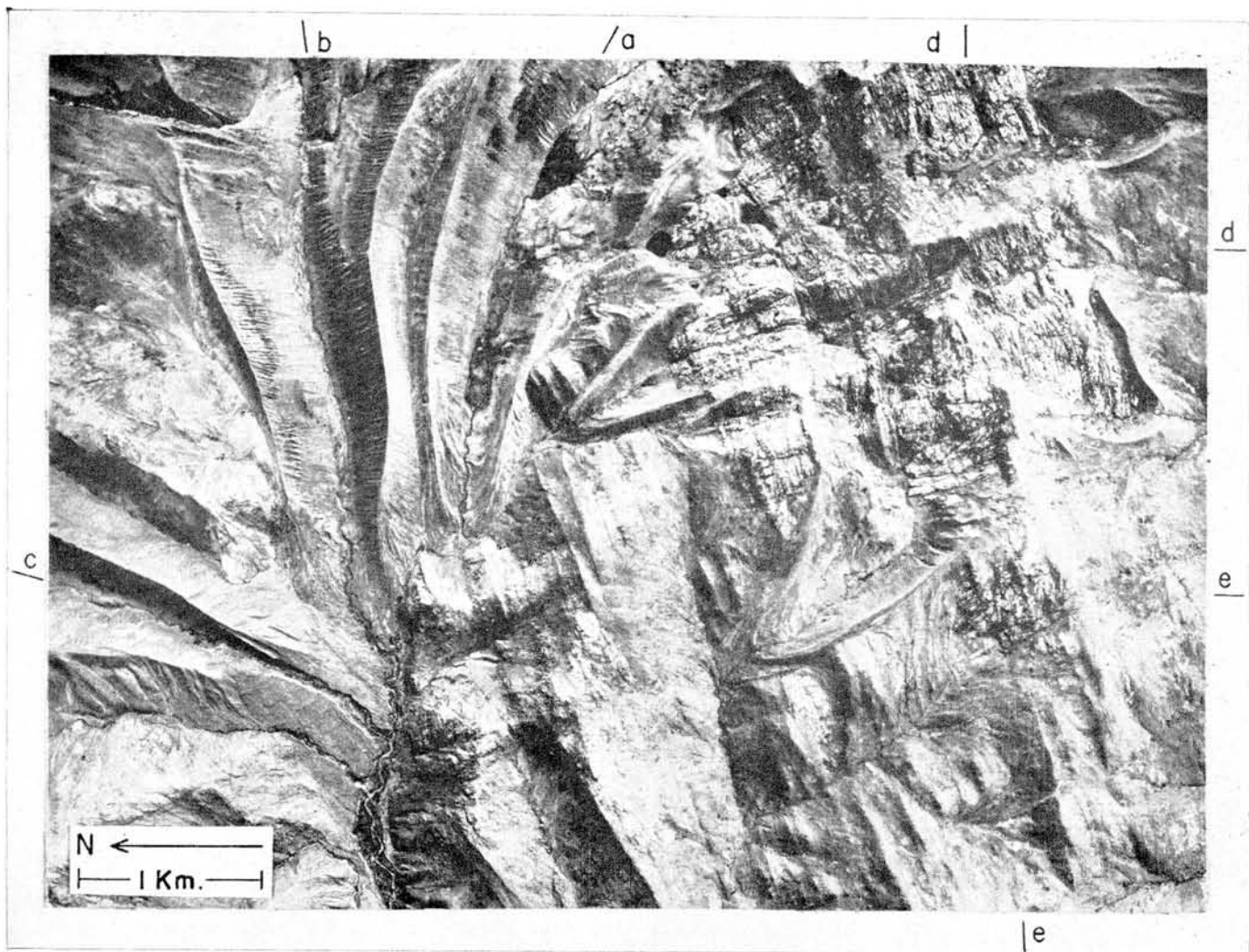


Fig. 5.—Paisaje de morrenas del Gran Estado Mamancanaca en las cabeceras del río Mamancanaca. Confluencia de tres grandes morrenas por donde antiguamente bajaron lenguas de glaciares según lo indican las flechas a, b, y c.

En la parte frontal de las lenguas, el material morrénico gradualmente se transforma en una serie fluvioglacial, especialmente notable en la lengua c. Las estrías parabólicas en la morrena frontal de la lengua "a" son testigos del retiro gradual del hielo.

El casquete de hielo que cubría el cerro Kraus se movía desde el punto más alto (flechas d-d), centrífugamente hacia abajo avanzando con más rapidez en unas direcciones que en otras. De tal manera se desarrollaron en la margen del casquete cuatro protuberancias o lenguas que formaron: las cuatro morrenas que descienden en las direcciones NNW, NW, SW y S respectivamente. La erosión del hielo dejó limpio y desnudo el cerro, empujando los fragmentos hacia afuera. Otro centro desnudo se ve donde se intersectan las flechas e-e y también de aquí desciende una morrena en forma de lengua hacia el NW.

El terreno al NW y al W de este cerro e-e está ligeramente cubierto de material de morrena de fondo más antiguo (Pre-Mamancanaca). A pesar de esta cobertura se nota que la dirección de diques paleozoicos (o triásicos) es de WSW al ENE.

donde ciertamente debieran también estar presentes si se supone que fueron formados después del retiro de los hielos mamancanaquenses. Los depósitos eólicos mamancanaquenses son en todo caso más modernos que las morrenas de fondo que ellos cubren, y esta condición hace que las últimas no sean bien accesibles al estudio. La posición topográfica más baja de estas morrenas, en relación con las mamancanaquenses, obliga a concluir que son más viejas. Pero existe también otro indicio para argüir que se trata en esta región de una topografía más antigua que la del Estado Mamancanaca. En las cabeceras del río Aduriameina existe un valle en forma de una U abierta, vestigio de un antiguo valle glacial que principia al norte del Cerro Cuenet y que desciende hacia el occidente. Al norte del Cerro Stutzer, en vez de bajar hacia el río Mamancanaca, continúa en dirección W o WSW para terminar a una distancia de unos 3 km al sur del C. Acosta. Tiene dos interrupciones (al norte del Cerro Stutzer y al sureste del Cerro Acosta) que se pueden explicar por los efectos destructores de la erosión más moderna. No obstante esto, se trata de un solo valle glacial, largo y antiguo. Hacia arriba, este valle no continúa porque las morrenas que descienden de los dos complejos Arjona-Kraus por un lado y las del Cerro Cuenet por otro, obstruyen su continuación hacia arriba. Estas morrenas (mamancanaquenses) son entonces más modernas y el discutido valle glacial debe por consiguiente ser premamancanaquense. Es de interés anotar que el antiguo río que descendía por este valle glacial fue decapitado dos veces por corrientes perpendiculares a la dirección del valle. Una decapitación se puede observar al SE del Cerro Acosta producida por la quebrada que baja hacia el SE para unirse con el río Cuturataca; la otra está al norte del C. Stutzer. La parte del río Aduriameina al oriente de esta localidad es el viejo curso, en cambio la parte que desciende hacia el NW en el R. Mamancanaca es causa de la decapitación más moderna. Esta decapitación debe haberse producido durante una fase de erosión entre los estados glaciales de Mamancanaca y el Premamancanaca (o Aduriameina).

## VII. Las diferentes glaciaciones de la Sierra Nevada

Mencionamos más arriba el hecho de que en la Sierra Nevada de Santa Marta pueden distinguirse tres estados de glaciaciones: el bolivariano, el Mamancanaca y el premamancanaca que podemos llamar más explícitamente Aduriameina. Los primeros dos estados se pueden subdividir en varias fases, reflejadas en las morrenas, cuando el hielo avanzó algo y luego retrocedió.

La misma posición de las morrenas terminales nos permite reconstruir la extensión aproximada de los hielos durante estos estados. Estos se han hecho en las figuras 7 y 8; para facilitar comparaciones presentamos en la misma escala la extensión

de los glaciares actuales (fig. 6). Indicamos también las cuchillas divisorias entre circos actuales y antiguos, las direcciones de las corrientes de hielo y los más importantes valles glaciales en la figura 8.

Las superficies cubiertas por las máximas glaciaciones y sus proporciones relativas están reunidas en la siguiente tabla:

Glaciaciones	Superficie <sup>6</sup>	Proporciones comparativas	
Reciente	39 km <sup>2</sup>	1	0,37
Bolívar	105 km <sup>2</sup>	2,7	1
Mamancanaca	856 km <sup>2</sup>	22	8,15
Aduriameina	?		

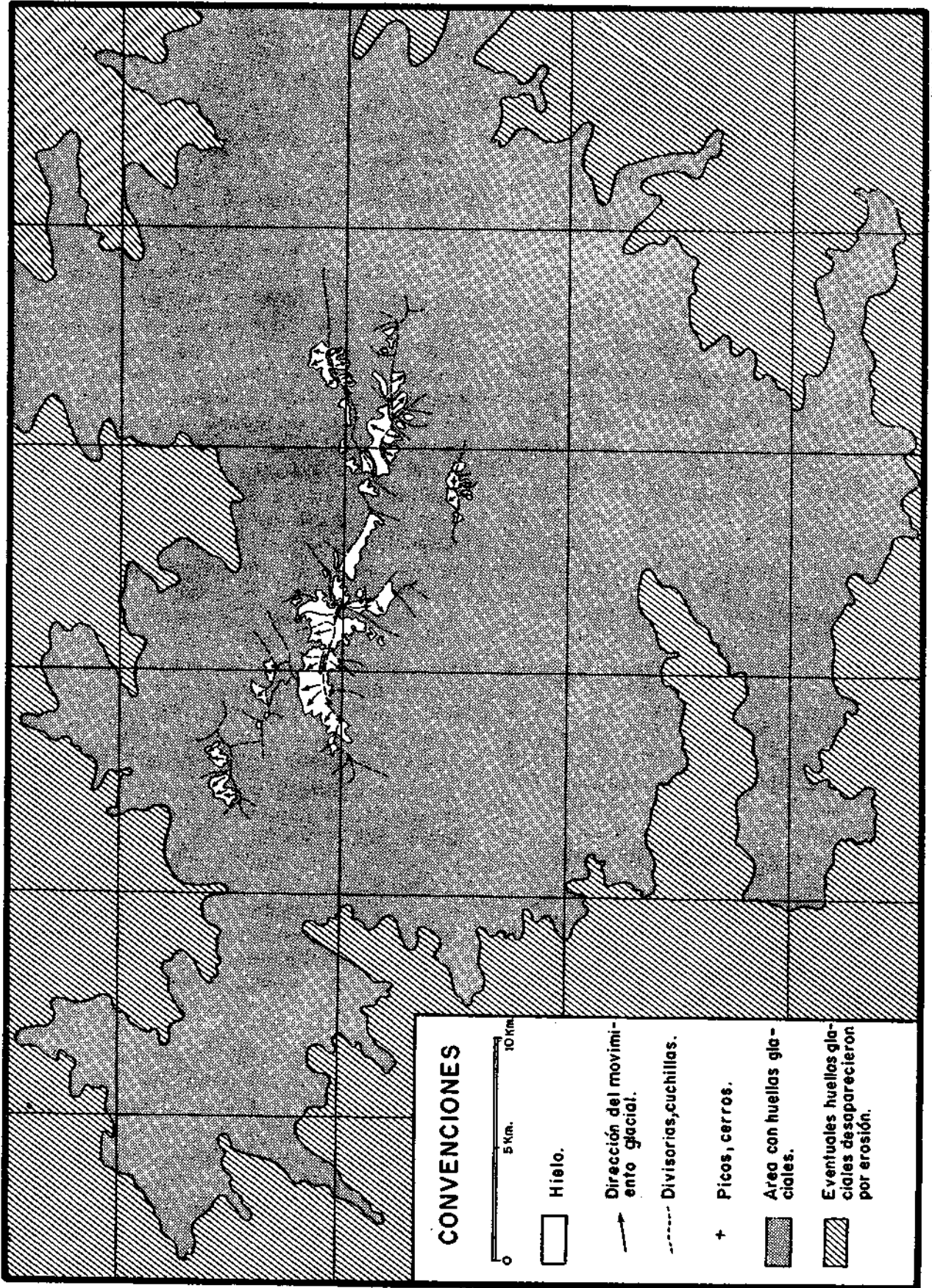
Acerca de la cronología de los estados de glaciación, ningún dato exacto puede darse por el momento y sólo podemos presentar algunas consideraciones especulativas. Parece bastante seguro que las morrenas bolivarianas son modernas.

Las del estado Mamancanaca ya podrían pertenecer al Pleistoceno por su magnitud y grande extensión. Los depósitos eólicos alrededor de ellos también podrían indicar una edad pleistocena, por su conexión con condiciones climatológicas más rigurosas que las de los tiempos modernos. La fuerte erosión glacial del terreno causada por los hielos mamancanaquenses podría también apoyar esta conclusión. El recubrimiento sumamente escaso con materiales glaciales de la zona entre las morrenas Mamancanaca y las bolivarianas indica un rápido retiro de los glaciares sobre una apreciable distancia. Es muy probable que los glaciares desaparecieron completamente entre los estados Mamancanaca-Bolívar o que se redujeron a una extensión menor que los glaciares actuales. Según estas sugerencias, sería justificado suponer que las morrenas del período Mamancanaca son pleistocenas, es decir, würmianas, para hablar en términos internacionales.

Por otra parte, se conocen en Europa y Norteamérica varios importantes estados de glaciación después del último Würmiano propiamente dicho, estados que varios autores en su conjunto llamaron "La glaciación final", aunque es muy dudoso que se trate de un verdadero período de glaciación comparable a los pleistocenos (Würm, Riss, etc.). En todo caso, prácticamente no habrá campo para colocar todos estos estados en retroceso en el conjunto de fenómenos de glaciación de la Sierra Nevada de Santa Marta, si se atribuye una edad würmiana (es decir pleistocena) al período de Mamancanaca. Por esta razón me parece más indicado paralelizar por el momento el Mamancanaca con los estados más antiguos de las "glaciaciones finales".

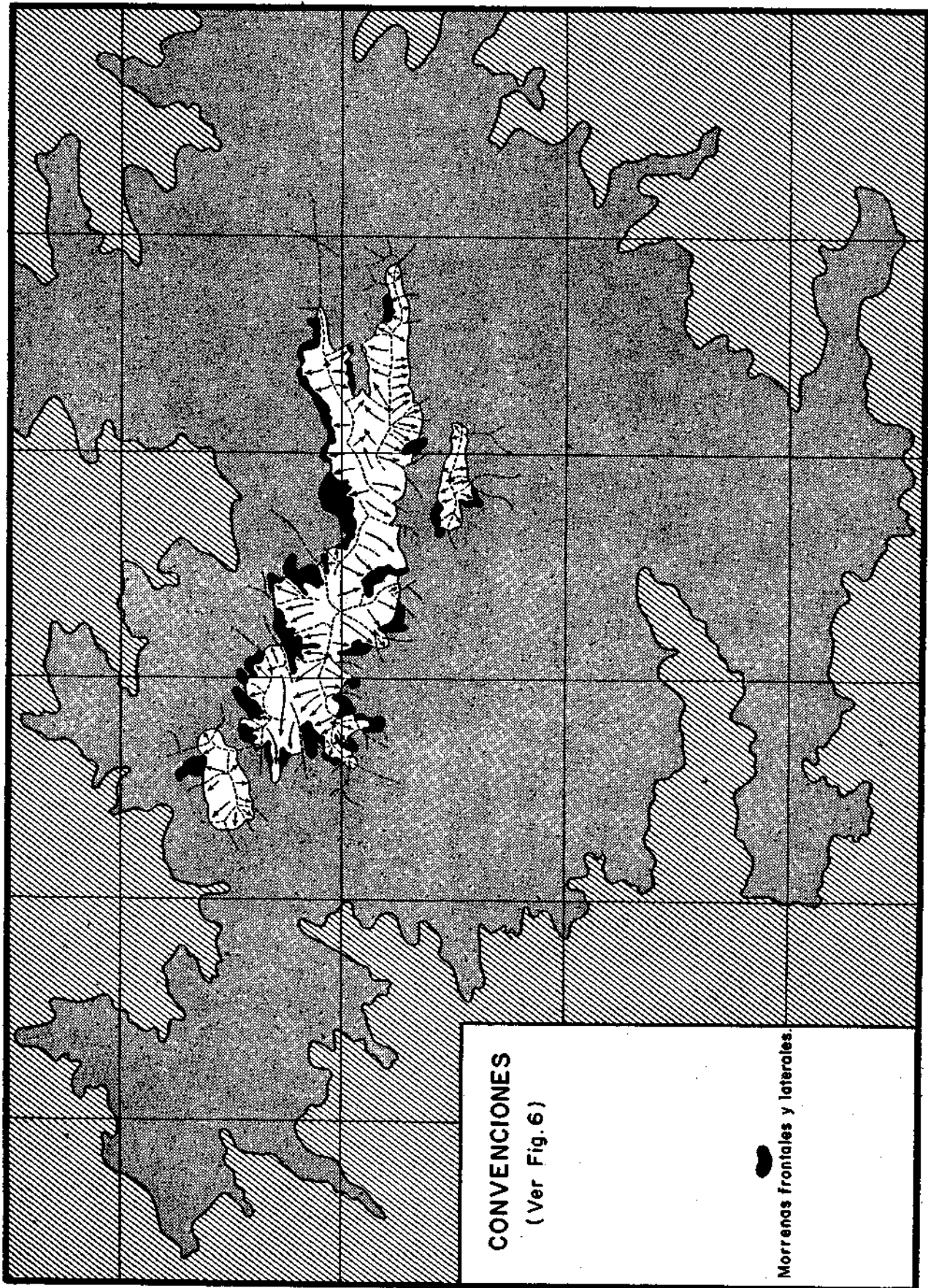
Los restos de una glaciación propiamente pleistocena, o würmiana, deberían buscarse entonces más abajo de las morrenas mamancanaquenses. Según esta interpretación, las morrenas würmianas ha-

<sup>6</sup> En proyección sobre el plano horizontal.



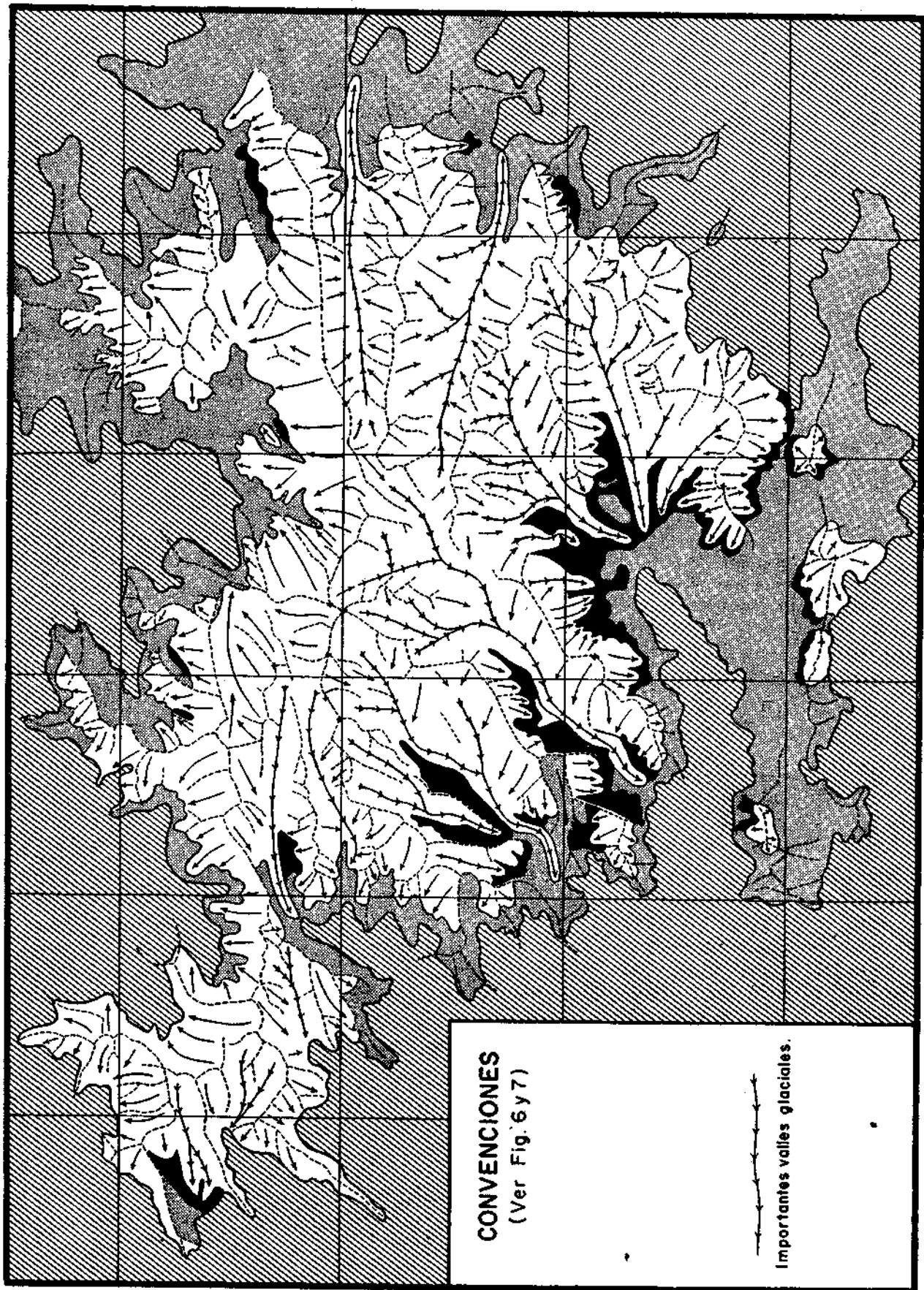
dib. J. A. C.

Fig 6.—Extensión actual del hielo en la Sierra Nevada de Santa Marta (para comparar con las figuras 7 y 8).



del. J.A.C.

Fig. 7.—Extensión máxima del hielo durante el Estado Eolivariano.



elb. U. A. C.

Fig. 8.—Extensión máxima del hielo durante el Gran Estado Mamancanaca.

brian sido destruidas en gran parte. Los pocos testigos glaciales todavía conservados del período Aduriameina, podrían entonces corresponder al Würmiano.

Como lo comprenderá el lector, el presente estudio es sólo una orientación general para reconocer la extensión y la intensidad de los vestigios glaciales, y que deben seguir estudios más detallados los cuales requerirán sin duda varios años de intensa labor. Tal empeño sólo tendrá éxito si se dispone de mapas topográficos detallados y provistos de curvas de nivel.

#### VIII. Nota sobre un reciente estudio de A. Gansser.

Al terminarse el manuscrito recibimos un importante artículo por A. Gansser: "Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta", incluido en la Bibliografía. Gansser ilustra profusamente con cartas, secciones y figuras la descripción de la geología y petrografía de la región cubierta por el mapa de Cabot.

Con referencia al presente estudio es interesante observar que dicho artículo tiene un capítulo dedicado a las glaciaciones de la Sierra Nevada, con un mapa glaciológico. También Gansser distingue tres estados de glaciación, los cuales corresponden a los nuestros. Es una feliz coincidencia que su segundo estado lo llama igualmente "Mamancanaca" por la abundancia de morrenas que caracterizan este estado en las cabeceras del río Mamancanaca. Su último estado, que corresponde a nuestro "bolivariano", lo llama *glaciación reciente hasta subreciente*. Inciertos restos de morrenas, vestigios de su glaciación más vieja, que corresponden probablemente a nuestro "Estado Aduriameina", fueron encontrados por Gansser en el río Cuturataca, al sur y sureste del Cerro Stutzer (e4). Observó también arriba de los 3.000 metros el carácter glacial de varios valles, que él conecta también con el estado más antiguo.

Abajo de los 3.000 metros comprobó un aumento de las gradientes de los ríos y es aparente que esta peculiaridad corresponde al límite de intensa erosión fluvial que está ascendiendo desde el nivel del mar (línea roja en nuestro mapa glaciológico), límite, cuya altura media es de 3.000 metros aproximadamente.

Gansser opina que no se trata de varias glaciaciones independientes, separadas por períodos interglaciales, sino de fases de retroceso de una glaciación principal, que sería la última, es decir würmiana. No halló restos que indican la presencia de glaciaciones más antiguas (Riss, etc.). Estos resultados concordan con los nuestros.

Gansser explica la ausencia de las glaciaciones pre-würmianas en Colombia con la suposición de que el macizo de la Sierra Nevada de S. M. y en general las otras cordilleras colombianas no fueron levantadas hasta el nivel de la neviza sino después de la penúltima glaciación pleistocena (Riss).

Esta idea nos parece de importancia trascendental y su eventual comprobación en el futuro tendrá consecuencias de mucho alcance para la tectónica y la geología cuaternaria de estas latitudes tropicales.

#### Agradecimientos.

El autor quiere expresar sus agradecimientos a las siguientes personas:

A Erwin Kraus por prestar su entusiasta colaboración que permitió completar la nomenclatura del mapa; por las descripciones que nos hizo de las regiones visitadas por él y por haber puesto generosamente a nuestra disposición una selección de su extenso archivo de excelentes fotografías, del cual escogimos once para ilustrar este artículo con varios fenómenos de interés glaciológico.

Al Dr. Enrique Hubach, Director del Instituto Geológico Nacional, por las numerosas sugerencias que mejoraron la redacción del artículo y por haber autorizado su publicación en esta revista.

A Antonio Tomic por la estrecha y constante colaboración prestada en todas las fases de la preparación de este estudio, tanto del texto, como de las figuras y del mapa.

#### BIBLIOGRAFIA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

- Acosta, Joaquín, "Sur le Géologie de la Sierra Tairona (Nouv. Grenade)", (carta a Elie de Beaumont) Bull. Soc. Géol. France.; T. 9, Ser. 2, pp 390-399, Plancha, 1851.
- Acosta, Joaquín, "Sur la Sierra Nevada de Sainte Marthe, formée par les terrains primitifs" Bull. Soc. Géol. de France. Vol. 9, Paris 1852.
- Bergt, Walter, "Beitrag zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta und der Sierra de Perijá in der Republik Columbia in Suedamerika". Inaugural Dissertation (Univ. Leipzig), Alfred Hoelder, Wien, pp. 271-336, 1888. También en Tschermaks min. u. petr. Mitt., 10, N° 4-5, Wien. 1888.
- Brettes, Joseph de, "Chez les Indiens du Nord de la Colombie", Le Tour du Monde, vol. IV, 1898.
- Brettes, Joseph de, "Les Indiens Arhuagues-Kaggabas". Bull. de la Soc. d'Antropol., Paris, 1902.
- Cabot, Thomas D., "Mountains of the Caribbean", Appalachia, Boston, Vol. 18 pp. 17-22, 1930.
- Cabot, Thomas D., "Sierra Nevada de Santa Marta", Appalachia, Boston, Vol. 22, N° 87, Jun., pp. 309-314, 1939.
- Cabot Thomas D., "The Cabot Expedition to the Sierra Nevada de Santa Marta of Colombia", Geog. Rev., Vol. 29, N° 4, Oct., pp. 587-621. Map. by Wood, Walter A., 2 "Geologic and Physiographic Notes", by Notestein Frank B., 1939.
- Caracristi, M. C. F. Z., "Una excursión a la Sierra Nevada", Anal. Ing., Vol. 7, N° 81, Sep., pp. 269-271, 1894.
- Calderón, Rafael, "La Sierra Nevada de Santa Marta", Corr. Aldeas, Ser. 1, N° 3; Ago.; pp. 28-42; N° 4; Ago., pp. 56-59; N° 5, Ago., pp. 70-73, 1887.
- Cornette, A., "Extraits de différentes lettres adressées a M. Deshayes par le pere Cornette, de la compagnie de Jesús", Bull. Soc. Géol. France, T. 9, Deuxieme Série, pp. 509-560.
- Cuénet, G. H., "Excursión del Dr. G. H. Cuénet a la Sierra Nevada de Santa Marta". Vínculo, N° 34, Marzo 1951 (Órgano de la Cía. Colombiana de Petróleo El Cóndor y de la Cía. de Petróleo Shell de Colombia. Excursión 21 enero — 7 febrero 1951; Erwin Kraus y Raymond Grlière; Guardián, Simón Bolívar).

- Flye, Orlando L.**, "Mis impresiones de la Sierra Nevada de Santa Marta", Pan. N° 3, Oct., pp. 27-31 (tomado de "El Estado", N° 2548), 1935.
- Gansser, August**, "Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta", Bull. suisse de Minéralogie et Pétrographie, Bd 35, H 2, 1955, pp. 209-279.
- Gerth, Heinrich**, "Der Geologische Bau der suedamerikanischen Kordillere", Gebrueder Borntraeger, Berlin, 1955. La Sierra Nevada de S. M. en pág. 153, no se refiere a las glaciaciones.
- Gómez Picón, Rafael**, "Visión de la Sierra Tayrona", Bol. Soc. Geog. Colom., Vol. 8, N° 2, Dic., pp. 180-184, Fotos, 1948.
- Grière, Raymond**, "La Sierra Nevada de Santa Marta". Alpinisme, printemps 1952 (179, rue de Pompe, Paris XVI<sup>e</sup>), N° 99, pp. 17-24; un mapa con las rutas de Kraus-Cabot, Cuénet-Perret, Cuénet-Grière-Kraus; seis fotografías, buena historia de todas las excursiones.
- Guhl, Ernesto**, "La Sierra Nevada de Santa Marta", Rev. Acad. Colom. Cienc. Exact. Fis. Nat. Vol. 8, N° 29, Nov., pp. 111-122, Planchas, Lámina, 1950.
- Hall, H. S.**, "Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia", Can. Alp. Jour. Vol. 31, N° 12, Dic., pp. 2171-2192, Figs., 1947.
- Hettner, Alfred**, "Die Sierra Nevada von Santa Marta", Peterm. Mitt., Vol. 21, pp. 92-97, 1885.
- Hubach, Enrique**, "La Sierra Nevada de los Taironas", Pan, N° 3, Oct., pp. 1-14. Fotos, 1935.
- Karsten, Hermann**, "Geognostische Bemerkungen ueber die Nordkueste Neu-Granadas, insbesondere ueber die sogenannten Vulkane von Turbaco und Zamba", Zeitschr. D. Geol. Gesells., Band 4, Heft 3, May-Jul., 1952.
- Karsten, Hermann**, "Ueber die geognostischen Verhaeltnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu Granada und Ecuador", Lith. u. ged. i.k.k. Hof u. Staatsdruckerei, Wien, 1856.
- Kraus, Erwin**, "Ascenso a la Sierra Nevada de Santa Marta", Pan, N° 31, Jun. 26, 1939.
- Oppenheim, Victor**, "Geología del Departamento del Magdalena", Compl. de los Estudios geol. ofic. en Colombia, Tomo 5, Bogotá, 1942.
- Raymond, Edouard**, "Informe sobre una misión geológica en los departamentos del Magdalena y Atlántico", Comp. de los Estudios geol. ofic. en Colombia, Tomos 5 y 6, Bogotá, 1942.
- Reclus, Elisée**, "Voyage a la Sierra-Nevada de Sainte-Marthe", Librairie Hachette et Cie., Paris, 338, 21 gravures, 1 carte. 1881.
- Rosales José Miguel**, "Geografía Económica de la Sierra Nevada de Santa Marta", Bol. Soc. Geogr. Colom., Año 1, N° 2, 1934.
- Schenck, Friedrich von**, "Reisen in Antioquia im Jahre 1880". Peterm. Mitt. Band 29, Heft 3, pp. 81-93; Heft 6, pp. 213-220; Heft 12, pp. 441-453, Maps, 1883.
- Seifritz, William**, "The Sierra Nevada de Santa Marta. An ascent from the North", Geogr. Rev., Vol. 24, N° 3, pp. 478-485, 1934.
- Seifritz, William**, "Die Höhenstufen der Vegetation in der Sierra Nevada de Santa Marta", Bot. Jahrb., Vol. 68, 1937.
- Sievers, Wilhelm**, "Die Sierra Nevada de Santa Marta", Leipzig, 1887.
- Sievers, Wilhelm**, "Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá". Zeitschr. Gesellsch. fuer Erdkunde, Bd 23, Berlin, 1888.
- Sievers, Wilhelm**, "Erlaeuterungen zur geognostischen Karte der Sierra Nevada de Santa Marta", Zeits. Gesell. Erdk. Ber. N° 137, Oct., Map. Taf., 1888.
- Simons, F. A. A.**, "Notes on the topography of the Sierra Nevada de Santa Marta, U. S. of Colombia", Royal Geog. Soc. Proc. Vol. 1, N° 11, Nov., pp. 689-723, Mapa, 1881.
- Simons, F. A. A.**, "On the Sierra Nevada de Santa Marta and its Watershed (State of Magdalena, U. S. of Colombia)", Vol. 3, N° 12, Dic., pp. 705-723, Mapa, 1881.
- Taylor, Griffith**, "Settlement zones of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia", Geog. Rev., Vol. 21, N° 3, pp. 539-558, Figs., 1931.
- Thevernin, Ernest**, "Proyecto de exploración a la Sierra Nevada de Santa Marta, con fines prácticos", Revista de Industrias, Bogotá, Vol. 1, N° 7, Dic., pp. 230-233. Mapa, 1924.
- Vinales, José de**, "La Sierra Nevada de Santa Marta. Etnografía de los Bintukuas", Colombia, A. 1, Nos. 1-2 Ene-Feb., pp. 66-76, Fotos, 1944.
- Vinales, José de**, "El Indio de la Sierra Nevada", Colombia, A. 1, Nos. 3-4 Mar-Abr., pp. 76-86, Fotos, 1944.
- White, Robert Blake**, "Brief notes on the Glacial Phenomena of Colombia (south America)", Scott. Geog. Mag., Vol. 15, N° 9, Sep., pp. 470-479, Fotos, 1899.
- Wollaston, A. F. R.**, "The Sierra Nevada de Santa Marta" Geog. Journ., Vol. 66, N° 2, Ago., pp. 97-111, 1925.
- Wood, Walter A.**, "Mapping the Sierra Nevada de Santa Marta; The Work of the Cabot Colombian Expedition", Geog. Rev., Vol. 31, pp. 632-639, Mapa, 1941.

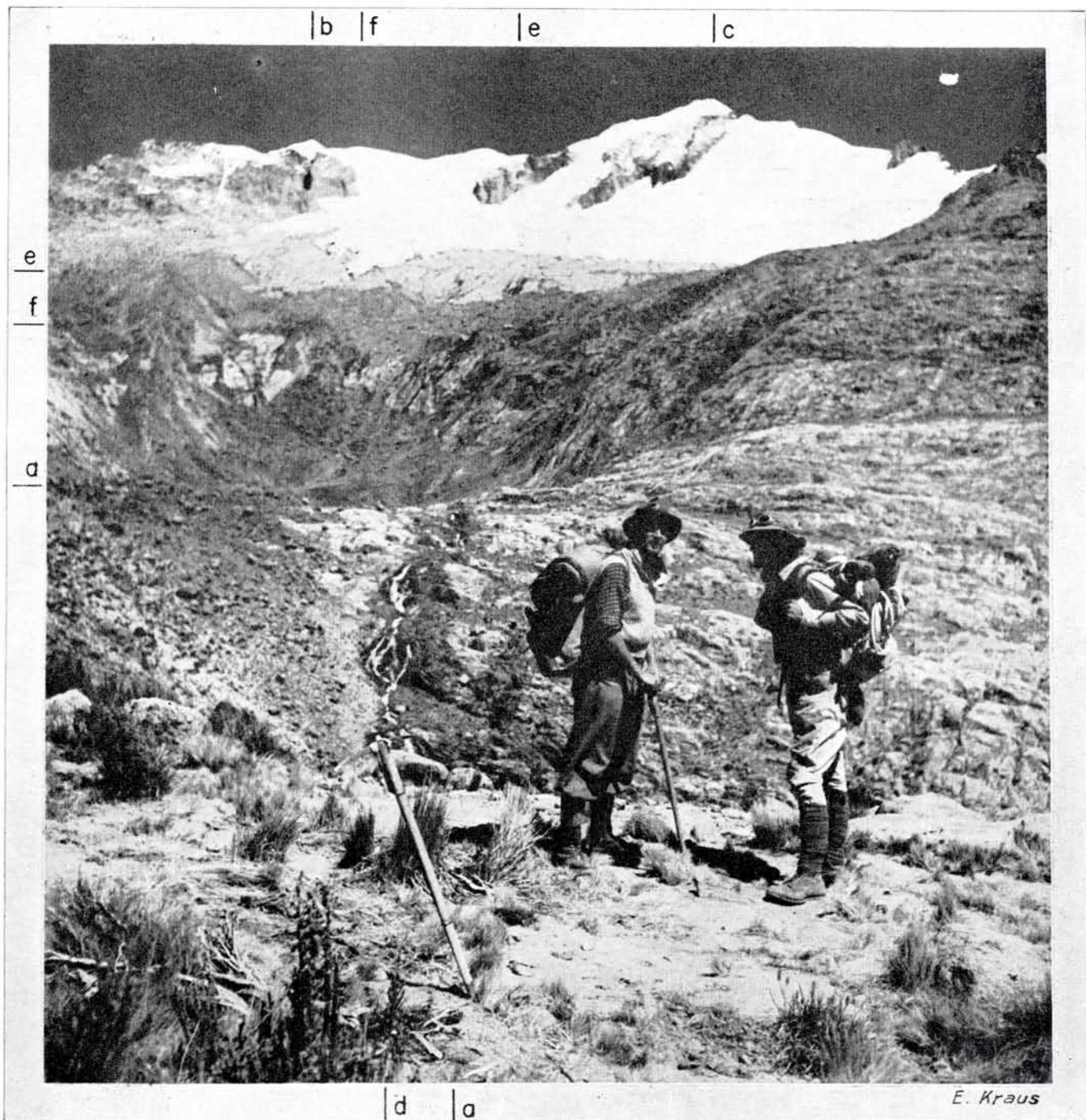


Fig. 9—(localización c4).—Fotografía tomada casi exactamente en la dirección Sur-Norte. La capa de hielo en el fondo pertenece a la vertiente meridional del Pico Bolívar, que aquí está oculto a la vista por un pico secundario (c); el Pico Santander está a la izquierda (b). Una clara olla glacial se encuentra en la intersección de las flechas a-a. El zócalo de la olla glacial esconde al observador un laguito glacial que se formó en la olla. Este laguito desagua por el torrente (d); sus aguas entran, luego de recorrer alguna distancia, en el lago del Mamo.

El movimiento de la mencionada capa de hielo formó el plano cepillado (e-e) debajo y alrededor de ella y de color claro en la fotografía. Alrededor del plano cepillado y antes de principiar la pared trasera de la marmita glacial están las morrenas frontales (f-f) depositadas por una capa análoga de hielo durante el Estado Bolívariano.



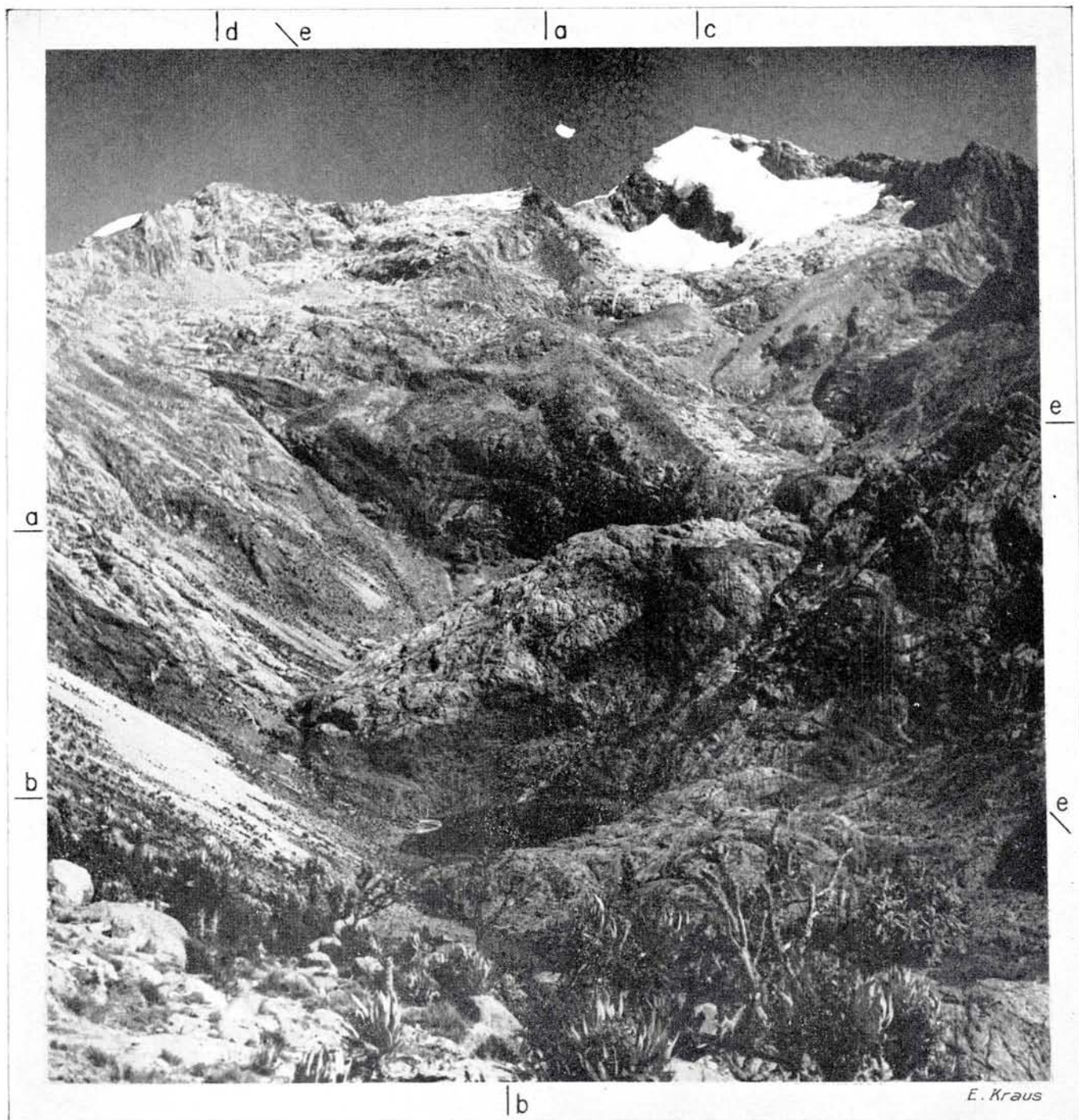
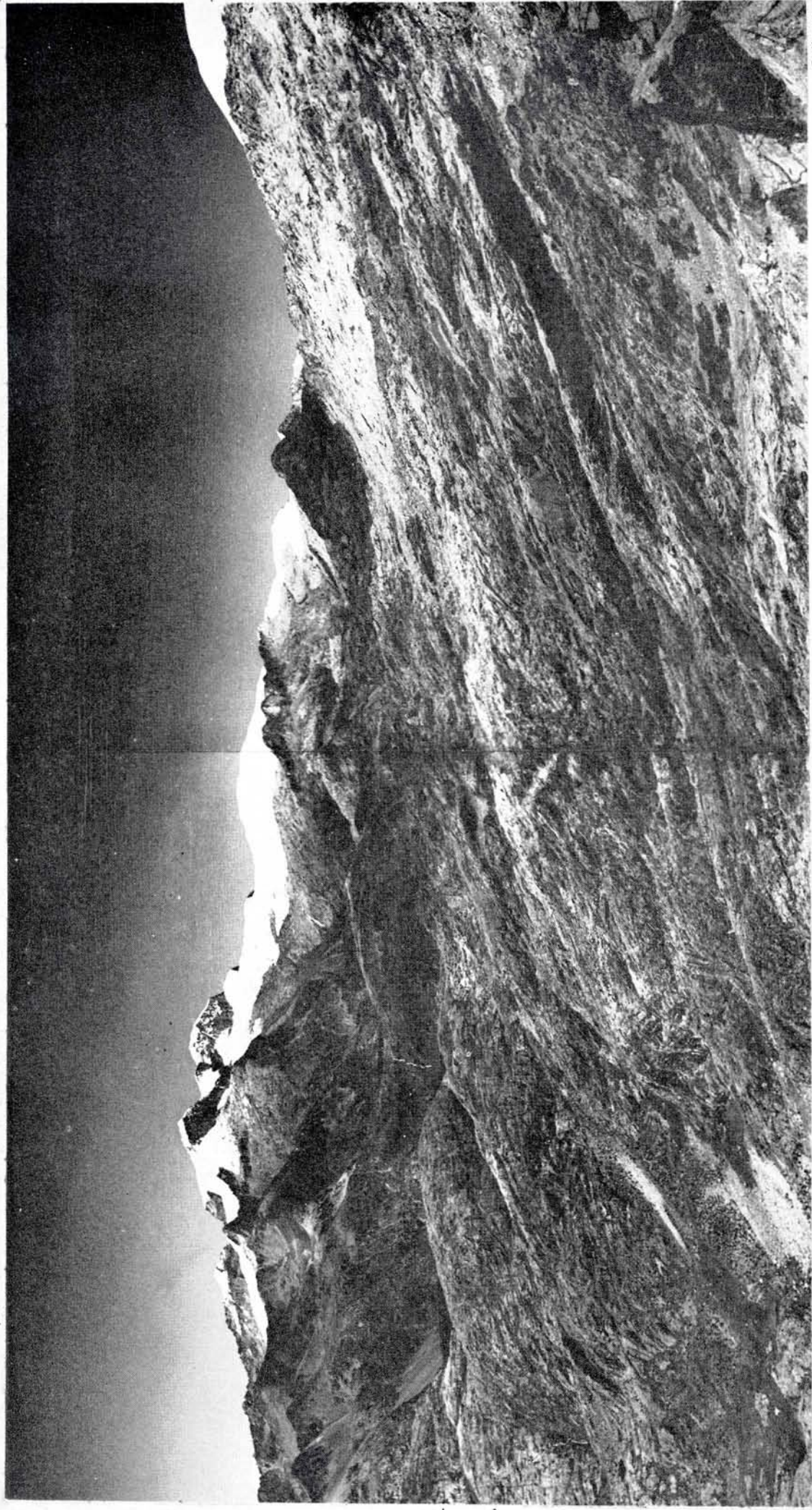


Fig. 10.—(c 4). Típico paisaje de erosión glacial con ollas glaciales (intersección de las flechas a-a y b-b). El nevado más alto es El Guardián (c); a la izquierda el Pico Tairona (d). Alrededor de El Guardián son notables las morrenas subrecientes del Estado Bolívariano (ver especialmente flechas e-e-e). Por el gran desnivel que en la fotografía aparece entre estas morrenas y las ollas glaciales es bien claro que las últimas se formaron en un período de glaciación más antiguo (Gran Estado de Mamancanaca).



Fig. 11.—(c 4). Paisaje característico dejado por la erosión glacial. El hielo excavó ollas glaciales que después de haberse retirado el hielo se llenaron de agua, formándose así los lagos glaciales. Nótese el zócalo por a-a que separa dos ollas y la pared empinada (b-b-b) detrás del segundo lago. En la depresión c-c se encuentran otros lagos formados de la misma manera, como por ejemplo, el lago del Mamo. Los neises y esquistos paleozoicos (posiblemente también prepaleozoicos) están fuertemente plegados y fallados: tales zonas se prestan especialmente para ser excavadas por los glaciares (fig. 4.).



E. Kraus

Fig. 12.—Fotografía tomada desde la estribación suroccidental del Pico Tairona (c 4). En la mitad y a la derecha un plano irregularmente cepillado. A la izquierda en el medio aparece la topografía de las ollas glaciales. Aquí se ve una parte del Lago del Mamo (a-a). Los glaciares en el fondo pertenecen al complejo Vespucio-Bolívar-C. Colón; en la extrema derecha aparece la nieve del Pico Tairona.

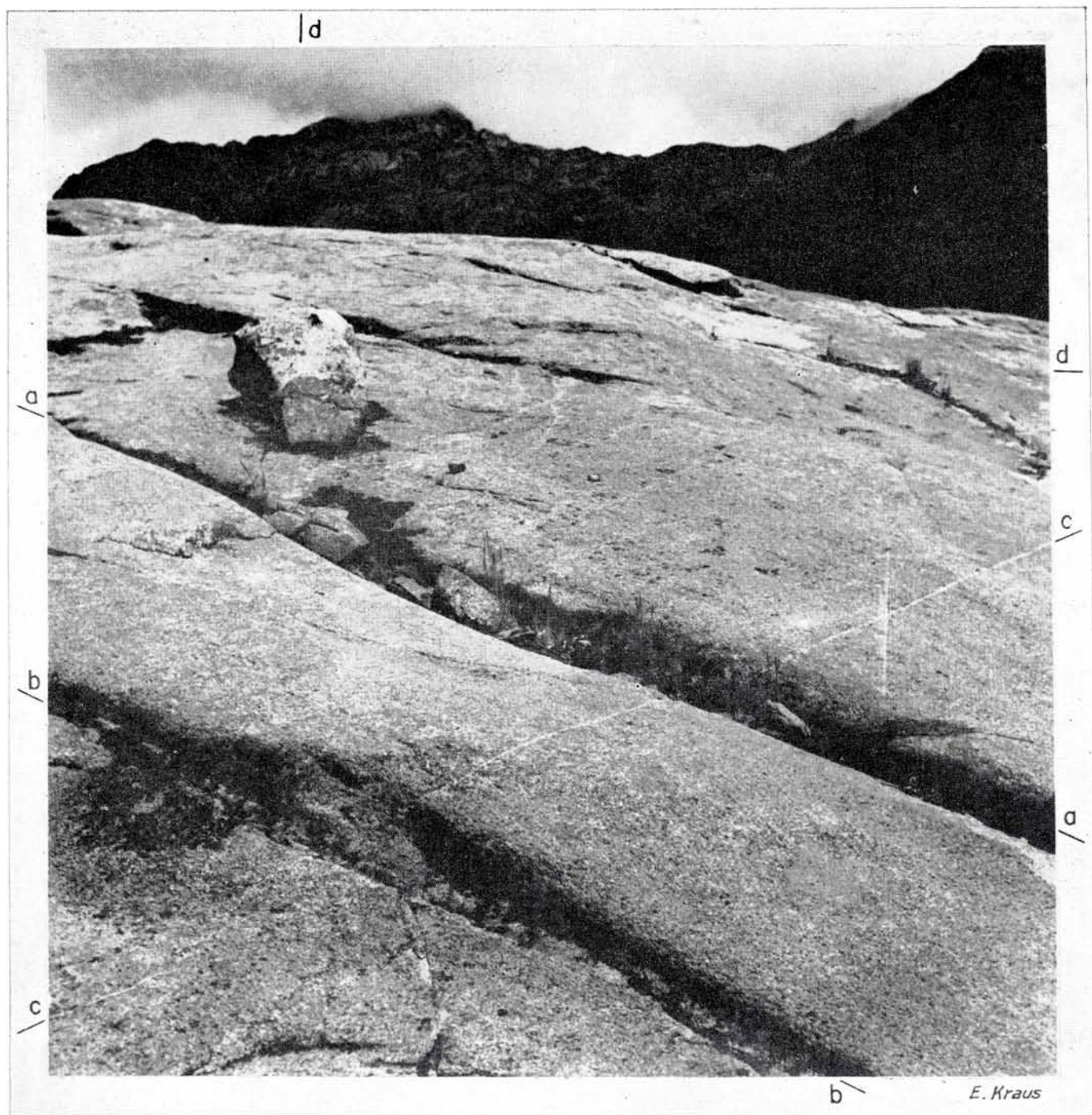


Fig. 13.—Detalle de un plano cepillado por la erosión glacial. Diaclasas por a-a, b-b y c-c; las primeras dos ensanchadas en la superficie por la acción raspadora del hielo (al obrar como un formón de carpintero); la última, una vena, es una diaclasa llenada con cuarzo y no afectada por la erosión glacial. Un solitario canto glacial en d-d.

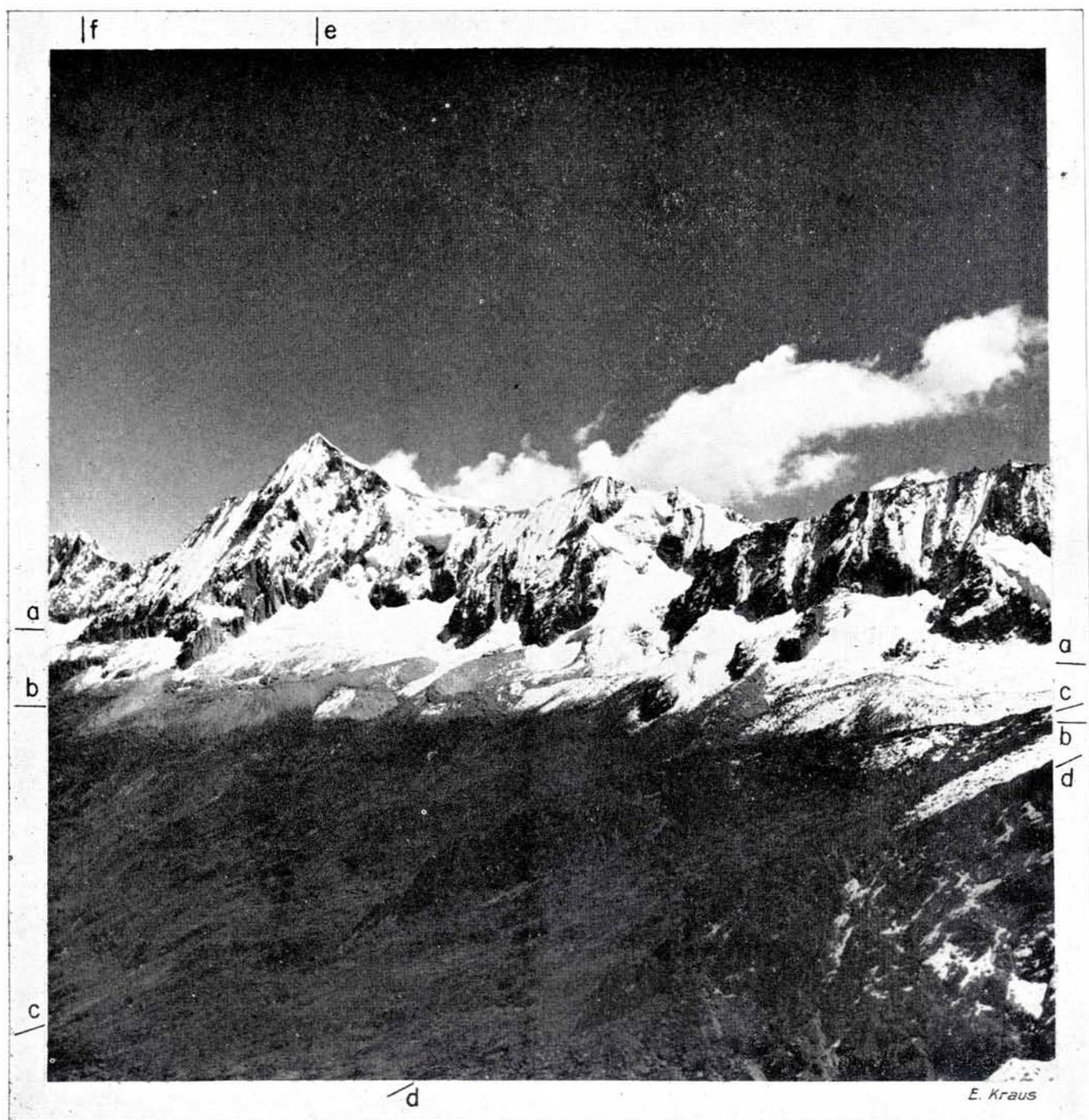


Fig. 14.— (b 4). Panorama de la cresta cuyo pico más alto forma el Ojeda. El Pico Codazzi está en la extrema izquierda de la foto. Campos de neviza y pequeños glaciares se encuentran en la empinada pared pero los más grandes están a su pie (a-a). Inmediatamente más abajo sigue una guirnalda de morrenas terminales bolivarianas (b-b). Abajo de b-b empieza la topografía de los planos cepillados en parte cubiertos por restos de morrenas. Una "costilla" puede observarse entre c-c, dividiendo la parte superior del plano cepillado en dos partes, una parte a la izquierda de c-c la otra, entre c-c y d-d.

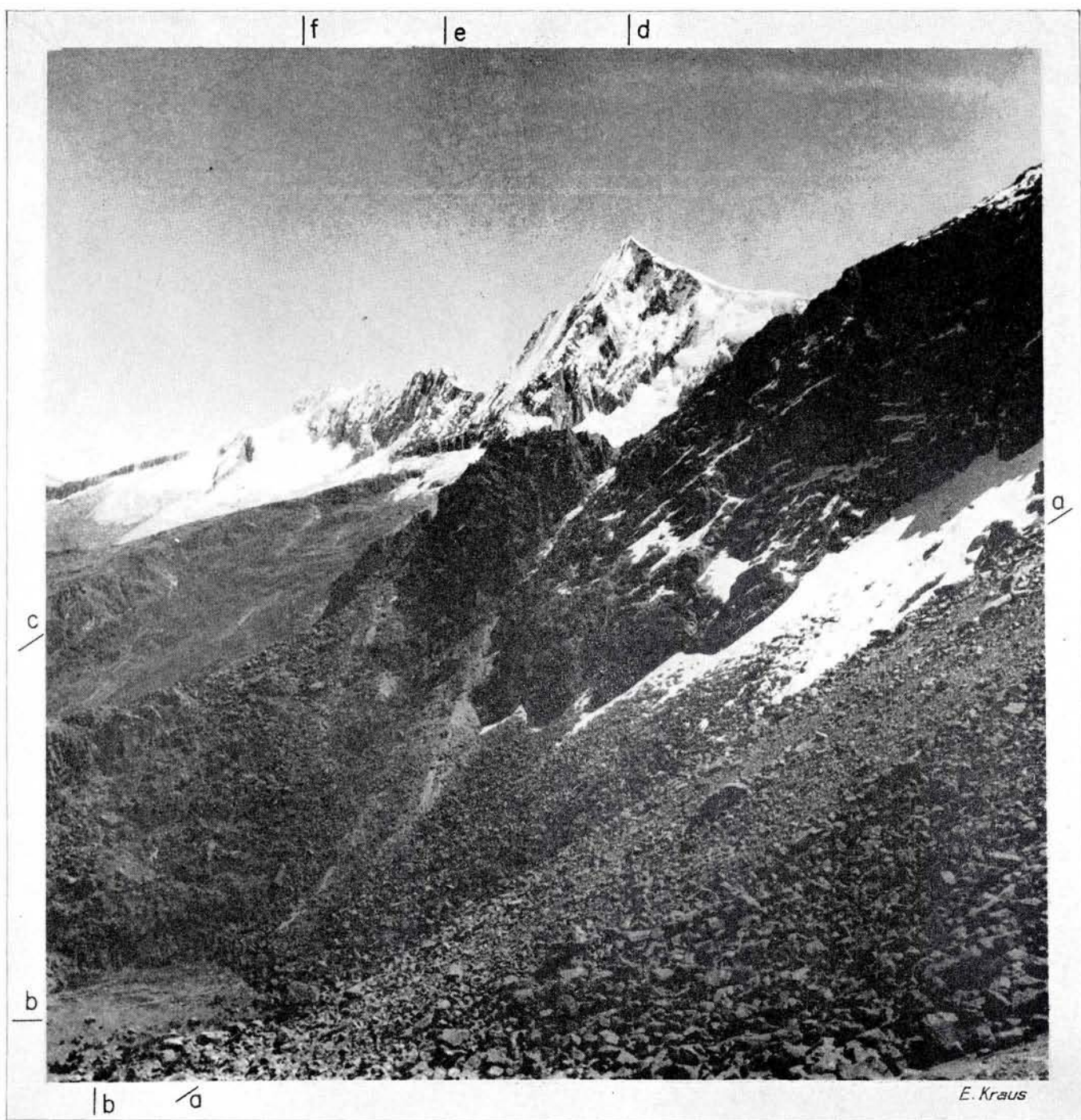
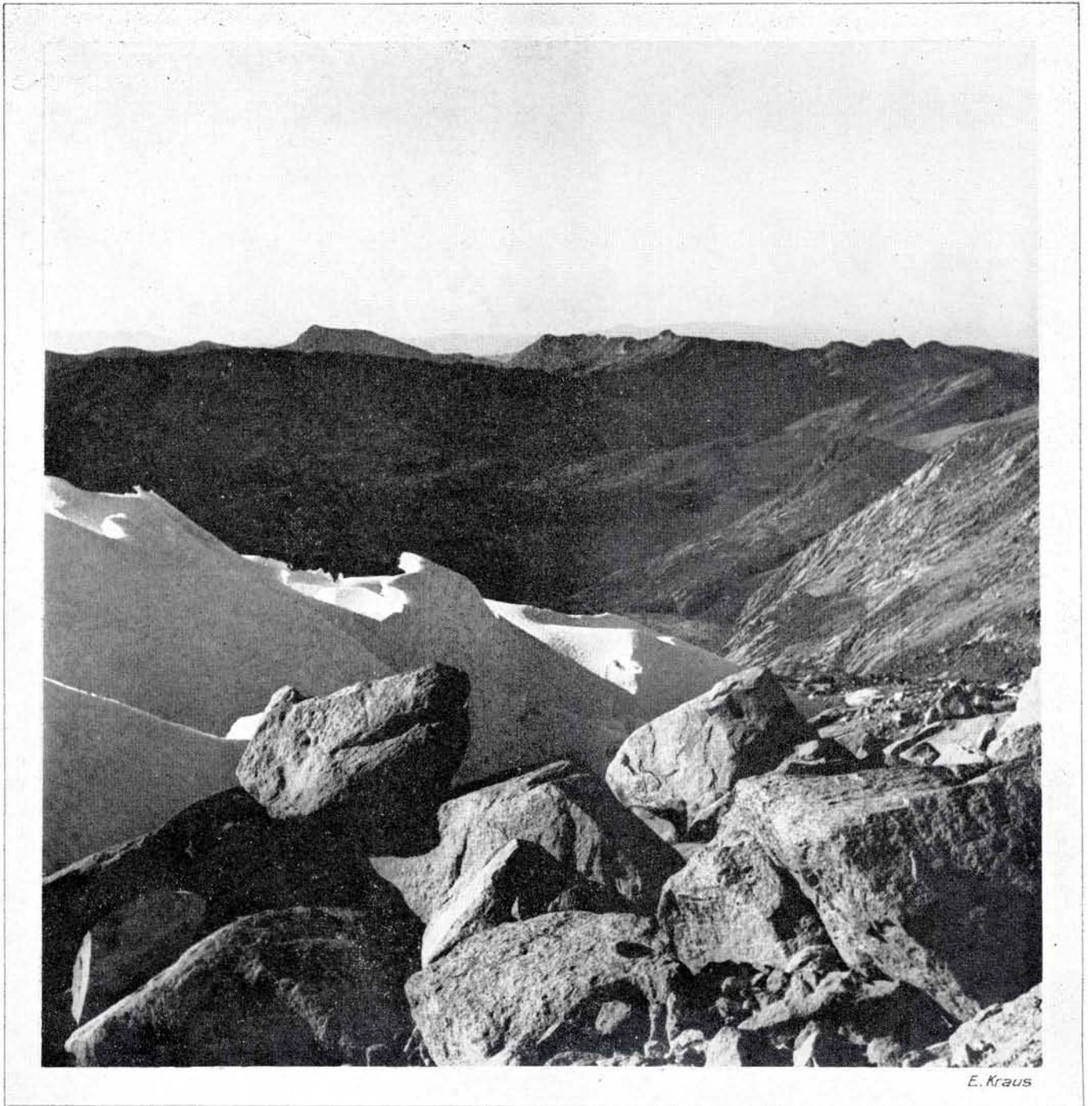
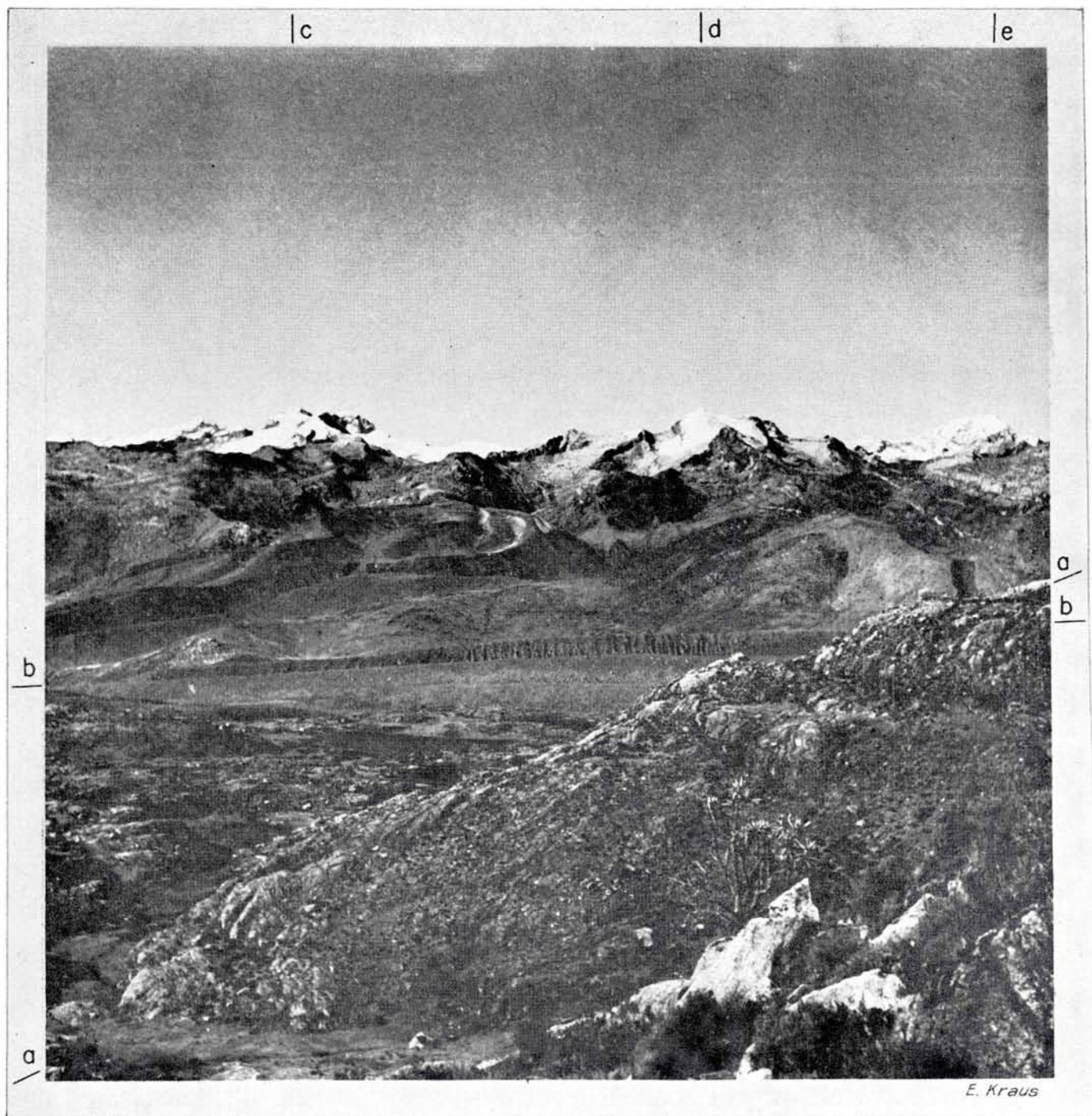


Fig. 15.—( b 4 ). Otro detalle cerca de la foto 14. Abajo del macizo rocoso en el centro de la fotografía se forman conos de piedra por descascaramiento de la roca a causa de las extremas diferencias de temperatura que pueden presentarse entre el día y la noche. Durante el día el agua penetra en las diaclasas; al congelarse durante la noche abre la roca como una cuña por el aumento de su volumen. A la derecha de a-a empieza el declive exterior de una morrena (bolivariana) de piedras traídas desde más lejos, cuyo origen es en su mayor parte también el descascaramiento. Cerca de la esquina b-b empieza la playa cerca de un laguito que está fuera de la fotografía. En la dirección c se encuentra la misma "costilla" de la fig. 14. En el fondo la importante sierra con los picos Ojeda (d), Codazzi (e) y Tulio Ospina (f).



*E. Kraus*

Fig. 16.—En el primer plano: cantos de una morrena lateral inmediatamente a la derecha del glaciar que baja del Pico Simón Bolívar. En el medio fondo el lago del Mamo, grande olla glacial llenada de agua.



E. Kraus

Fig. 17.—(d 4). Paisaje de morrenas en las cabeceras del río Mamancanaca. Fuerte erosión glacial con zonas rocosas aborregadas en el primer plano a la derecha (debajo de a-a). Topografía que una lengua glacial ha dejado al retirarse: morrena lateral por b-b; delante de b-b en la mitad izquierda de la foto se encuentran los drumlins con varios laguitos excavados en la morrena de fondo por la lengua de hielo que antiguamente corría de la derecha a la izquierda (es decir del SE al NW). La fotografía muestra en el segundo plano y detrás de la línea b-b varias otras morrenas, durante el Gran Estado Mamancanaca llenadas de lenguas de hielo que bajaban del NE al SW. En el horizonte están los nevados cuyos picos más altos son el Simón Bolívar (c), El Guardián (d) y la Reina (e).



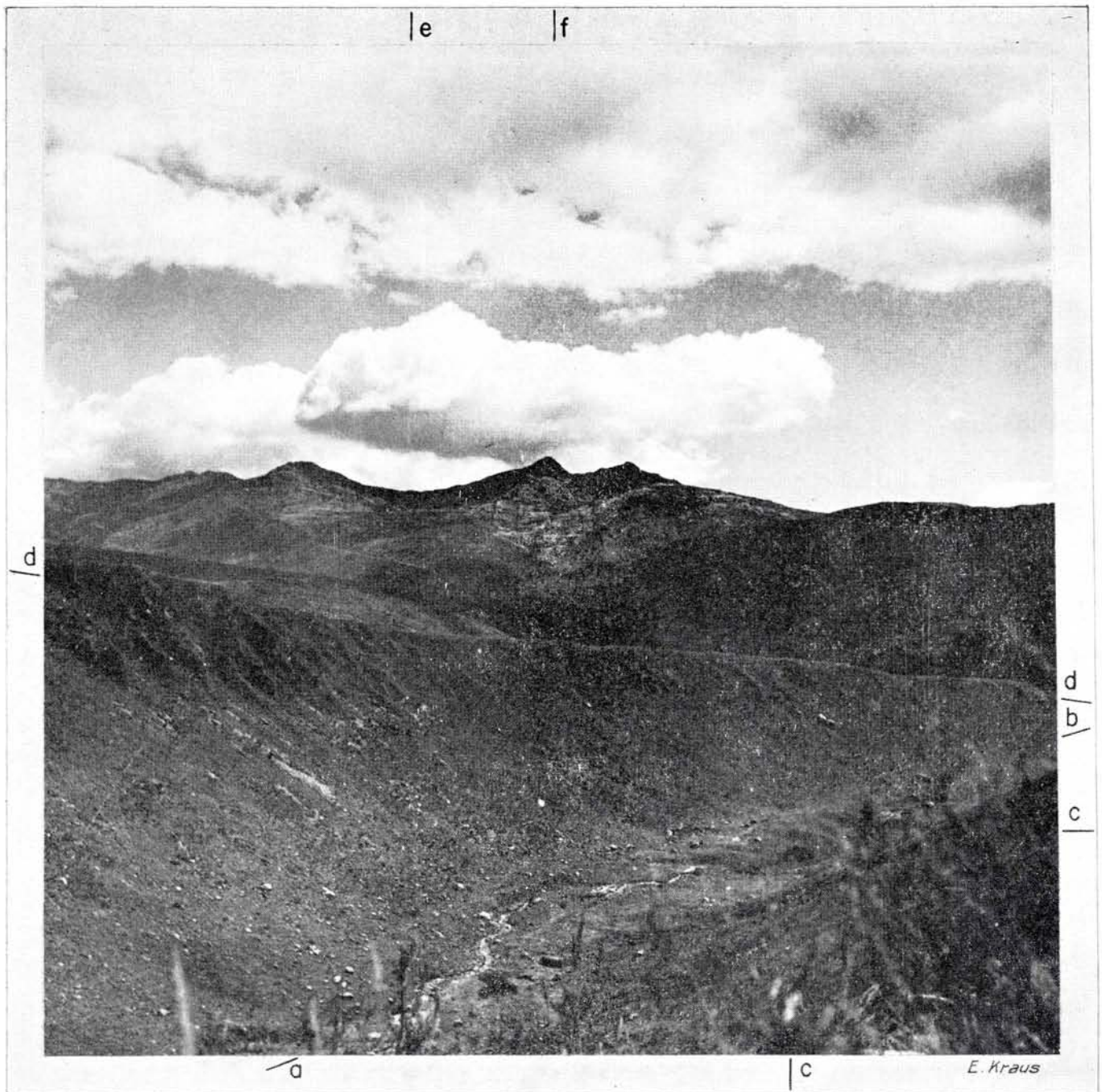


Fig. 18.—(d 4). Interior de la concavidad dejada por una lengua glacial que durante el Gran Estado Mamancanaca bajaba de a hacia b. La morrena de fondo por donde corre el torrente (a-b) formaba el lecho de la parte central del hielo desaparecido. Algunos pequeños montículos, por ejemplo c-c, en esta zona son probablemente los depósitos aluviales de un torrente sub-glacial, es decir que corría antiguamente dentro de la lengua glacial cuando éste todavía existía ("esker").

Por d-d va la morrena lateral izquierda; un fragmento de la morrena lateral derecha se ve en la margen derecha inferior de la foto. Detrás de la línea d-d se pueden observar otras morrenas. En el horizonte, el paso de Bella Vista (e) y el Cerro Kraus (f) con las rocas en sus vertientes desnudas por erosión glacial.

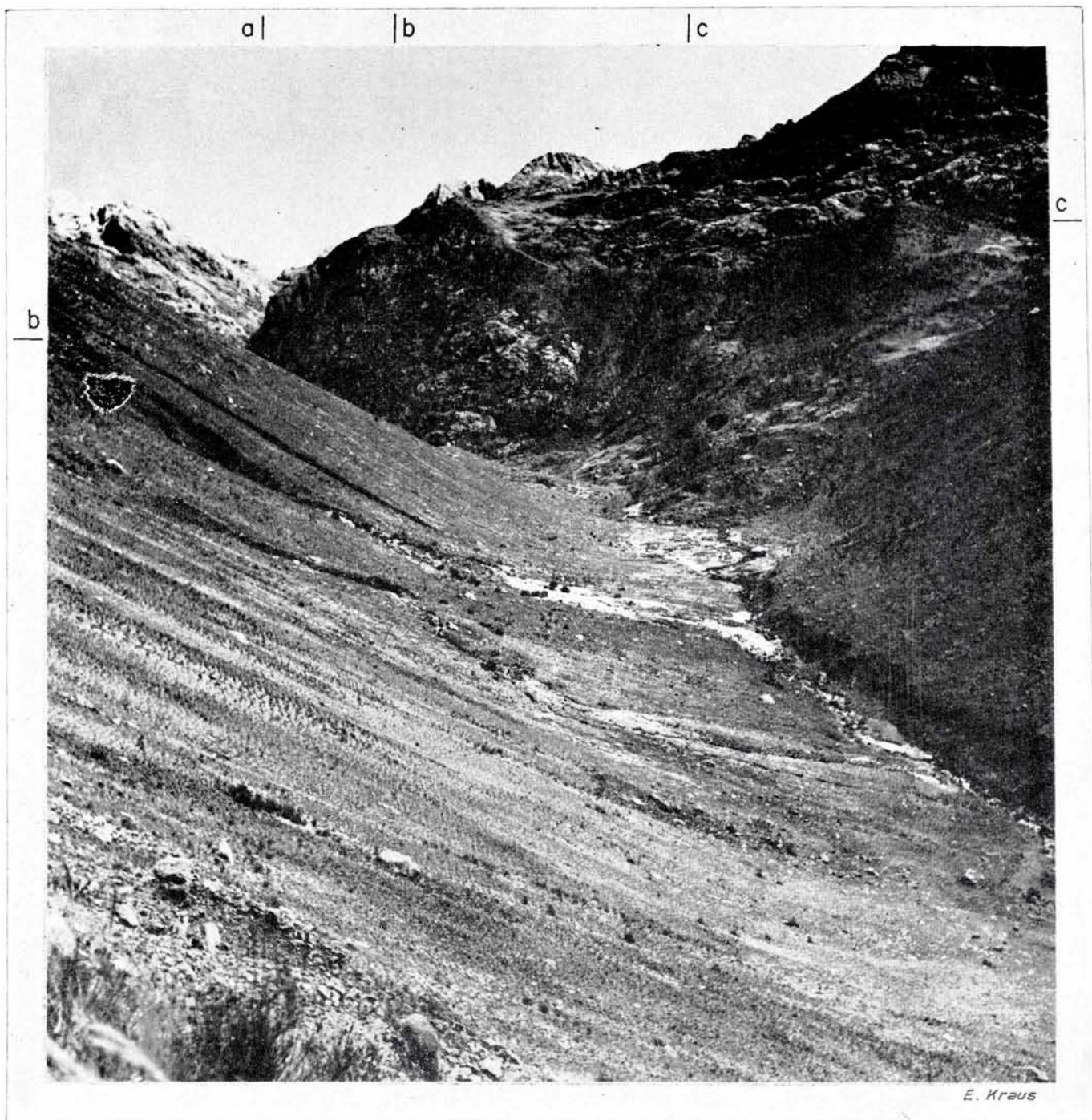


Fig. 19.—Vista contra la parte superior de una morrena en forma de lengua (d 4). La parte central del glaciar la ocupa ahora el riachuelo a ambos lados del cual está la morrena de fondo que se transforma en morrenas laterales. El glaciar venía del valle "a" haciendo una pequeña curva alrededor del promontorio b-b, erosionando y puliendo su vertiente. Después de dar la curva el antiguo glaciar principió a formar la morrena. Las rocas aborregadas alrededor de c-c fueron el centro de un pequeño casquete de hielo, situado en el extremo occidental del Cerro Laverde. (Ver mapa. esquina NE de d 4). Las morrenas depositadas por este casquete son bien visibles y se encuentran a un nivel bastante más elevado que las de la lengua glacial. Esta diferencia puede explicarse a base de la pequeñez del casquete. Todas las morrenas son del Gran Estado Mamancanaca.



Copia del retrato de Don José Celestino Mutis, obra que decora el salón de sesiones de la Academia Colombiana de Ciencias, en el Observatorio Astronómico de Bogotá. Fue probablemente pintado por Rizo, uno de los célebres artistas de la Expedición Botánica. La copia fue realizada al óleo por el Maestro Simón Meléndez.

*Joseph Celestino  
Bruno*

En Cádiz Miércoles día y seis de Abril de mil setecientos treinta y  
 dos años Yo el Sr. D. Juan Ventura Valtades Canónigo en el Sagrario  
 de la Iglesia Cath. de esta Ciudad Bautizo a Joseph Celestino Bruno  
 (quien nació a seis del presente mes) hijo de Julian Mutis, y de D.ª Eugenia  
 Botto, sus legítimos hijos Casados en esta Ciudad año de veinte y quatro,  
 fueron Padrino Manuel Rodríguez de Mercado aduciendo sus Obligaciones  
 siendo testigos D. Juan Ale. Ocaña Presbitero y Pedro  
 de Ocaña todos vecinos de esta Ciudad y lo firmo V. Ventura

*D. Juan Ventura Valtades*

## LA TUMBA DEL SABIO MUTIS

Luis Duque Gómez

El 11 de septiembre del año de 1808 fallecía en Santafé de Bogotá, a la edad de 76 años, Don José Celestino Mutis y Bosio, Director de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada y maestro de los fundadores de la República. Su muerte causó hondo pesar entre sus fieles y consternación entre aquellos que habían vinculado su inteligencia al movimiento científico que él condujera con sabiduría hasta alcanzar posición destacada en el mundo cultural de la Europa de entonces.

Los despojos mortales del eminente botánico fueron depositados, al día siguiente de su muerte, en la iglesia del Monasterio de Santa Inés, una sencilla fábrica religiosa, a la cual había dedicado su fervoroso ministerio en los años postreros de su existencia. Revestido de sus ornamentos sacerdotales, el cadáver descendió a una humilde fosa, cavada en el piso de la iglesia, al lado de otros cuerpos cuyas almas habían sido santificadas por la oración en los viejos claustros del convento. Ni una señal epigráfica, ni ninguna relación escrita señaló el lugar de aquel sagrado depósito. Bastó con perpetuar en la memoria de los neogranadinos el recuerdo de que allí, enmarcada en recios muros de mampostería, abrigada por retablos, rejerías y alfarjes coloniales y asistida por las imágenes de su devoción, quedaba la última morada de quien había rebasado con la trascendencia de sus estudios científicos las fronteras políticas del virreinato.

Con el transcurso de los años, el recuerdo de la tumba del sabio Mutis fue quedando en la penumbra hasta perderse casi por completo. Un día de diciembre del año de 1956, la discreta iglesita del Monasterio de Santa Inés fue condenada a la demolición para dar paso a la ciudad moderna; el progreso de la urbe debería llevarse irremediamente tras de sí la silueta de la vieja Santafé, la imagen evocadora de la cándida sencillez de las instituciones y de las gentes de aquellas épocas pretéritas. Fue entonces cuando la Academia Colombiana de Historia, por conducto de su actual presidente, el profesor Guillermo Hernández de Alba, solicitó de la Alcaldía Mayor de la ciudad una tregua piadosa en la demolición del templo para buscar con solicitud los restos de quien en vida había creído hallar reposo definitivo al abrigo de los muros inesinos.

Comisionados por la Academia de Historia y por la Academia de Ciencias, iniciamos nosotros, el 4 de diciembre pasado, una búsqueda minuciosa en el semi-derruido templo santafereño. Restos manifiestos de los arzobispos de Bogotá, Fernando Portillo y Torres y Fray Juan de Arguinao, fueron los primeros en insinuarse, casi confundidos con la tierra. Siguieron después huellas de religiosas, reconocibles por algunas de sus prendas de vestir. El 13 de febrero del presente año, después de más de dos meses de haber iniciado las excavaciones, el golpe recatado y casi silencioso de una pica puso de manifiesto el contorno de la fosa marcada en nuestro plano con el número 21, ubicada hacia atrás del arco toral, contra el presbiterio, del

lado de la epístola. A un metro de profundidad, en la parte media, aparecieron restos blanquecinos y carmelitas de lo que había sido una caja mortuoria de madera fina con alma de latón plomado. Hacia el extremo norte dejábanse ver las puntas de unos zapatos de cuero, grandes y adornados con hebillas metálicas caladas. Del otro lado, por entre pedazos corroídos de latón, asomaba un mechón de cabello blanco amarillento, y en la parte central podían verse restos de ornamentos sacerdotales.

Lenta y cuidadosamente fuimos retirando la tierra y los pedruscos que durante más de una centuria guardaban lo que había llegado a convertirse en un verdadero secreto. Así fue revelándose ante nosotros la imagen osificada de un sacerdote, revestido de todos sus ornamentos, de los cuales se conservaron en relativo buen estado, parte de los contornos de la estola, el manípulo, la casulla y de una doble banda colocada encima de los anteriores, cuya identificación no ha sido posible establecer aún. Por debajo del cuello tieso de una sotana a la española, incrustado entre las vértebras cervicales, apareció un rosario de cuentas vegetales, rematado en un monograma de María y en hermosa cruz de oro.

El análisis antropológico de los segmentos tibiales y femorales, como también la longitud de la caja, entre la cual difícilmente pudo ser acomodado el cadáver, revelaron claramente a un hombre corpulento, de estatura cercana, si no superior, a 1,80 m. El cabello blanco amarillento, el estado de obliteración de las suturas craneanas y el marcado desgaste de los molares e incisivos, denotaron senilidad inconfundible. El cráneo, ligeramente inclinado hacia el oriente, por razón de la presión de algunas de las tablas de la caja y levantado artificialmente con pesados ladrillos colocados por debajo, conservaba todavía partes del tafilete de cuero de lo que debió ser probablemente un gorro o becoquín. Su leptorria notable, el promontorio formado por la unión de las arcadas supraorbitarias, la proporción entre los diámetros frontales y zigomático y los demás factores antes anotados, recordaron inmediatamente los rasgos más sobresalientes de la iconografía mutisiana. Tres días después, en sesión solemne, organizada por la Academia Colombiana de Historia, en la Iglesita de Santa Inés, fueron convocados los representantes de los institutos científicos y culturales de Bogotá. Ante el cuerpo de evidencias los asistentes estuvieron de acuerdo en declarar con nosotros que no existe ningún argumento en contra de la fundada suposición de que se trata de las venerables cenizas de Don José Celestino Mutis y Bosio, sabio Director de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada.

Nuevamente, después de 149 años de haber sido inhumado en la planta enladrillada de una modesta iglesia bogotana, la memoria del fundador del Observatorio Astronómico Nacional y del forjador del movimiento científico de mayor trascendencia en el Nuevo Reino de Granada, vuelve a refrescarse en el corazón de todos los hijos de Colombia.

\* \* \*

## NUESTROS COLABORADORES

### EDUARDO ACEVEDO LATORRE

Colombiano. Estudios secundarios en el Colegio Salesiano de LEON XIII de Bogotá y de topografía y cartografía en facultades de Turín, Italia. Desempeñó los cargos de asesor técnico de la comisión de estudios geográficos del Chocó (1943) y de la comisión de estudios geográfico-económicos de Cundinamarca (1947). Desde 1949 es jefe del departamento técnico de geografía y cartografía de la Dirección Nacional de Estadística de Colombia.

Es profesor de geografía económica del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario; miembro de número y sub-secretario de la Sociedad Geográfica de Colombia y miembro del Centro de Investigaciones Geográficas de Colombia, de la Sociedad Colombiana de Etnología y de la American Geographical Society de New York.

Es autor de las siguientes obras: "Geografía Física y Económica del Chocó"; "Panoramas geoeconómicos" de Córdoba, Bolívar, Santander, Huila, Valle, Boyacá, Caldas y Antioquia; "Santander en la organización de la República", que obtuvo el primer premio de Historia nacional en 1944; "Iberoamérica en la Historia", que obtuvo mención honorífica en los Juegos Florales Iberoamericanos de México, en 1948.

### ALFREDO D. BATEMAN

Colombiano. Miembro de número y secretario de nuestra Academia. Estudios de segunda enseñanza en el Instituto de La Salle de Bogotá (1927) y de matemáticas e ingeniería en la Universidad Nacional (1935).

Ha desempeñado los siguientes cargos: ingeniero del Plano de Bogotá, ingeniero del Ferrocarril de Girardot, jefe de estadísticas del mismo ferrocarril, ingeniero sub-jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria (Ministerio de Higiene), director del Departamento de Bienes y Comercio del Ministerio de Obras Públicas, secretario de obras públicas municipales de Bogotá, secretario general del Ministerio de Obras Públicas, miembro del Consejo Nacional de Vías de Comunicación, gerente de Peter Santamaría & Cía. (sucursal de Bogotá), director de materiales del Instituto de Crédito territorial, decano de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional, sub-jefe de Utha Co. of the Americas.

Desempeña o ha desempeñado los siguientes cargos académicos y otros: como profesor de arquitectura sanitaria en la Facultad de Arquitectura y de práctica administrativa y estadística en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional; y en la Facultad de Economía del Gimnasio Moderno (hoy incorporado a la Universidad de los Andes), como profesor de matemáticas financieras y de economía; gerente de la Caja de Sueldos de Retiro de los ingenieros; Cónsul General Honorario de la República Dominicana desde 1934; miembro de número de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, de la cual ha sido presidente en 1943 y secretario en varias ocasiones; miembro de número de la Sociedad Geográfica de Colombia y ahora su secretario; individuo de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales y actualmente su secretario; miembro de número de la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales, de la Sociedad Bolivariana de Colombia, de la National Geographic Society de Washington, de la American Society of Civil Engineers, de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia y del Instituto Sanmartiniano de Colombia; delegado de Colombia a los congresos panamericanos

de ferrocarriles reunidos en Bogotá y Montevideo; delegado de la República Dominicana a la X Conferencia Sanitaria Panamericana; delegado y secretario de todos los congresos nacionales de ingeniería reunidos hasta hoy en el país etc.

Es oficial de las siguientes órdenes heráldicas de la República Dominicana: "Duarte" "Trujillo" y "Colón" y recipiendario del Premio Sánchez (1954), de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

El doctor Bateman no es solamente un gran ingeniero que ha llevado su aporte inteligente a muchas obras nacionales; por natural inclinación él ha sido, además, el biógrafo, el historiador por excelencia, de la ingeniería colombiana y de los grandes hechos de la historia nacional en las ciencias físico-químicas y naturales; de esta manera, fuera de su trabajo dedicado a la acústica de las edificaciones, sus estudios comprenden las siguientes obras admirables por la certidumbre y el sentido de responsabilidad con que fueron concebidas, y que presentan al doctor Bateman como un atildado historiador: "Ingeniería Legal Colombiana", "Historia del Observatorio Astronómico de Bogotá", "Apuntamientos para la historia de la ingeniería en Colombia", "Galería biográfica de ingenieros colombianos" y "Francisco José de Caldas, el hombre sabio", la mejor biografía del Sabio-Mártir escrita hasta hoy, y que se ganó el concurso abierto por el Departamento de Caldas en el cincuentenario de su fundación. También ha colaborado el doctor Bateman en numerosos estudios históricos-científicos que se han editado en varias revistas y periódicos del país. Actualmente se dedica a la publicación del "Vocabulario Geográfico de Colombia".

### JOSE IGNACIO RUIZ

Colombiano, Miembro de número de la Academia. Su vida, ofrecida por él mismo, dice lo siguiente:

*Nací en Bogotá en 1903. Mis estudios primarios y secundarios los hice en su totalidad en la Escuela Nacional de Comercio, que dirigían insuperablemente los doctores Guillermo Wickmann y Luis Tomás Fallon. Allí implantaron por primera vez el famoso método cíclico concéntrico que dio magníficos resultados. Fueron mis condiscípulos los hoy famosos médicos Gonzalo Esguerra Gómez y Hernando Anzola Cubides. Un poco adelante iba Germán Arciniegas. Un poco atrás Jorge Soto del Corral. También cursaban conmigo, Luis Alejandro Gaitán, ahora famoso jurista, y el hoy acaudalado hombre de negocios Manuel Trujillo Venegas. En 1920 entré a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional. En 1924 asistí al Segundo Congreso Nacional de Estudiantes, reunido en Bogotá, como delegado por la Facultad de Ingeniería. Allí volví a encontrarme con Soto del Corral, Esguerra Gómez y Arciniegas. En 1925 terminé mi carrera de ingeniero civil en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional. Obtuve el premio Ponce de León correspondiente a aquel año.*

*Durante mis años de estudiante en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, fui simultáneamente profesor en el Gimnasio Moderno y en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre. Entre 1925 y 1930 trabajé en los Ferrocarriles Nacionales, tanto en trazado y localización, como en construcción y en explotación. Llegué a ser ingeniero jefe y también gerente de uno de ellos. Mi tesis de grado, en 1929, versó sobre escogencia de ruta del Troncal de Occidente en el sector corres-*

pondiente al Departamento de Bolívar. Este estudio económico fue prohibido por el Consejo Nacional de Vías de Comunicación. Entre 1930 y 1935 fui miembro de la Comisión de Límites con Venezuela, en calidad de ingeniero adjunto. En 1932 fui designado jefe de la Comisión, siendo Presidente de la República el doctor Enrique Olaya Herrera. Fue duro el trabajo de exploración geográfica y de astronomía en las espesas selvas vírgenes del Catatumbo y del Río de Oro, pero fue más delicado aún el trabajo diplomático en Caracas, donde actué como asesor de nuestro Ministro Plenipotenciario.

De la selva salí moribundo, agobiado por la fiebre palúdica perniciososa. Me hallaba apenas convaleciente cuando fui invitado por el doctor Belisario Ruiz Wilches a ingresar al Instituto Geográfico que él acababa de fundar. Esto fue en 1935. Y allí me he quedado como Pedro en su Casa. Primero fui astrónomo de campo, luego jefe de la Sección de Geodesia. En 1943 visité el Coast and Geodetic Survey de EE. UU., donde hice un curso de especialización en alta geodesia y astronomía geodésica. En 1949 fui nombrado director del Instituto Geográfico Militar y Catastral.

El doctor Ruiz es miembro de las siguientes instituciones colombianas: Academia de Ciencias, Sociedad Geográfica y Sociedad de Ingenieros. Es delegado permanente de Colombia ante la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, habiendo asistido con ese carácter a cuatro de los más importantes congresos cartográficos celebrados en América, que han sido de gran utilidad para nuestro país. A esas asambleas han concurrido sabios y geodestas de todo el mundo y gracias a esos contactos ha logrado el doctor Ruiz mantener al día, en el campo científico y técnico, a su Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", organismo admirable de investigaciones científicas, al cual ha dedicado todos sus desvelos. Actualmente es representante, por designación especial de nuestro Gobierno, ante el Consejo Directivo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia; es miembro fundador, con otros distinguidos geógrafos, del Centro de Investigaciones Geográficas, cuya sede es el Instituto geográfico. Fue elegido vicepresidente del Comité Nacional del Año Geofísico Internacional, etc.

Fue profesor de la cátedra de geodesia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional y lo es, actualmente, de astronomía, trigonometría esférica y de cosmografía, en la Universidad Javeriana.

Entre sus estudios publicados merecen especial mención, "La desviación de la vertical en Colombia" y "Criterio de proyección de redes geodésicas", que le hizo merecedor del premio "Lorenzo Codazzi", otorgado sólo una vez, en 1942. Han sido numerosas sus publicaciones en diferentes revistas científicas y técnicas, como la de nuestra Academia, la del antiguo Instituto Geográfico Militar, la de "Ingeniería y Arquitectura" etc.

#### HENRI CORNELIS RAASVELDT

Véase su reseña biográfica en el N° 36-37 de nuestra Revista, página 405.

#### CLEMENTE GARAVITO BARAYA

Colombiano. Estudios de astronomía, geodesia, geofísica y geomagnetismo en las facultades de Ingeniería y de Ciencias de la Universidad Nacional y en facultades

de Panama y Cheltenham, U.S.A., donde finalmente se graduó.

Ha sido profesor en la Universidad Nacional, así: de Astronomía práctica en la Facultad de Ingeniería y de geofísica en la de Ciencias. También lo fue de la Universidad Municipal de Bogotá.

Instaló y dirigió el Observatorio Geomagnético del Instituto Geográfico Militar en la Isla de "El Santuario" de la Leguna de Fúquene; elaboró la primera carta isomagnética de Colombia para 1950, representativa de las curvas isogónicas, isoclinicas e isodinámicas de intensidad horizontal y estudió la corrección por curvatura en la determinación del azimut por elongaciones en la zona ecuatorial, corrección que adoptó el Servicio Geodésico Interamericano.

Ha sido astrónomo y geofísico del Instituto Geográfico y miembro activo de las siguientes instituciones: Comité de Gravimetría y Geomagnetismo, Instituto Panamericano de Geografía e Historia y American Geophysical Union. Es presidente del Subcomité de Geomagnetismo de la organización colombiana para el Año Geofísico Internacional.

#### ALFONSO GARCIA ESPINEL

Colombiano. Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional, Facultad de Agronomía de Medellín. Estudios de especialización relacionados con el reconocimiento y clasificación de los suelos, en las universidades de Colorado y Utha, U.S.A.

Hace parte del Instituto Geográfico Militar como ingeniero de la Sección de Suelos, y está dedicado al estudio y levantamiento de la carta agrológica de Colombia. Inició su colaboración al Instituto como jefe de comisiones de campo, luego como jefe de grupo y, finalmente, como jefe de la citada Sección. Sus ascensos han sido justificados por su inteligencia y consagración.

Entre las obras llevadas a cabo por el doctor García Espinel, debe destacarse la realizada en colaboración con sus colegas de la Sección de Suelos, sobre la Irrigación del Río Coello, y que les hizo merecedores del premio de ciencias de la FUNDACION "ANGEL ESCOBAR".

El doctor García Espinel es miembro de la Asociación Colombiana de Ingenieros, de la Sociedad Latinoamericana de Ciencias del Suelo y de la American Society of Agronomy de los Estados Unidos.

#### LUIS DUQUE GOMEZ

Colombiano. Bachiller de la Universidad de Antioquia, doctor en ciencias sociales y económicas de la Escuela Normal Superior de Colombia, etnólogo del Instituto Nacional de Etnología. Estudios de especialización en los EE. UU. Autor de "Colombia, monumentos arqueológicos e históricos", obra publicada en México, y de varios ensayos que se han editado en revistas científicas nacionales y extranjeras.

Es individuo correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias y de número de la Academia Colombiana de Historia, de la cual es actualmente su vicepresidente. También es miembro de muchos otros centros científicos del país y del exterior. En la actualidad es director del Instituto Colombiano de Antropología. El doctor Duque Gómez es uno de los elementos jóvenes más destacados de la intelectualidad colombiana.

\* \* \*

## LA ACADEMIA DE CIENCIAS Y SU REVISTA

Sesión de la Academia verificada el 16 de mayo de 1956. Acta N° 43:

Presidencia, Belisario Ruiz Wilches; Secretario Ad Hoc, Luis María Murillo.

La sesión se inició a las 18h. y 15', con la asistencia de los siguientes académicos: Belisario Ruiz Wilches, Darío Rozo M., Lorenzo Uribe, S. J., Jesús Emilio Ramírez, S. J., Leopoldo Guerra Portocarrero, Julio Carrizosa Valenzuela, Jorge Ancizar Sordo, Antonio María Barriga Villalba, Luis Duque Gómez, Luis López de Mesa, Daniel Mesa Bernal, Luis María Murillo. Se excusaron los académicos Carlos Ortiz Restrepo, S. J., Calixto Torres Umaña y Jorge Bejarano.

El objeto principal de la reunión fue el de presentar a la Academia el último número de la Revista, actualmente bajo la dirección del académico de número señor Luis María Murillo. Tal acto fue llevado a cabo por el Presidente, doctor Belisario Ruiz Wilches, quien hizo una somera reseña sobre esta labor editorial.

El académico doctor Luis López de Mesa, pidió la palabra para decir:

*Permítanme ustedes que exprese mi regocijo por la edición del número 36-37 de nuestra revista, con que acaba de obsequiarnos su actual director, Pr. Luis María Murillo. Si por su volumen, 200 páginas a doble columna en octavo mayor, que constituyen extenso libro; si por la variedad de los temas, que abarcan desde la sociología, las matemáticas, ciencias naturales, geología y paleontología etc., si por la amenidad de las exposiciones, que no desdice de la severidad técnica del estudio y sí enaltece su eficacia, esta obra mueve a orgullo mi espíritu de colombiano y colega de ustedes, y a mucha gratitud para los que a ella han contribuido: recepción de datos oportunos en achaques de sociología económica, sobre todo agropecuaria, del Pr. Murillo, con aportaciones personales de aunadas ciencia y experiencia, que señalan rumbo, amén de atinados*

*juicios de subido interés psico-social<sup>(1)</sup>; informaciones matemáticas, ya críticas, ya analíticas, ya históricas, de los académicos Darío Rozo, Julio Carrizosa Valenzuela y Luis de Greiff Bravo, grandemente estimulantes; observaciones meteorológicas del ambiente bogotano, de Barriga Villalba o físicas del citado Pr. Rozo, y amplia disquisición físico-fisiológica de la visión, del doctor Henri Cornelis Raasveldt; nuevas contribuciones a la botánica nacional de nuestros ilustres compañeros Armando Dugand y José Cuatrecasas y de María Teresa Murillo, bellamente ilustrada, por cierto, esta última; apuntes de geología, paleontología, entomología y fisiología botánica de los profesores Hans Bürgl, M. A. Carriker y Daniel Mesa Bernal, estupendamente útiles a nuestra economía... y, en fin, muchas otras materias que lucen esta publicación y nuestro amado instituto. Que todos ellos sean alabados por su obra, como nosotros estamos a ella agradecidos.*

A continuación, el académico doctor Julio Carrizosa Valenzuela presentó la siguiente proposición, que fue aprobada por unanimidad:

*La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, al recibir la última entrega de la Revista de la Institución, se complace en dejar inscrita en el acta de hoy la grata sorpresa que todos sus miembros presentes han recibido por el esmero y buen juicio que el Director de esta publicación, distinguido naturalista Dr. Luis María Murillo, ha demostrado, al presentar en este órgano una colección de importantes trabajos, que, sin duda, le hacen honor a la ciencia colombiana, y le dan especial interés a la publicación en referencia.*

A las 19h. 30' se levantó la sesión.

LUIS MARIA MURILLO  
Secretario Ad Hoc.

(1) Se refería el doctor López de Mesa al capítulo "Colombia, un Archipiélago Biológico".

\* \* \*

## LA NUEVA DIRECTIVA DE LA ACADEMIA

Sesión de la Academia verificada el 17 de agosto de 1956. Acta N° 44:

Siendo las 19 h. y 25' se reunió la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales en el salón principal del Observatorio Astronómico Nacional, con asistencia de los siguientes señores: Sr. Académico Darío Rozo M., quien presidió la sesión, en ausencia del Presidente y del Vice-Presidente, lo cual había sido previamente convenido; Sr. Ing. Julio Carrizosa Valenzuela; Sr. Ing. Leopoldo Guerra Portocarrero; Sr. Dr. Luis López de Mesa; Sr. Dr. Luis María Murillo; Sr. Dr. Kalman C. Mezey; R. P. Jesús E. Ramírez, S. J.; R. P. Lorenzo Uribe, S. J., y Sr. Ing. Alfredo D. Bateman, Secretario de la Academia. El Académico Dr. Bejarano se excusó por tener compromiso para dictar una conferencia.

Acta. — Fue leída y aprobada el Acta N° 43, correspondiente a la sesión verificada el día 16 de mayo de 1956.

*Nueva Junta Directiva.* — De acuerdo con el orden del día y de conformidad con el Reglamento, se procedió a hacer la votación para elegir Nueva Junta Directiva. Se designaron como escrutadores a los Académicos Guerra Portocarrero y Murillo.

La Junta Directiva quedó integrada así: Presidente, Académico R. P. Jesús Emilio Ramírez, S. J.; Vice-Presidente, Académico Dr. Luis Patiño Camargo; Secretario, Académico Alfredo D. Bateman; Tesorero, Académico Vicente Pizano Restrepo; Director de la Revista, Académico Luis María Murillo. Este último fue elegido el año pasado para un período de dos años.

El Académico Carrizosa Valenzuela pidió el nombramiento del Dr. Ruiz Wilches para Presidente Honorario de la Academia, moción que fue aprobada por aclamación.

El Académico R. P. Jesús E. Ramírez, pidió la palabra para agradecer la unánime confianza que le había ofrecido la Academia al elegirlo como su Presidente, e hizo un elogio de su antecesor, doctor Ruiz Wilches.

A continuación, la Academia aprobó en segundo debate, la promoción de los siguientes miembros correspondientes, a Académicos de Número: Dr. Augusto Gast Galvis, Dr. J. Hernando Ordóñez, Dr. Kalman C. Mezey y Dr. Andrés Soriano Lleras.

Siendo las 20h. y 15' se levanta la sesión.

ALFREDO D. BATEMAN  
Secretario.

\* \* \*

## EL MINISTERIO DE LA GUERRA Y LA ACADEMIA

Es motivo de honda satisfacción para la Academia y para la Dirección de esta Revista, la elevada opinión que de ellas tiene el Ministro de la Guerra, señor general Gabriel París, quien, por medio de la Resolución 3169 de 1956 de ese Ministerio, nos expresa su concepto gentil y nos da su valiosa colaboración. Dice así la Resolución mencionada:

*El Ministro de Guerra, en uso de sus facultades legales, y*

### CONSIDERANDO:

*Que, desde su fundación, la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ha venido cumpliendo una altísima misión de divulgación y fomento de nuestros estudios científicos;*

*Que su órgano de difusión, denominado "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", es una publicación que, por su seriedad y elevado nivel intelectual, honra la tradición cultural de la República;*

*Que la Dirección de dicha Revista ha resuelto dedicar un número especial para difundir algunos de los muy importantes trabajos desarrollados por el Instituto Geográfico Militar, y*

*Que la Academia en referencia necesita un auxilio económico para darle vado a este propósito,*

### RESUELVE:

**ARTICULO 1º** *Destinar la cantidad de NUEVE MIL QUINIENTOS PESOS (\$ 9.500.00) moneda corriente, como auxilio a la Academia Colombiana*

*de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, para que el próximo número de su Revista sea dedicado a la difusión de la muy importante labor que ha venido adelantando el Instituto Geográfico Militar.*

**ARTICULO 2º** *Los gastos que se originen en virtud de lo dispuesto en la presente Resolución se pagarán con cargo al Artículo 1067, Capítulo 103, del Presupuesto de la vigencia.*

Carta del Presidente de la Academia al señor Mayor General Gabriel París:

Señor Ministro:

*La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, oyó leer en sesión plena y con unánime simpatía, las consideraciones que se tuvieron en cuenta por su señoría, para destinar una partida para el próximo número de nuestra Revista.*

*Gastos de esta calidad son altamente estimuladores, y no nos extrañan, pues consideramos que corresponden a la personalidad y jerarquía de quien actualmente ocupa el Ministerio de Guerra.*

*Reciba, señor Ministro, nuestra gratitud y nuestro ofrecimiento para toda obra en que esta Academia con su Revista, pueda prestar su colaboración.*

**JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.**  
Presidente.

\* \* \*

## JOSEFINA VALENCIA DE HUBACH, MINISTRA DE EDUCACION

La igualdad de la mujer colombiana como ciudadana, es, sin duda alguna, el hecho más importante ocurrido en la presente época en nuestro país. La nación estaba afectada de la más tremenda hemiplejía; ahora todas las actividades, así las administrativas, como las políticas y las culturales etc., no serán más generaciones arrenóticas, sino la contribución aunada y lógica del hombre y la mujer.

Pero tal ciudadanía de la mujer ha de ser completa, así en sus instrumentos como en sus modalidades, pues resulta incomprensible que para el ejercicio de esos derechos tenga que armarse ella de los arreos idiomáticos masculinos, como la *maestro*, la *jurisconsulto*, la *ministro*. Venga en buena hora la mujer a ser nuestra compañera en igualdades políticas y a compartir con nosotros los cargos directivos del Estado y el ejercicio de todas las profesiones, pero que tales funciones no se cohiban ni se inhiban con pretextos oficinescos. Que se haga una revisión de todos los servicios en que la mujer trabaja, para que se atienda a sus derechos de igualdad; por ahí conozco, como deplorable ejemplo, el caso de una heroica muchacha dedicada a la ciencia, y cuyo ejercicio de su profesión es una dolorosa viacrucis, por causa del complejo de su feminidad.

Admirable ha sido el nombramiento de la atildada dama doña Josefina Valencia de Hubach para ministra de educación nacional, pues por su abolengo ilustre, su inteligencia y su educación, puede dar la orientación y debida categoría que a la mujer le corresponde en su nueva, justa y decorosa posición. Pero de otro modo la distinguida ministra payanesa podrá dar impulso a algo que parece haber venido a menos en nuestro país y que otrora fuera noble ocupación en este suelo, como el espíritu de nuestra antigua universidad, la Expedición Botánica y la Comisión Corográfica; me refiero al estudio de las humanidades, de las ciencias biológicas y de las naturales. En realidad el *scholar* está desapareciendo y los investigadores de las ciencias sólo se presentan esporádicamente, tanto por la falta de una elevada orientación secundaria y universitaria en este sentido, como por la carencia de tradición y de presupuestos adecuados para los institutos dedicados a esos estudios, y que suelen crearse para una existencia fugaz.

Reciba doña Josefina Valencia de Hubach el homenaje de simpatía y de admiración de la dirección de esta Revista, de igual manera que los votos por el éxito de la obra que ella se proponga realizar al frente del Ministerio de Educación Nacional.

\* \* \*



## NUESTRO PENULTIMO EDITORIAL

Dada la misión de esta Revista —cual es la de difundir y exaltar cuanto corresponde a la investigación científica que se relaciona con nuestros recursos naturales y a crear en el ambiente una actitud de confianza para el investigador y su obra—, no es posible dejar sin reseñar el generoso recibo que la opinión pública dio a este organismo de la Academia y a nuestro penúltimo editorial.

Fue primero el saludo del Ministro de Gobierno, doctor Lucio Pabón Núñez, quien nos decía: "Mil gracias por su gran Revista y felicitaciones por el penetrante y límpido ensayo "Colombia, un Archipiélago Biológico". Cordial saludo". Fue luego la voz de Calibán, el célebre periodista del sentido común, quien hacía un inteligente ensayo de la misión de la Revista y de nuestro editorial, para enaltecerlo y proponer su estudio a la consideración del país. Después, también desde "INTERMEDIO", se hizo presente con su insuperable bondad, Sandy Rose, uno de los más prestigiosos escritores y comentaristas del país, quien hizo una síntesis admirable de la tesis "Colombia, un Archipiélago Biológico", para luego analizar las ideas allí contenidas y premiar a su autor con títulos que éste sólo acepta en gracia del afecto que contienen. El general Julio Londoño, escritor y sabio geógrafo, hizo igualmente un análisis de la tesis del Archipiélago Biológico, para difundirla en forma luminosa desde las páginas editoriales de "LA REPUBLICA" y proponer a la discusión hechos que él supone de interés para el pueblo colombiano. Luis Zornosa Falla, el inteligente y destacado director de "SEMANA", dedicó dos números de su revista para hacer una extensa y bien realizada difusión de la tesis "Colombia, un Archipiélago Biológico" y abrió también sus páginas a la crítica. Infortunadamente los críticos tropicales se suelen equivocar de blanco y en lugar de dirigir su puntería sobre las obras, lo hacen contra la humanidad de los autores...

A continuación se transcriben dos notas editoriales de los órganos de difusión de la ASOCIACION DE INGENIEROS AGRONOMOS, tomada una de su "BOLETIN INFORMATIVO" dirigido por Guillermo Palacio del Valle, y la otra de la revista "AGRICULTURA TROPICAL" dirigida por Carlos Giraldo Holguín. Lo hacemos por corresponder los conceptos allí expresados, a quienes tienen en sus manos la solución de los problemas propuestos en el capítulo a que tanto hemos aludido:

Dice el "BOLETIN INFORMATIVO" (1):

*Muchas veces se ha escrito sobre la importancia de nuestra profesión en el desarrollo económico del país; pero pocas se ha hecho una apreciación tan exacta como la realizada por el doctor Luis María Murillo en su profundo estudio titulado "Colombia, un archipiélago biológico", publicado en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.*

(1) Boletín Informativo Año IV, Nº 31.

Dice el editorial de "AGRICULTURA TROPICAL" (2):

*Después de un prolongado receso ocasionado por factores de diversa índole, ha reaparecido con renovado empuje la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, quizás (o sin quizás) la más prestigiosa publicación científica colombiana.*

*Este primer número de la nueva etapa es preludio inequívoco de un futuro no menos brillante para la magnífica Revista. Y es que se ha tenido el acierto de encomendar su dirección a uno de los hombres más capacitados en estas lides, científico consagrado en forma infatigable por más de un cuarto de siglo a escudriñar los secretos de la naturaleza y escritor de admirable estilo. Nos referimos al doctor Luis María Murillo, quien abre fuegos en la publicación que comentamos con un trascendental estudio sobre la realidad biológica colombiana. Escritores destacados han comentado ya las tesis desarrolladas por Luis María Murillo, con quien se puede disentir en algunos puntos, como en realidad disiente quien esto escribe, pero en quien debe reconocerse un conocimiento excepcional acerca de los problemas biológicos de nuestro país.*

*En forma magistral y despertando en el lector un interés acrecentado en cada línea, Murillo desarrolla la tesis de ser Colombia biológicamente un archipiélago y no un continente. Y a medida que la tesis central va tomando forma, aprovecha la ocasión para referirse a varios de los más trascendentales problemas colombianos, en un estudio que habrá de quedar como clásico en la literatura científica colombiana de este siglo.*

*Felicitemos a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por la reaparición de su Revista y por el acierto en la elección de su director.*

La ocurrencia de este plebiscito, de fuentes de tan opuesto como diverso juicio, sobre unas consideraciones biológicas atañedoras al desarrollo de Colombia, hace pensar que fuera de la contribución del hombre político, se hace conveniente y necesaria la del científico en la solución de los problemas del Estado, sin que ese hombre científico o técnico deba transferir sus fueros para convertirse en político, como ha ocurrido casi siempre en la historia de nuestro país, con grave detrimento de los intereses de la Patria.

La evolución de la nación es, ante todo, un hecho biológico y, por tanto, las corporaciones creadas para atender a su desarrollo serían incompletas si la ciencia, en sus fundamentales modalidades, no estuviera allí representada.

Esa voz pública de la opinión nos es grata por su estímulo, que alcanza con beneficio a todos cuantos trabajan lealmente en la investigación de los recursos de nuestra naturaleza. Mil gracias.

(2) Agricultura Tropical Vol. XII, Nº 7.

\* \* \*

## EL DOCTOR LUIS ANGEL ARANGO

Si a un genio modernista del arte pictórico le fuera dado, como algunos pretenden, fijar la personalidad humana por sus hechos en una obra plástica, al margen del fenotipo, ese artífice sería el único hábil para hacer el retrato de lo que había de aparente en Luis Angel Arango, quien se recató, con sencillez y extremada modestia, en donde sus hechos y virtudes se hacían brillantes. Así jamás

permitió que se enalteciera su amor propio o que Narciso destacara su perfil.

Esa actitud era natural de Luis Angel Arango; así lo veíamos sus amigos y condiscípulos en los años mozos; también desde entonces le conocimos su afán de servir y su gran inteligencia y espíritu cívico, que más tarde mantendrían la dignidad y el esplendor del Banco Emi-

sor y crearían un monumento de arte para nuestro oro, como es su hermoso museo, y otro para la cultura, con esa magnífica biblioteca y editorial del Banco de la República, en donde se publicaron obras de inestimable valor y originalidad, como esa sobre las esmeraldas de Muzo del doctor Antonio María Barriga Villalba, director de la Casa de Moneda, y a quien se debe el descubrimiento de unas cartas de Bolívar, que son la historia de la financiación de la jornada emancipadora, y cuya elegante edición, en facsimil, llevó a cabo, con encarecido interés, el doctor Arango.

De esa editorial del Banco de la República salieron obras que dieron a conocer al país decorosamente en sus riquezas y bellezas naturales, en su etnología, en su prehistoria, en sus industrias y en sus finanzas. También se debe al doctor Arango la fabricación de esa célebre catedral subterránea de sal de Zipaquirá, atracción de los turistas, y la fundación de la gran planta de soda y de la bella hostería de la misma ciudad. Es obra suya, igualmente, la magnífica restauración de la Casa de Moneda de Bogotá, para cuya delicada empresa contó con la invaluable contribución del ya mencionado doctor Barriga Villalba, su viejo amigo y maestro.

Fue el doctor Luis Angel Arango un sincero amigo de nuestra Academia; así se editaron por especial invitación suya, en la imprenta del Banco de la República,

tres números de nuestra Revista. Si esta colaboración quedó suspendida, obraron causas extrañas al magnífico gerente del Banco de la República y a nuestra institución.

La dirección de la Revista rememora con entrañable afecto la nobilísima personalidad del doctor LUIS ANGEL ARANGO, hace manifiesto su pesar por la amarga desaparición, y envía a su distinguida familia la más sentida expresión de su condolencia.

#### MOCION DE DUELO

**LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICO-QUIMICAS Y NATURALES, SEÑALA LA INESPERADA MUERTE DEL DOCTOR LUIS ANGEL ARANGO, QUIEN HONRO CON SUS IMPONDERABLES VIRTUDES A LA SOCIEDAD Y A LA CULTURA PATRIAS, COMO UNA DESGRACIA DE DIFICIL REPARACION.**

**LA ACADEMIA ENVIA A SUS DEUDOS Y A TODAS LAS ILUSTRES ENTIDADES A LAS CUALES ESTABA VINCULADO EL DOCTOR ARANGO, LA MAS SENTIDA MANIFESTACION DE PESAR.**

# COMPOSICION ACTUAL DE LA ACADEMIA

## ACADEMICOS DE HONOR:

- Ruiz Wilches Belisario*, Presidente Honorario. Av. 40 N° 14-53, Bogotá.  
*Casares Gil José*, Real Academia de Ciencias de Madrid.  
*Cuatrecasas José*, Smithsonian Institution, Washington 25, D.C.  
*Chapin A. Edward*, Harvard University.  
*Crevecoeur Adolphe*, Sociedad Entomológica de Bélgica, Bruselas.  
*Killip P. Ellswort*, National Museum, Washington, D. C.  
*Robledo Emilio*, Universidad de Antioquia, Medellín—Colombia.  
*Torroja José María*, Real Academia de Ciencias de Madrid.  
† *Alvarez Lleras Jorge*.  
† *Apolinar María* (Hno.).  
† *Bolívar U. Ignacio*.  
† *Borda Tanco Alberto*.  
† *Castellarnáu Joaquín María*.  
† *Vegas y Puebla Collado Miguel*.

## ACADEMICOS DE NUMERO:

- Acosta Villaveces Jorge*, Calle 52 N° 14-52, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Ancizar Sordo Jorge*, Carrera 12 N° 24-51, Bogotá. (C. Químicas).  
*Bateman D. Alfredo*, Carrera 18 N° 55-29, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Bejarano Jorge*, Avenida Caracas N° 46-47, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Barriga Villaba Antonio M.*, Calle 11 N° 4-93, Bogotá. (C. Físico-Químicas).  
*Carrizosa Valenzuela Julio*, Calle 72 N° 3-98, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Casas Manrique Manuel J.*, Calle 39 N° 15-52, Bogotá.  
*Dugand Armando*, Apartado Aéreo N° 85, Barranquilla. (C. Biológicas).  
*Esguerra Gómez Alfonso*, (C. Biológicas).  
*Gast Galvis Augusto*, Instituto "Carlos Finlay" Calle 55 N° 10-46, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Guerra Portocarrero Leopoldo*, Diagonal 53 N° 17-58, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*López de Mesa Luis*, Carrera 13 N° 24-50, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Lleras Codazzi Eduardo*, Calle 65 N° 9-37, Bogotá. (C. Químicas).  
*Mezey Kalman C.*, Carrera 7ª N° 41-21, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Muñoz Rivas Guillermo*, Calle 24 N° 13-15, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Murillo Luis María*, Apartado 2848, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Ortega Ricaurte Daniel*, Calle 61 N° 14-38, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Ortiz Restrepo Carlos, S. J.*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. (C. Físicas).  
*Osorno Mesa Ernesto*, Carrera 18-A N° 53-51, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Ordóñez J. Hernado*, Carrera 13 N° 48-26, 4º piso, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Patiño Camargo Luis*, Calle 24 N° 13-15, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Pérez Arboléoz Enrique (R. P.)*, Calle 79-A N° 7A-25, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Pizano Restrepo Vicente*, Calle 13 N° 12-42, 4º piso, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Ramírez Jesús Emilio, S. J.*, Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Carrera 5ª N° 34-00, Bogotá. (C. Físicas).  
*Rozo M. Darío*, Avenida Caracas N° 33-51, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Ruiz E. José Ignacio*, Calle 45 N° 14-76. (C. Matemáticas).  
*Soriano Lleras Andrés*, Carrera 13 N° 82-28, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Torres Umaña Calixto*, Calle 16 N° 4-66, Bogotá. (C. Biológicas).  
*Uribe Lorenzo, S. J.*, Carrera 10 N° 65-48, Bogotá. (C. Biológicas).  
† *Caro E. Victor*.  
† *Castellvi de, Marcolino*.  
† *Cuervo Luis Augusto*.  
† *Garzón Nieto Julio*.  
† *González Tavera Fabio*.  
† *Lleras Acosta Federico*.  
† *Lleras Codazzi Ricardo*.  
† *Torres Mariño Rafael*.  
† *Uribe Piedrahíta César*.

## ACADEMICOS CORRESPONDIENTES:

- Acosta Solís M.*, Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Apartado 408, Quito—Ecuador.  
*Balme Juan*, Apartado 1651, México, D.F.  
*Balguerías de Quesada Eduardo*, Real Jardín Botánico del Prado, Madrid—España.  
*Beltrán Enrique*, Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, D.F.  
*Bokcus H. L.*, Asociación Americana de Gastroenterología, Philadelphia, U.S.A.  
*Botero Restrepo Gilberto*, Apart. Nal. 1747, Bogotá.  
*Campos R. Francisco*, Departamento de Agricultura, Guayaquil—Ecuador.  
*De Greiff Bravo Luis*, Apartado 1692, Medellín—Colombia.  
*Duque Gómez Luis*, Apartado Nacional 2104, Bogotá.

*Escomel Edmundo*, Universidad Mayor de San Marcos, Apartado 2471, Lima—Perú.  
*Escande L. 4*, Boluverd Riquet, Toulouse—Francia.  
*Federici Carlo*, Carrera 10-A N° 67-46, Bogotá—Colombia. (C. Matemáticas).  
*Fenaroli Luigi*, Instituto de Sperimentazione e Maiscoltura, Casella Postale 164, Bergamo—Italia.  
*Fernández de Soto Morales Fernando*, Calle de Alcalá 181, Madrid (España).  
*Franco Sánchez Hernando*, Calle 42 N° 26-51, Bogotá. (C. Matemáticas).  
*Garaventa Agustín*, Academia de Ciencias Naturales, Limache—Chile.  
*García Godofredo*, Academia Nacional de Ciencias de Lima—Perú.  
*Garcés O. Carlos*, Facultad de Agronomía, Medellín, Colombia.  
*González Guzmán Ignacio*, Instituto de Estudios Médicos y Biológicos. Universidad Nacional Autónoma, México, D.F.  
*Guhl Ernesto*, Calle 67 N° 10-90, Bogotá—Colombia.  
*Hubach Enrique*, Instituto Geológico Nacional, Bogotá.  
*Ivaldi Gastano*, Instituto Italiano de Química, Génova—Italia.  
*Kozlowski Román*, Laboratorio de Geología y Paleontología de la Universidad de Varsovia.  
*Machado Freitas*, Facultad de Química de la Universidad de Río de Janeiro (Brasil).  
*Mejía Franco Ramón*, Facultad de Agronomía, Federación de Cafeteros, Bogotá.  
*Mesa Bernal Daniel*, Ministerio de Agricultura, Bogotá.  
*Morales Macedo Carlos*, Museo de Historia Natural "Javier Prado", Lima—Perú.  
*Pérez Pérez Carlos*, Calle 72 N° 11-60, Bogotá.  
*Paula de Couto Carlos*, Museo Nacional de Río de Janeiro, Brasil.  
*Phelps William H.*, Apartado 2009, Caracas—Venezuela  
*Perry Zubieta Gustavo*, Calle 60 N° 5-40, Apartamento 401. (C. Matemáticas). Bogotá—Colombia.  
*Rivas Goday Salvador*, Jardín Botánico, Madrid (España).  
*Rivet Paul*, Musée de l'Homme, Palais de Chaillot, Place du Trocadero, París (16°).  
*R. H. Daniel*, Sociedad de Antropología de Antioquia.  
*R. H. Nicéforo María*, Instituto de La Salle, Bogotá.  
*Rohl Eduardo*, Observatorio de Cajigal, Caracas—Venezuela.  
*Royo y Gómez José*.  
*Richard Evans Schultes*, Harvard University Oxford St. Cambridge 38, Massachusetts.  
*Sarmiento Soto Roberto*, Bogotá.  
*Laurent Schwartz*, Facultad de Ciencias de París.  
*Storny Julio S.*, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.  
*Triana Cortés Santiago*, Calle 22 N° 6-16, Apartamento 302, Bogotá.  
*Wassen Henry*, Museo Etnográfico de Gotemburgo, Suecia.  
*Wetmore Alexander*, Museo Nacional, Washington, D.C.  
 † *Molina Garcés Ciro*.  
 † *R. H. León*.  
 † *Schneider Carlos Oliver*.  
 † *Thugutt Stanislaw*.

Bogotá, Marzo de 1957.

---

#### CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.  
 VICE-PRESIDENTE: LUIS PATIÑO CAMARGO  
 SECRETARIO: ALFREDO D. BATEMAN  
 TESORERO: VICENTE PIZANO RESTREPO  
 DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS MARIA MURILLO

#### ADMINISTRACION

SECRETARIA AUXILIAR: LUCIA VERGARA URIBE