PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE SA
VOLUMEN XXXVI

Características de la Carta Preliminar del Territorio Nacional

Por

Ramón Martorell Otzet

EDITORA MONTALVO : : CIUDAD TRUJILLO : : 1945

CARACTERISTICAS DE LA CARTA PRELIMINAR DEL TERRITORIO NACIONAL

UNIVERSIDAD DE SANTO DOMINGO

INSTITUTO GEOGRAFICO Y GEOLOGICO

Publicación Núm. 1

Vol. XXXVI

RAMON MARTORELL OTZET
Catedrático de la Facultad de Ciencias Exactas
Director del Instituto Geográfico y Geológico

Características de la Carta Preliminar del Territorio Nacional

UNIVERSIDAD DE SANTO DOMINGO :: CIUDAD TRUJILLO

Con VIII láminas

1a. edición

1945

Editora Montalvo : Arzobispo Meriño, 44-46 : Ciudad Trujillo, R. D.

PROPOSITO

La "Carta Preliminar" de nuestro territorio es uno de los trabajos más importantes en que están empeñados el Instituto Geográfico y Geológico de la Universidad de Santo Domingo y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales. Constituyendo este mapa en formación el elemento cartográfico matriz de la labor que vienen realizando ambas instituciones, y hallándose ya bastante adelantada su confección, se ha creído de interés dar a conocer al público, aunque sea someramente, los fines a que obedece tal documento gráfico, las normas que se siguen en su levantamiento y el estado de avance en que se encuentra al comenzar el mes de julio de 1945.

Entendemos que el conocimiento de estas características habrá de ser de utilidad a quienes se dediquen a actividades geográficas, y, en particular, que los datos de control horizontal y vertical en que se basa el mapa serán de inmediata y provechosa aplicación por parte de nuestros ingenieros y agrimensores. A estos van especialmente destinadas las referencias técnicas que hacemos de la triangulación y de elementos locales relacionados con la Geografía Matemática. Las coordenadas geográficas de los puntos fundamentales, el azimut y longitud métrica de los lados, y la altitud y reseña de los vértices serán publicados próximamente. Entretanto, cualquier persona interesada en ello o en otros datos complementarios, puede dirigirse al Instituto Geográfico y Geológico, en la seguridad de que será gustosamente atendida.

Como obra de carácter nacional, el mapa y sus características interesan a todos los dominicanos. Teniendo esto en cuenta, hemos procurado simplificar al máximo la redacción de estas páginas para que sean comprensibles aun por personas ajenas a esta clase de actividades. Por lo mismo, empezamos cada capítulo con unas sencillas consideraciones que sirvan de introducción al aspecto del problema cartográfico de que en él se trata.

Las presentes notas persiguen, también, situar el valor de la Carta Preliminar en su justa medida; evitando que, por su adjetivo de preliminar y por desconocimiento de las verdade-

ras características técnicas del levantamiento, se rebaje equivocadamente la calidad científica del trabajo, o, por lo contrario, se le otorgue una categoría excesiva.

Para juzgar de la bondad de los planes que se desarrollan y de los resultados conseguidos, hay que tener muy presente que la República Dominicana se está enfrentando con el mismo problema con que tropiezan o han tropezado las demás naciones americanas: los mapas existentes son de escala muy pequeña y adolecen de inexactitudes notorias, mientras que el progreso del país exige imperativamente en el más breve plazo una cartografía adecuada. De ahí que, al tratar de resolver el problema, no se pueda olvidar que lo mejor es enemigo de lo bueno. Lo bueno, en estos momentos, es conseguir rápidamente un mapa a escala grande, y si no perfecto, lo suficientemente riguroso. Decidirse, ahora, por lo mejor sería tanto como tener que esperar a que la próxima generación se beneficiara del mapa, y, con ello, aplazar demasiados años los avances técnicos y económicos, que sin un detallado conocimiento topográfico del país no son posibles.

Nos hemos, pues, decidido por lo bueno, sin dejar de tener puesta la vista en lo mejor; compaginando la urgencia y la economía con la precisión, evitando así el peligro, tantas veces comprobado por la experiencia, de que, por querer hacer demasiado, se acaba por no tener siquiera lo mínimo de que hay necesidad.

De este modo se logra, además, el adiestramiento del personal que, en su día, con los elementos y tiempo indispensables, deba participar en el levantamiento de la Carta Topográfica definitiva; aspecto este del problema cartográfico nacional que presenta sumo interés. Esta labor de capacitación de técnicos dominicanos en materia topográfica y geodésica, lenta pero incesante, que forzosamente ha de simultanearse con la tarea diaria, es, a nuestro juicio, uno de los más destacados renglones que han de anotarse en el haber del Instituto Geográfico y Geológico de la Universidad de Santo Domingo.

A medida que progresa nuestro levantamiento se va comprobando cuán desconocidas topográficamente son algunas regiones del país, y se ponen de manifiesto los numerosos y, a veces, enormes errores que contienen sus mapas. Esta afirmación no encierra la menor censura, ni siquiera subestimación, de los mapas hasta hoy confeccionados, cuyos autores tuvieron que enfrentarse con el difícil problema cartográfico con menos elementos aun que nosotros, y, no obstante ello, obtuvieron resultados de mérito superior al que el vulgo en general les concede. Tampoco pretendemos dejar sentado que la carta preliminar que nos ocupa está exenta de faltas o lagunas: el

nuestro no es todavía un trabajo perfecto, ni podrá serlo ninguno mientras no sea posible sustituir los procedimientos más o menos expeditos que nos vemos obligados a emplear por un levantamiento regular apoyado en una rigurosa y uniforme red geodésica nacional de orden superior. A pesar de esto, la triangulación en que se fundamenta el mapa, el denominador de la escala, el abundante detalle que registra, las continuas revisiones sobre el terreno a que se va sucesivamente sometiendo, y el ser, sino propiamente una continuación, por lo menos un complemento de la Carta Topográfica que en el año 1919 inició el U. S. Geological Survey, dan a nuestro trabajo un valor que sabemos no habrá de escapar a la clara percepción de los técnicos dominicanos.

Sin pecar de vanidad, podemos estar orgullosos de que, por lo que respecta a Cartografía, la República Dominicana, dadas las características del mapa que estamos confeccionando y el tanto por ciento de territorio ya levantado, está ganando un puesto destacado entre los países americanos.

ING. RAMÓN MARTORELL OTZET,
Director del Instituto Geográfico y Geológico
y de los Trabajos Topográficos de la Comisión de
Límites Geográficos Nacionales.

Universidad de Santo Domingo.
Ciudad Trujillo, 1945.

I

ANTECEDENTES

LOS ESTUDIOS geográficos hay que enfocarlos en su doble aspecto de Geografía de situación y Geografía de conexión. La primera se ocupa de la localización de lugares y fenómenos; la segunda se refiere a la fuerza situativa de aquellos elementos, a las relaciones del hombre con el medio físico que le rodea, a sus causas.

"Conocer es poder", reza el aforismo; y, como para conocer el medio geográfico no hay mejor documento descriptivo que una buena carta topográfica, su obtención ha de figurar como de primera urgencia en cualquier programa de investigaciones de esta clase. La parte explicativa viene después. Se apoya esencialmente en investigaciones y gráficos hechos a base del mapa, con tantas mayores posibilidades de éxito cuanto más exacto sea éste y más apropiada sea la escala a que esté dibujado. La carta, por tanto, es documento básico para la Geografía, y, con la Estadística, es lo que en más alto grado da a aquella ciencia su carácter utilitario.

La carta es, además, indispensable para estudios técnicos y económicos de toda índole, para una justa y equitativa distribución de tributos, para la defensa y seguridad nacional, etc. En resumen, el mapa es un eficaz auxiliar de la gobernación de los pueblos, uno de los más destacados exponentes de cultura y factor esencial de la prosperidad de un país.

Se ha dicho muy acertadamente que sólo los pueblos ricos pueden permitirse el lujo de no poseer mapas exactos de su territorio. En los momentos que preceden al reajuste económico mundial de la postguerra, poseer un buen mapa es más que nunca un imperativo. El país que cuente con idónea cartografía gozará de indiscutibles ventajas en este futuro inmediato de grandes transformaciones. Para su obtención no hay, pues, que regatear esfuerzo ni gasto alguno.

De ahí que, de pocos años a esta parte, se advierta en

nuestro Continente tan notable florecimiento cartográfico: buen número de países que aún no lo habían hecho han emprendido o se aprestan a emprender levantamientos de precisión, es decir, apoyados en las necesarias redes de triangulación geodésica y dibujados a escala grande. Así, fundada y alentadoramente, pudo el sabio geodesta norteamericano Mr. William Bowis exclamar en 1935 ante la II Asamblea del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, del que hasta su fallecimiento fué presidente honorario, que, al fin, en América "la época de los malos levantamientos ha terminado", de lo que habrán de derivarse positivos beneficios para cada país y para todo el Hemisferio (¹).

Es por ello que, cuando a mediados del año de 1940, por indicación del Honorable Señor Presidente de la República, Doctor Rafael Leonidas Trujillo Molina, la Universidad de Santo Domingo creó el Instituto Geográfico y Geológico, se asignó a este organismo como primordial misión, en su primera fase de actividades, la preparación de una rigurosa Carta Topográfica, que, por su escala y contenido, merezca el calificativo de Mapa Nacional, y, como tal, sea apropiada para basar en ella estudios técnicos de toda especie, y para servir de documento básico de las cartas especiales.

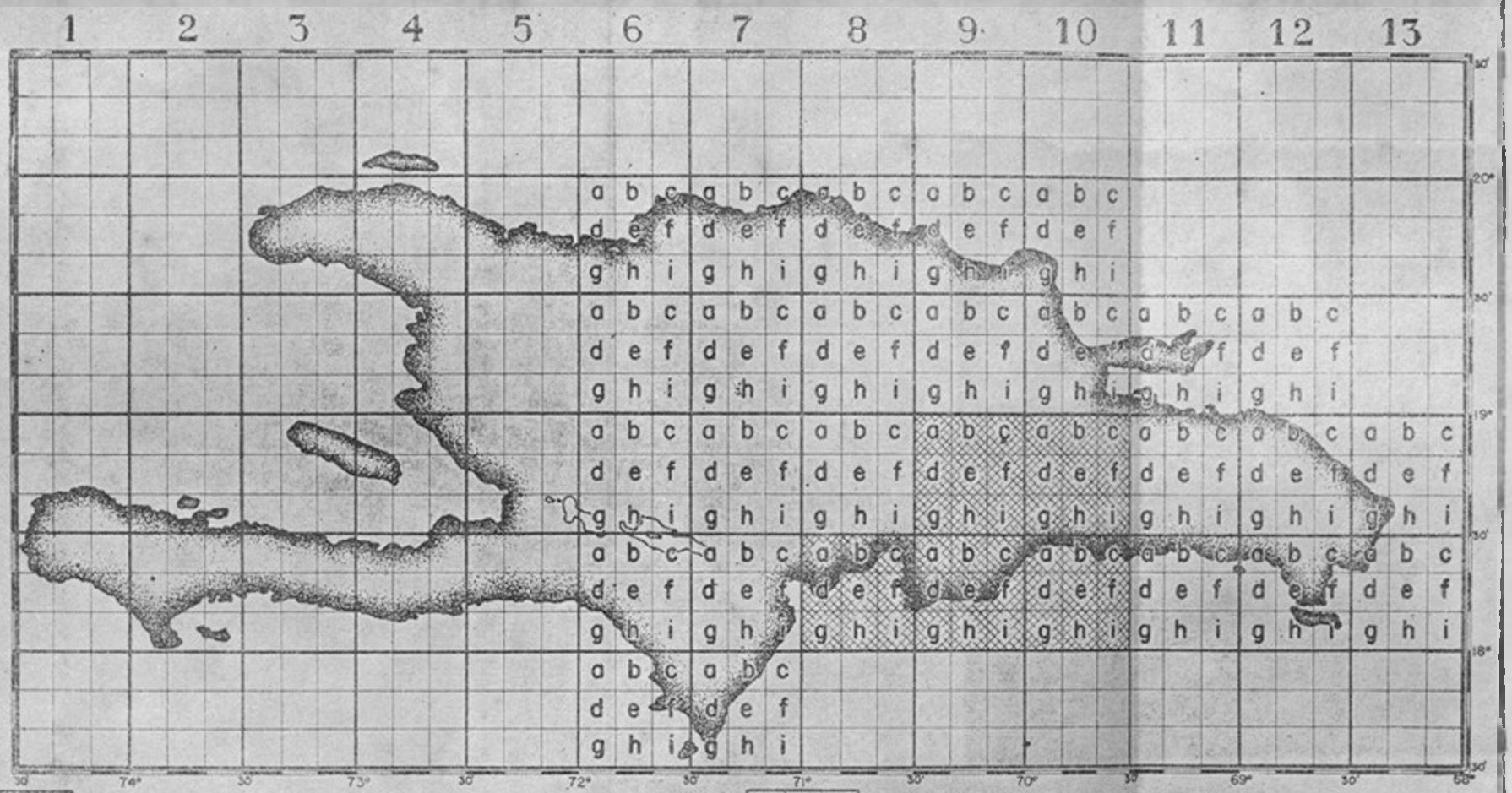
Un levantamiento topográfico de tal naturaleza, a escala de 1:100.000, se había iniciado hace cinco lustros, por disposición de la entonces Secretaría de Estado de Fomento y Comunicaciones, destinándose a tal objeto, por Ley Nº 207 (G. O. Nº 2943), la cantidad de $300,000 "para proveer un apeo topográfico a base de triangulación, de la República Dominicana, y un estudio de sus recursos naturales". La ejecución corrió a cargo del U. S. Geological Survey, y como resultado de aquellos trabajos, que tuvieron varios años de duración, se cuenta hoy con cinco de las treinta hojas que debían componer la Carta Topográfica, y con datos parciales correspondientes a otras tres. Estas cinco hojas abarcan la extensión territorial que se indica en el gráfico Nº 1, en total unos 8,000 km². Sus características técnicas son las de los trabajos normales de aquel conocido servicio topográfico norteamericano.

Existiendo este antecedente, es lógico que el Instituto Geográfico y Geológico abrigue el propósito de continuar la im-

(¹) Esta importante labor ha experimentado un nuevo y definitivo impulso con motivo de la creación del Comité de Cartografía de aquel Instituto Panamericano, cuya primera Reunión de Consulta sobre Geodesia, Cartas Aeronáuticas y Mapas Topográficos tuvo lugar en Wáshington, en octubre de 1943, y desde entonces viene reuniéndose anualmente.

La República Dominicana está representada en aquel Comité por don Vicente Tolentino Rojas, Presidente de la Comisión de Límites Geográficos Nacionales.

Grdfico I



a	b	c
d	e	f
g	h	i

Hoja levantada por el U. S. Geological Survey y publicada por la entonces Secretaría de Estado de Fomento y Comunicaciones. (1919 – 1924)

a	b	c
d	e	f
g	h	i

Hoja de la Carta Expedita, que como complemento de las anteriores, están levantando el Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales. (1943 – 1945)

portante labor entonces comenzada (1); y, al efecto, tiene trazado el correspondiente programa y presupuesto de los trabajos (2); terminada la recopilación y detenido estudio de los datos parciales obtenidos por los norteamericanos, especialmente en lo relativo a la triangulación geodésica (3); preparado tablas y nomogramas para simplificar los futuros cálculos, y orientadas muchas de sus actividades actuales en el sentido de que sean aprovechables en la confección de la referida carta.

Pero, como es harto sabido, una empresa de tanta envergadura requiere tiempo, fondos y personal idóneo en cantidades de que, por el momento, carece nuestro Instituto. Al propio tiempo, a causa del actual conflicto bélico, la adquisición de los aparatos y demás equipo indispensable tropieza con enojosas dificultades. El logro de aquel Mapa Nacional exije, por consiguiente, un largo plazo, que resulta excesivo ante las urgentes necesidades cartográficas del país.

Para remediar tal situación, la Comisión de Límites Geográficos Nacionales y el Instituto Geográfico y Geológico han decidido suplir, de momento, la falta del mapa definitivo por una carta preliminar, que reúna requisitos semejantes a los del Mapa Nacional en materia de escala, descomposición en hojas, sistema de proyección y signos convencionales, y que, dentro de las limitaciones impuestas por el corto plazo en que el mapa se necesita y por las escasas disponibilidades, sea lo más rigurosa posible.

En consecuencia, se ha emprendido la confección de una carta a escala 1:100 000, que se compondrá también de 30 hojas, cada una de 56 cms. de alto por 53 cms. de ancho (o sea, abarcando un cuadrángulo de superficie terrestre de 30' por 30') y cuyas mallas de meridianos y paralelos forman una cuadrícula de 10' de intervalo, dibujada en proyección policónica. En el gráfico Nº 1 se muestra la descomposición en hojas, y en él puede verse cómo, conservando el criterio adoptado por el U. S. Geological Survey, se han tenido en cuenta las hojas correspondientes a la vecina República de Haití (formando así un conjunto de cuarenta y cinco hojas), ya que es de desear que los dos

(1) Actualmente, hay tendencia a escalas mayores; pero, la de 1:100.000, aunque como valor límite, queda dentro de las escalas apropiadas para este tipo de cartas.

(2) Véase el Informe Nº 27, Sección de Geodesia, redactado por este Instituto y que lleva por título *Plan para realizar la Triangulación Geodésica Primaria y el reconocimiento hidrográfico del territorio nacional.*

(3) Los originales de las libretas de campo y de cálculos de aquel trabajo, gentilmente donados a la Universidad por el Gobierno de los Estados Unidos, obran desde 1940 en nuestros archivos.

países que ocupan la isla de Santo Domingo no sólo tengan sus redes geodésicas perfectamente enlazadas, sino que sus mapas formen un todo armónico. Este enlace entre los trabajos de los países limítrofes es insistentemente recomendado por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

Los trabajos de confección de esta Carta Preliminar se iniciaron a principios del año de 1943, a raíz de haberse creado la Comisión de Límites Geográficos Nacionales. Dicho organismo, por razón de precisar un mapa sobre el que realizar eficazmente los estudios de la división territorial y presentar en forma clara y apropiada sus proyectos de delimitación interprovincial e intercomunal, dedica la mayor parte de sus esfuerzos a la consecución rápida de aquella carta. Progresivamente ha ido destinando mayor número de personal a estas actividades, teniendo en la actualidad dedicadas a ello una brigada de triangulación y tres brigadas topográficas, a la par que un grupo de dibujantes y calculistas, que han venido a reforzar de modo preponderante al personal del Instituto Geográfico y Geológico, entidad que, en virtud del artículo 3º del Decreto Nº 1363 del año 1943 (G. O. Nº 5967), es el órgano técnico de trabajo de la citada Comisión de Límites.

II

NORMAS DE TRABAJO ADOPTADAS

EL MÉTODO que se sigue para la confección de la carta preliminar que, repetimos una vez más, es consecuencia obligada del breve plazo y escasos elementos con que se cuenta, consiste en la compilación de todos los datos de confianza aprovechables, ampliamente completada con extensos trabajos topográficos propios de carácter regular y expedito.

Se comenzó por reunir y estudiar lo que en materia topográfica y geodésica se había realizado en nuestro país por el citado U. S. Geological Survey y por el Ejército y la Marina de los Estados Unidos de Norteamérica. Después, se seleccionaron cuidadosamente cuantos datos planimétricos totales o parciales existían del territorio nacional, datos suministrados en su mayor parte por la Dirección General de Mensuras Catastrales, por los ingenios azucareros, por las grandes compañías agrícolas y por los agrimensores públicos. Asimismo, se coleccionaron las fotografías aéreas tomadas por la aviación militar y los mosaicos aerofotográficos preparados por la Seaboard Dominicana de Petróleos, C. por A. Las zonas de las que se consiguieron datos de este género se señalan en el gráfico Nº 2.

Ahora bien, los elementos así obtenidos, aunque valiosos muchos de ellos, son incompletos: dejan enormes zonas de territorio vacías de levantamiento; tienen procedencia, precisión y características muy diversas, y carecen, en general, de un canevás de conjunto que sirva de control horizontal para una buena compilación. Además, hay que tener muy presente que los planos catastrales registran sólo el perímetro de las parcelas; y que cuando, como en nuestro caso, no se cuenta con una triangulación general, aun en el supuesto favorable de que los planos sean de terrenos colindantes, la formación de un plano de conjunto por compilación conduce a errores groseros. Lo propio debe decirse de las fotografías aéreas y de los mosaicos aerofotográficos, cuya ligazón es del todo ilusoria si no se cuenta con un canevás que sirva de esqueleto para la composición.

Con tan heterogéneos elementos, la confección de un mapa aceptable presenta serias dificultades. Es necesario establecer la red básica de control, efectuar la revisión y enlace de los trabajos aislados, proceder al relleno topográfico de muchos de ellos y practicar el levantamiento completo de aquellas extensas regiones de que hay total ausencia de datos, regiones que generalmente coinciden con las más abruptas y despobladas del país.

El control horizontal, del que después nos ocuparemos con más detalle, se está realizando mediante la obligada triangulación. Este canevás, mientras es posible, arranca de la parte de red geodésica de esta clase establecida anteriormente por el U. S. Geological Survey, cuyos vértices han sido previamente localizados, y, cuando ha hecho falta, restituídos por nosotros. Se aprovechan también para tal control la triangulación de la bahía de Samaná practicada en 1882 por el Hidrographic Office del U. S. Navy Department, la llevada a cabo por el Ingenio Barahona, la que está realizando la Compañía Seaboard Dominicana de Petróleos y, a falta de puntos más exactos, los vértices fijados astronómicamente en la costa por el citado U. S. Navy Department. Para dar a conocer al lector las diversas zonas hasta hoy trianguladas se acompaña el gráfico Nº 3.

El detalle topográfico se logra por levantamientos terrestres regulares o expeditos, según la importancia de la comarca de que se trata. Tales levantamientos tienen por fundamento algunas poligonales primarias que se desarrollan de un vértice de triangulación a otro, o entre puntos muy característicos del terreno, que más adelante se enlazarán a nuevas triangulaciones. Estas poligonales, que en su mayor parte siguen el eje de las vías de comunicación y los cursos de agua importantes, sirven de canevás auxiliar para encajar en la carta los datos o planos aislados existentes, y, a su vez, de apoyo a las poligonales de segundo orden en que se basan los numerosos levantamientos de relleno que se están practicando. En la mayoría de los itinerarios citados se miden los ángulos cenitales para poder determinar los desniveles, y, desde sus estaciones, se fijan otros puntos por radiación e intersección. Se realizan, asimismo, multitud de levantamientos ligeros con brújula y barómetro. En algunos lugares apartados se croquiza simplemente, empleando la brújula de mano y midiendo las distancias a pasos o a estima. Las minutas de estos levantamientos se dibujan a escala 1:25.000. Para conocer la extensión y situación, de los trabajos de esta clase realizados por nosotros, véase el gráfico Nº 4.

Terminada la minuta de la parte de mapa correspondiente a la jurisdicción territorial de una común, es enviada una copia a que sea revisada por parte de la respectiva Comisión de Coope-

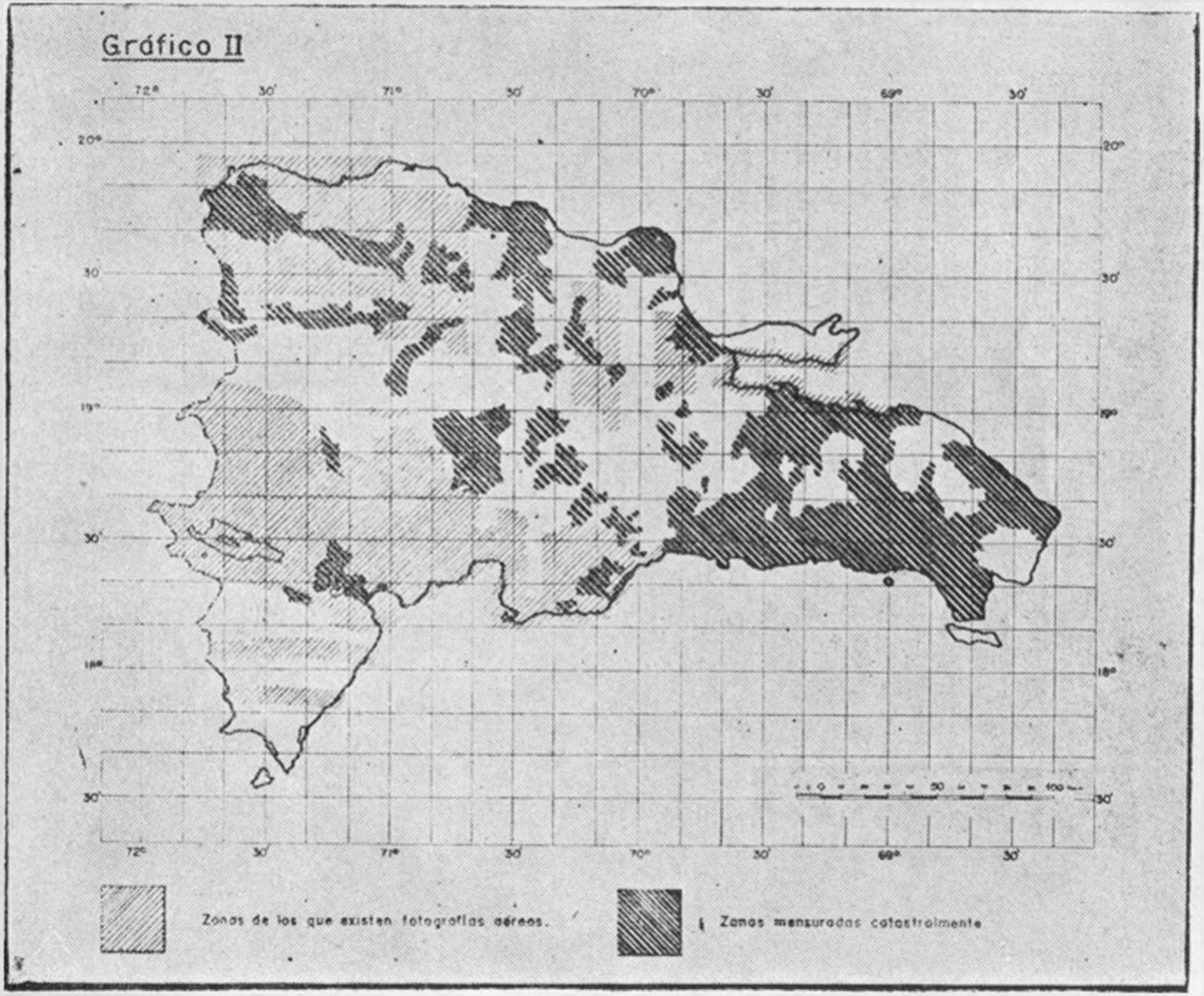


Gráfico II
72°
30'
71°
70°
69°
20°
19°
18°
Zonas de los que existen fotografías aéreas.
Zonas mensuradas catastralmente

ración a los estudios Geográficos [1], a fin de tener la seguridad de que el mapa registrará una toponimia correcta y de que no contendrá error u omisión importantes.

Debemos advertir que las cinco hojas publicadas entre 1919 y 1924 por la Secretaría de Estado de Fomento y Comunicaciones, como consecuencia de los trabajos del citado U. S. Geological Survey, han sido corregidas en algunos lugares y puestas al día con las nuevas carreteras, caminos y poblaciones, así como aumentada considerablemente la nomenclatura que contienen [2].

Por la simple inspección de las láminas que ilustran este informe puede apreciarse que el Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales dedican preferente atención a la zona central y oriental del territorio patrio. Esta norma de conducta es lógica, dado que la compañía Seaboard Dominicana de Petróleos está levantando la mayor parte de la región oeste del país y que uno y otro organismo se prestan mutua ayuda y se dan a conocer los resultados de sus respectivos trabajos. Esta es la manera de llegar lo antes posible y del modo más económico a la terminación de la Carta Preliminar.

[1] Véase Decreto Nº 2674 de 1945 (G. O. Nº 6256), que establece en cada común una comisión de esta clase para auxiliar al Instituto Geográfico y Geológico en sus estudios sobre Geografía Patria.

[2] Recuérdese que todo mapa debe ser revisado cada 10 ó 15 años.

III

CARACTERISTICAS DE LA TRIANGULACION

Es PRINCIPIO director de todo levantamiento topográfico descender de lo grande a lo pequeño, de los trabajos precisos que encajan el conjunto a los de detalle. En nuestro caso, esta sabia norma de conducta es ineludible por tratarse del de una gran extensión. Es por tanto necesario comenzar por fijar con todo cuidado y precisión cierto número de puntos fundamentales que formen, por así decir, la osamenta en qué poder apoyar los trabajos subsidiarios, y en éstos el relleno topográfico.

Este conjunto de puntos de orden superior se logra mediante la triangulación del territorio a levantar; operación que consiste, como es sabido, en establecer sobre el terreno una red de triángulos dependientes unos de otros, de los que aquellos puntos son los vértices, habiendo por lo general un exceso de líneas sobre las estrictamente necesarias para formarlos.

La triangulación asume en el levantamiento un papel tan esencial como el entramado metálico en una construcción de hormigón armado: tan en vano trataríamos de confeccionar una buena carta topográfica sin fundamentarla en una red de triángulos como de erigir un gran puente o edificio sin la estructura de acero que le da forma y rigidez. Según frase del gran matemático Poincaré, intentar un levantamiento sin triangulación, sería tanto como pretender mantener de pie a un hombre sin esqueleto.

Naturalmente, en la operación que nos ocupa, por tratarse de un gran territorio, habrá que tomar en consideración la redondez de la tierra, por lo que los triángulos primarios del canevás no podrán ser planos, sino esferoidales. Por tanto, su establecimiento y cálculo entran en el campo de la Geodesia.

Bajo estas directivas, o sea, para tener en cuenta la curvatura terrestre y conseguir el grado de exactitud deseado, la homogeneidad del conjunto, que se puedan descubrir y localizar las faltas, que no se acumulen los errores y que éstos puedan compensarse debidamente; así como para hacer posible una or-

denación en el tiempo y en el espacio de las operaciones de campo y cálculo, la división adecuada del trabajo, y el apoyo orientación y enlace de las operaciones de detalle, se han emprendido labores de triangulación.

Tratándose de una Carta Preliminar, en cuya consecución el factor tiempo es una de las predominantes, no hemos vacilado en aprovechar las triangulaciones que, con mayor o menor precisión, se han hecho de algunas zonas de nuestro territorio. Por nuestra parte, nos concretamos a triangular las regiones que aún no lo han sido y a enlazar las diversas redes establecidas.

A continuación damos las características técnicas de estas distintas redes, exponiéndolo según el orden cronológico en que fueron ejecutadas.

Triangulación del U. S. Navy Department

Se poseen escasos datos de esta operación. Fué realizada en 1882 para la obtención de la Carta Hidrográfica de la Bahía de Samaná. Consta de una base y dos figuras, con un total de seis vértices (véase gráfico Nº 5). Se establecieron además once puntos secundarios.

Los ángulos fueron medidos probablemente con sextante, aproximándose hasta el minuto. El lado máximo es de 19 kms., y el mínimo de 9 kms., y el valor medio de todos ellos es de 13.5 kms. La base mide 14556.09 pies y tiene una relación de incrementación algo superior a 1:3. El azimut de la base se aproximó hasta el segundo.

No se conocen las coordenadas geográficas de los extremos de la base ni de ninguno de los vértices de esta triangulación, pero en sus inmediaciones existen puntos determinados astronómicamente.

Aunque esta red no es lo suficientemente rigurosa para incluirla entre los trabajos geodésicos, aprovecharemos su base, o mejor uno de sus lados, para cerrar provisionalmente sobre ella parte de nuestra triangulación.

Es digno de mencionarse el notable hecho de que, a pesar de haber transcurrido 63 años desde que las marcas de los vértices fueron establecidas, lo que hacía muy improbable su localización, han podido ser encontrados los restos de los clavos que las constituían, en número suficiente para hacer factible aquella conexión.

Triangulación de The Barahona Company

Poseemos pocos datos acerca de la precisión y modo como fué practicada. Se trata de una triangulación local realizada

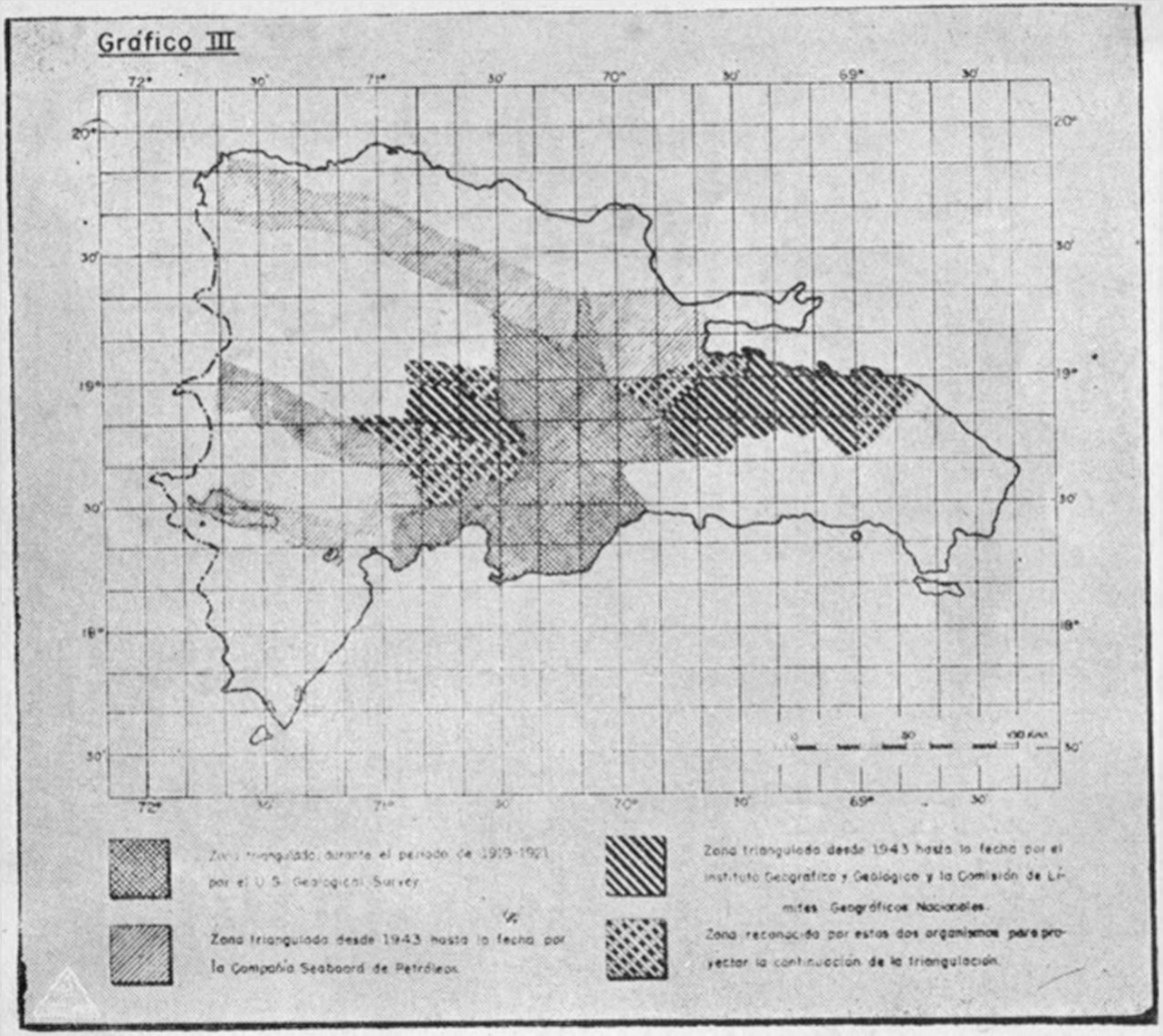


Gráfico III
72°
30'
71°
30'
70°
30'
69°
30'
20°
30'
19°
30'
18°
30'
0
50
100 KMS
Zona triangulada durante el período de 1919-1921 por el U. S. Geological Survey.
Zona triangulada desde 1943 hasta la fecha por la Compañía Seaboard de Petróleos.
Zona triangulada desde 1943 hasta la fecha por el Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales.
Zona reconocida por estos dos organismos para proyectar la continuación de la triangulación.

hace unos 25 años por la compañía azucarera de tal nombre para levantar el plano de sus terrenos de cultivo.

Consta de 9 vértices primarios y 6 secundarios. Tiene dos bases, la de partida mide 4 251.42 metros y la de comprobación 3 762.51 metros. La longitud media de los lados de los triángulos primarios es de 13 kms., la máxima de 25 kms. y la mínima de 7 kms. Cubre una extensión superficial de 700 kms². (Véase gráfico 7.)

Hoy esta red está embebida en la cadena sur de la triangulación practicada por la Seaboard Dominicana de Petróleos, C. por A.

Triangulación del U. S. Geological Survey

Aunque de precisión no muy elevada, es de carácter geodésico y la más rigurosa de las practicadas hasta hoy en nuestro país.

Fué realizada en los años 1919 a 1921, inclusive. Abarca unos 8,500 kms². de la zona centro-sur de la República, y tiene la forma de red compacta. (Véase gráfico Nº 5.) Consta de dos órdenes de triángulos, sumando cuarenta los vértices primarios, y setenta y cuatro los secundarios. En algunas zonas costeras, a las que por ser muy llanas habría sido difícil extender la triangulación, se levantaron poligonales cerradas de precisión, conectadas cuidadosamente a la red de triángulos.

Los cuarenta vértices de la triangulación primaria y diez y ocho de las principales estaciones de las poligonales de precisión fueron materializados sobre el terreno mediante placas de una aleación de bronce y aluminio. Cierto número de ellas han desaparecido.

Los ángulos de los triángulos fueron medidos varias veces con un teodolito de ocho pulgadas, apreciando en la lectura de cada microscopio hasta dos segundos.

El promedio del error de cierre de los triángulos primarios es de 3".8, pero existen varios de estos errores de algo más de 10". En este promedio y error máximo, no hemos incluído tres triángulos medidos el año 1921 en la región de Cotuí, que tienen errores de cierre muy grandes.

La longitud media de los lados de la red primaria es de 18 kms. El lado mayor es de 40 kms. y el menor de 6.7 kms.

El ajuste se hizo por el método de los mínimos cuadrados, por figuras aisladas.

La triangulación se apoya en una sola base, cuya longitud reducida al nivel del mar es de 6833 m. 7576. A ella están también referidas las redes del Instituto Geográfico y las de la Compañía Seaboard Dominicana de Petróleo.

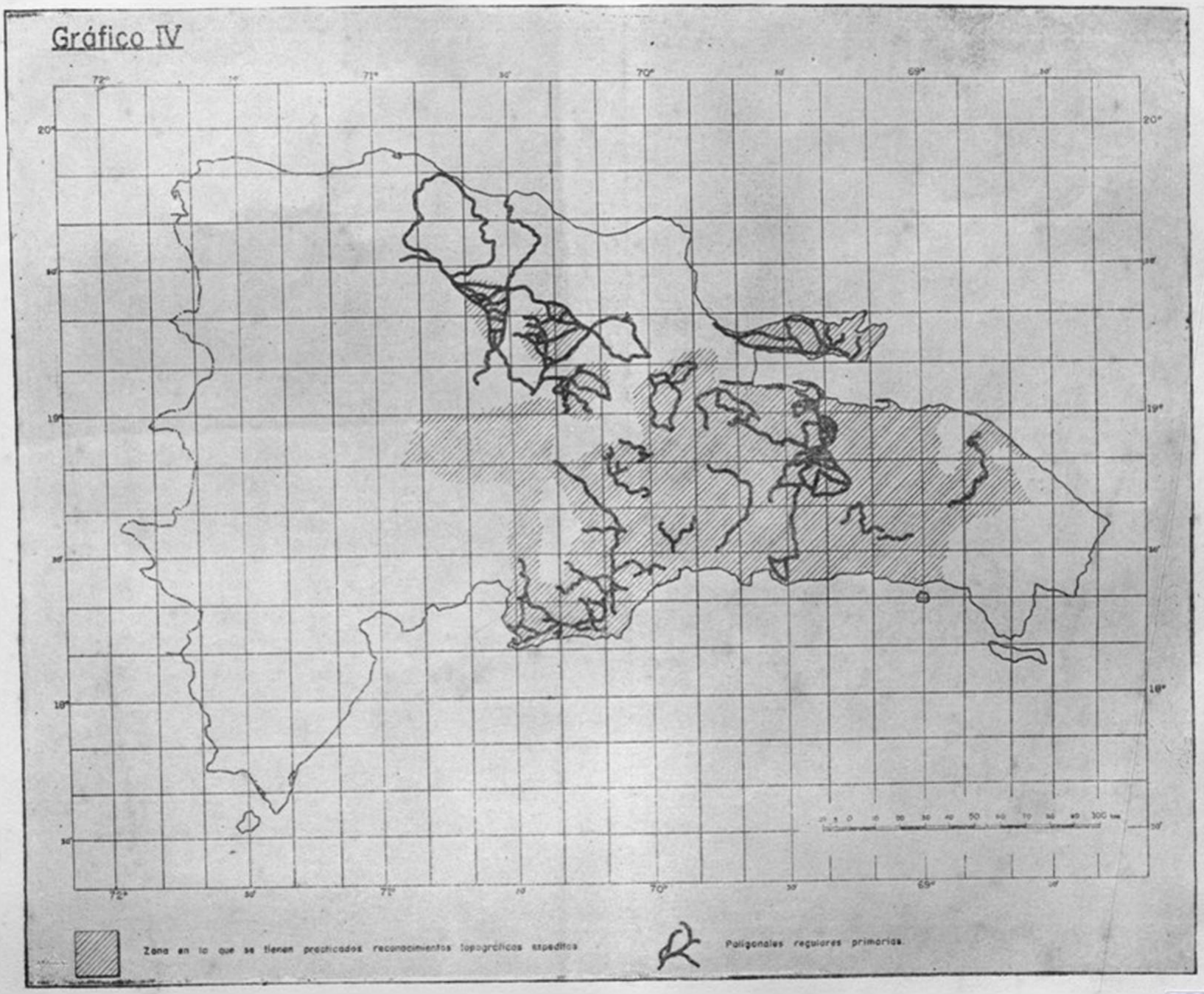


Gráfico IV
72°
71°
70°
69°
20°
19°
18°
Zona en la que se tienen practicados reconocimientos topográficos expeditos
Poligonales regulares primarias

Como, entre los elementos de una triangulación, la base es el que primero y principalmente interesa conocer, porque preside la bondad del resto del trabajo, y puesto que, en nuestro caso particular, este conocimiento es todavía más esencial por ser la base establecida por el U. S. Geological Survey la única de alguna precisión de que actualmente se dispone, vamos a suministrar una mayor información acerca de ella (1).

Su medición tuvo lugar en marzo de 1920, valiéndose de una sola cinta de metal invar, de 50 m. de longitud, operando con apoyos intermedios distanciados 12.5 metros. El longímetro estaba verificado para una tensión de 15 kg. y temperatura de 26.2°.

La medida hacia adelante de la primera operación fué realizada bajo un ligero viento y temperatura media de 26°.1. En la medida hacia atrás, continuaba el viento y la temperatura subió a un promedio de 29°.3. La diferencia entre ambos resultados fué de 0.0314 metros, que representa una discordancia relativa de 1:218 000.

La segunda operación fué hecha sin viento, bajo temperaturas medias de 29°.66 y 31°.01, dando una diferencia entre ambos resultados de 0.0294 metros, o sea del orden de 1:232 000. Este segundo resultado, una vez reducido al nivel del mar, fué aceptado como bueno.

La ampliación de la base medida a la calculada se hizo a través de una sola figura, con gran exceso de líneas, y con una relación de incrementación de 1:2.

El azimut de la base se obtuvo por diez observaciones del ángulo horario de la Polar, con un error probable para el promedio de 1".163 (2).

No se practicó ninguna observación astronómica para determinar la longitud y latitud geográficas de un extremo de la base ni de ningún vértice. Para el cálculo de las coordenadas geográficas de la red se partió de los valores correspondientes al faro de Ciudad Trujillo, obtenidos en 1889 por el U. S. Hidrographic Office. La latitud fué entonces encontrada por cuarenta y cinco dobles determinaciones de distancia cenital, con un error de 10". La longitud lo fué por cinco señales telegrá-

(1) La feliz circunstancia de estar esta base emplazada en las inmediaciones de Ciudad Trujillo, hace más interesante el conocimiento de sus características, ya que puede ser ventajosamente aprovechada por los técnicos del Consejo Administrativo del Distrito de Santo Domingo en sus trabajos de topometría urbana.

(2) Para más detallada información sobre esta base, consúltese el informe Nº 20 del Instituto Geográfico y Geológico, titulado *La base geodésica de Ciudad Trujillo.*

ficas independientes, referida a Washington, D. C., vía Key West, Florida.

Triangulación practicada por la Comisión de Límites Geográficos Nacionales y el Instituto Geográfico y Geológico

Por lo que respecta a la triangulación que realizan conjuntamente estas dos entidades, debemos consignar que, como primera medida, se decidió prolongar hacia el Este y el Oeste, en forma de cadena a lo largo de la Cordillera Central, la red geodésica iniciada por el U. S. Geological Survey. De este modo se consigue un encadenamiento que atraviesa el territorio nacional, por el centro y en sentido de su mayor dimensión, coincidiendo más o menos con el paralelo de los 19° N. (Véase gráfico 6), y que permite ligar muchos de los levantamientos parciales efectuados anteriormente en la región norte del país con los realizados en la región sur.

Como programa inmediato, se tiene prevista, y en gran parte reconocida sobre el terreno, otra cadena de triángulos que unirá la zona septentrional de aquella antigua red geodésica con la región de Puerto Plata. Así se conseguirá otro encadenamiento que, pasando también por el centro del país, pero ahora aproximadamente en dirección del meridiano de los 70° 30' W., enlace la costa atlántica con la del Caribe. Se piensa, igualmente, llevar otra cadena por la frontera, que, siguiendo el meridiano 71° 30' W., ligará las tres cadenas levantadas por la Seaboard. Finalmente se establecerá otra red a lo largo del meridiano de los 69° W.

El tramo oriental de la cadena del paralelo de los 19° está muy avanzado. Consta en el día de la fecha de seis figuras totalmente observadas y calculadas. Arranca de un lado de la triangulación primaria del U. S. Geological Survey, que se ha tomado como base de partida, y cerrará en una base de comprobación que se piensa medir en las inmediaciones de Higüey. La conexión de la primera figura con la antigua red se ha hecho solapando sobre tres de los vértices existentes. El error relativo entre el lado entonces obtenido y el recalculado a base de nuestras observaciones, para comprobar la buena conexión, ha sido de 1:20 000. El error relativo del último lado de la cadena no podrá ser determinado hasta que se mida la base de Higüey.

La extensión del tramo hasta hoy levantado es de unos 90 kms. de longitud por 13 kms. de anchura. El promedio de la longitud de los lados de los triángulos es de 11.5 kms., la máxima longitud de 32 kms. y la mínima de 6 kms. La "resis-

tencia" total de las seis figuras por el mejor camino es de R_1 igual a 57, y por el que le sigue en bondad R_2 igual a 109. La figura menos resistente tiene respectivamente los valores R_1 igual a 23 y R_2 igual a 33 (1). Es decir, en este aspecto, la red reúne las deseables condiciones para entrar en la categoría de cadena geodésica de segundo orden, de acuerdo con las especificaciones dictadas por el U. S. Coast and Geodetic Survey. Como, para llegar al valor máximo de R_1 disponemos aún de 73 unidades, podremos establecer en aquellas excelentes condiciones una o dos figuras más y la red de incrementación de la futura base de Higüey.

El levantamiento tiene, no obstante, cierto carácter expedito, porque así lo ha requerido, a más del tantas veces aludido imperativo de la urgencia y economía del trabajo, la circunstancia de que en un principio hubieron de observarse los ángulos con un tránsito de ingeniero Berger, de 30" de apreciación en los nonios, y la escasa práctica del personal subalterno en esta clase de operaciones. Para las últimas dos figuras se dispuso de un teodolito Troughton, cuyos microscopios aprecian 10"; y, como es natural, mejoraron los cierres de los triángulos. El promedio del error de cierre de los triángulos de las cuatro figuras primeras, o sea de las observadas con el instrumento Berger, fué de 10" y el error máximo de 23"; mientras que para los observados con el Troughton fueron de 7" y 19", respectivamente.

Precisamente para contrarrestar en lo posible la falta de un buen teodolito, en ésta y en las demás cadenas se ha sido muy exigente en la conformación de las figuras, obligándose además a la ocupación de todos los vértices y admitiéndose sólo cuadriláteros con sus diagonales y polígonos con punto central, es decir, excluyéndose los triángulos simples. Se logra así que las cadenas tengan una gran "resistencia", haciéndolas, además, aptas para adquirir inmediatamente la categoría geodésica deseable tan pronto como lleguen los teodolitos de precisión que tenemos encargados.

Como ampliación del control en esta zona oriental, se han observado y calculado cinco figuras primarias más que quedan advacentes a los lados Norte o Sur de la Cadena. La anchura de la zona triangulada aumenta así a unos 35 kms.

Igualmente se tiene observado y calculado un encadenamiento auxiliar que consta de otras siete figuras, que, apoyando sus extremos en la cadena de los 19°, sirve para fijar parte de la costa inmediata de la bahía de Samaná. El promedio del error de cierre de los triángulos de esta cadena auxiliar ha resul-

(1) Recuérdese que cuanto mejor es una figura más pequeño es el valor de los números R_1 y R_2.

tado ser de 6" y el máximo error de esta clase de 17", lo que, comparado con los errores de esta clase anteriormente anotados, acusa un nuevo mejoramiento en las observaciones angulares. Aunque éstas no quedan aún comprendidas dentro de las rigurosas limitaciones impuestas a una triangulación geodésica de tercer orden, se acercan ya a ello. El encadenamiento, después de un desarrollo longitudinal de 70 kms., al volver a conectar con la cadena principal, lo hace con un error de sólo 0".2 en longitud y latitud.

Esta cadena de la costa se enlazará a la antigua triangulación de la bahía de Samaná, con lo que se logrará un "cierre" sobre la base medida en 1882 entre las bocas de los ríos Yuna y Barracote. Se tienen ya realizados los reconocimientos previos para tal enlace y se están construyendo las señales de los vértices.

En todos los triángulos, los ángulos se han medido por series de cuatro observaciones (en posición directa e inversa del anteojo). Al estacionar en los vértices, se tomaron las distancias cenitales, para poder calcular la altitud de los mismos.

El número de vértices primarios de esta parte de la red es de 34 y el de secundarios que se apoyan en ella es de 17. Los puntos auxiliares fijados por intersección directa o inversa suman varios centenares. De todos ellos se calcula también trigonométricamente la altitud.

La extensión superficial triangulada por nosotros en la región oriental del país alcanza así a 2500 kms².

La materialización de los vértices en el terreno se ha hecho mediante pequeños barrenos en la roca, que constituyen el centro de un triángulo cincelado en ella. Cuando no hay roca, el punto se señala por un clavo colocado en la cabeza de una estaca de 12 cms. de diámetro, fuertemente hincada en el terreno. De todos estos vértices se han redactado reseñas muy completas y su situación se ha ligado a tres marcas de referencia.

El otro tramo de la cadena del paralelo de los 19º, o sea su parte occidental, es de mejor calidad. Consta de cuatro figuras (véase gráfico Nº 6), y tiene un largo de 50 kms. y un ancho de 20 kms. Arranca también de la antigua triangulación del U. S. Geological Survey, solapando sobre tres vértices de los entonces establecidos. Los lados tienen una longitud media de 15 kms. siendo el mayor de 30 kms. y el menor de 5 kms. El número de vértices primarios actualmente establecidos es de once y el de secundarios de cinco, cubriendo una zona de 800 kms². En estas cifras se incluye la parte aún no observada. Las figuras son de las mismas características que en el tramo oriental en cuanto a su naturaleza, pero de una resistencia aún más extremada. En efecto, ésta es para la totalidad del tramo y por el mejor camino de

R_1 igual a 15 y por el que le sigue en bondad R_2 igual a 29; siendo la de la figura más desfavorable de R_1 igual a 6 y R_2 igual a 19. La bondad de estas dos cifras nos dice que las figuras reúnen condiciones óptimas aún para una cadena de 1er. orden.

En tanto no podamos medir una base de comprobación en el Valle de San Juan, la cadena cerrará sobre la base establecida en dicho valle por la Seaboard Dominicana de Petróleo. Para establecer este cierre falta sólo proyectar dos figuras, uno de cuyos vértices será el prominente Pico Trujillo, el más alto del sistema orográfico antillano. De este modo quedará, además, enlazada nuestra triangulación con la practicada por la citada compañía petrolera.

Las observaciones angulares se hacen con el teodolito Troughton antes citado, por el método de direcciones y series de ocho vueltas de horizonte (ocho con el círculo vertical a la derecha y ocho con el círculo a la izquierda), prescindiendo del trípode del aparato y estacionando sobre rígidos soportes especialmente construídos sobre el punto de estación.

El número de triángulos observados no es aún suficiente para dar un valor medio de cierre de los de la cadena. Hasta el momento, en los triángulos admitidos, hemos obtenido cierres de 4" a 6", lo que indica que se ha conseguido cumplir las especificaciones para una cadena geodésica de tercer orden, acusándose así los progresos alcanzados en la instrucción del personal y la creciente bondad de los trabajos.

Para la observación de los lados grandes se están construyendo heliotropos con arreglo a un modelo que ha sido ensayado satisfactoriamente. Con ello esperamos mejorar aún más los cierres.

El ajuste de la triangulación se hace por figuras aisladas y por el método de los mínimos cuadrados.

Las grandes altitudes de la Cordillera Central, que llegan a valores superiores a los 3000 m., y la falta de buenas vías de comunicación, dan idea de la magnitud del esfuerzo que representa la empresa.

Adyacente a esta cadena, por el Norte, se tienen estudiadas otras tres figuras; y, adyacente por el Sur, una red compacta de otras siete figuras. En total, otros dieciséis vértices primarios y once secundarios.

En esta zona se completará además la red con una triangulación de carácter topográfico.

A través de las presentes páginas puede apreciarse el afán con que, dentro de nuestras limitadísimas disponibilidades, tratamos de aumentar la bondad de la triangulación. Los primeros resultados conseguidos en el tramo occidental de la cadena

de los 19º son alentadores. Por ello se ha decidido materializar sus vértices sobre el terreno por placas de bronce de 9 cm. de diámetro que llevan las señales e inscripciones pertinentes. Cuando no hay roca donde embutir la placa se construyen pilares de hormigón y se colocan además señales enterradas. Unas y otras se refieren a tres puntos bien determinados del terreno o a tres marcas suplementarias de bronce. Para la protección de estas placas se ha dictado la Ley Nº 845 de 1945 (G. O. Nº 6229) estableciendo sanciones para quienes las destruyan o remuevan.

Es superfluo advertir que a nuestra triangulación no le será dado alcanzar todo el rigor de un trabajo geodésico de alta calidad hasta que terminemos satisfactoriamente los ya largos trámites que exige la adquisición en Suiza de teodolitos Wild T2 y T3 de 0"2 y 1" respectivamente de precisión de lectura, así como las aún más difíciles gestiones para lograr un equipo de hilos o cintas invar para medir bases.

Triangulación ejecutada por la Compañía Seaboard Dominicana de Petróleo, C. por A.

Se compone de tres cadenas que se desarrollan respectivamente a lo largo de los valles de Neiba, San Juan y Cibao. Para la parte central de la primera cadena mencionada se ha aprovechado la triangulación realizada por el Ingenio Barahona (véase gráfico Nº 7).

Fué comenzada en 1943 para servir de canevás al mosaico aerofotográfico y plano de los terrenos que abarca la concesión. Cubre actualmente una zona de 8500 kms². Consta de dos órdenes de triángulos, sumando en total 67 los vértices primarios.

La materialización de los vértices sobre el terreno se hace por un clavo colocado, en el 80% de los casos, en un taladro de la roca, taladro que forma el centro de una cruz tallada en la misma. En los casos restantes, se ha colocado el clavo en la cabeza de estacas de madera de 6" por 6", hincadas hasta un metro de profundidad.

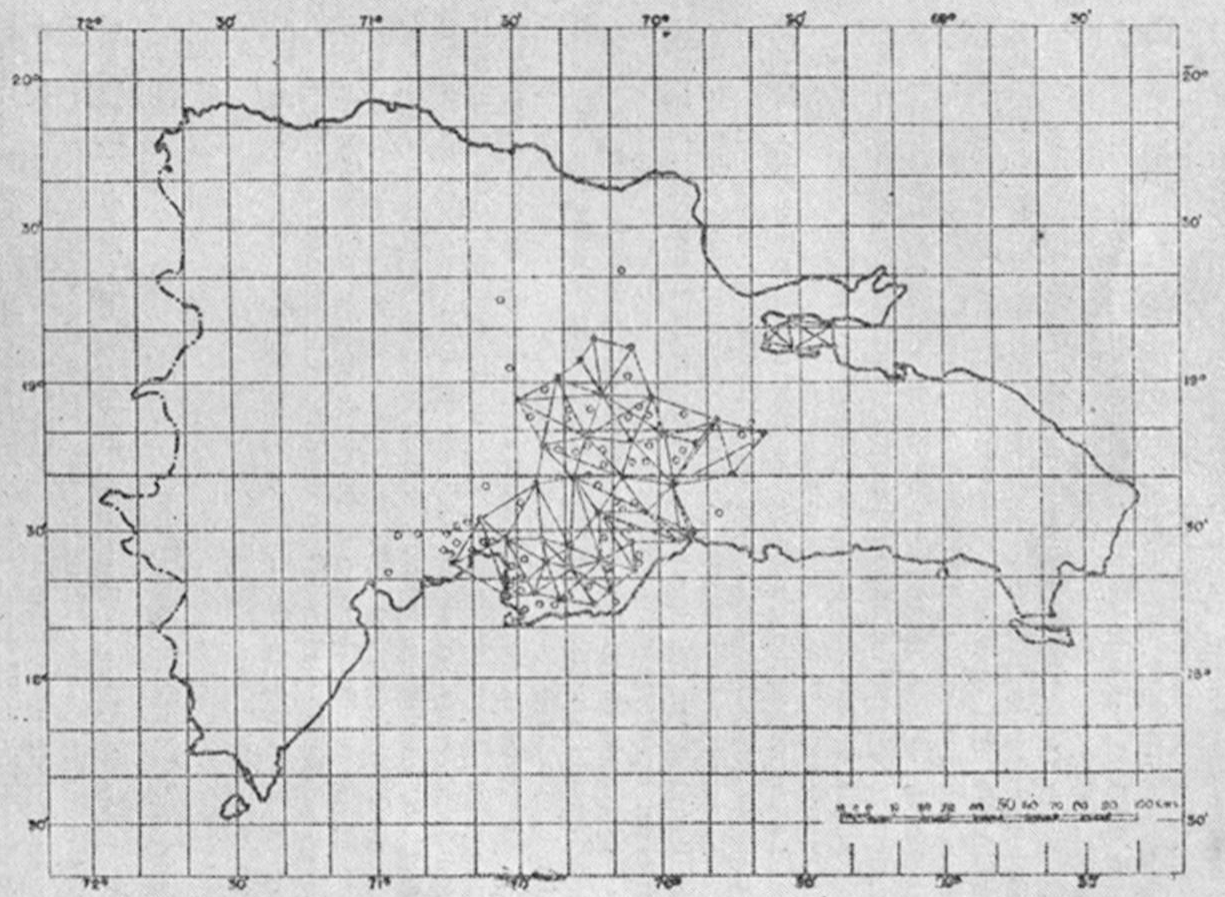
Para la medida de los ángulos se utiliza un tránsito de ingeniero Gurley, de 30" de apreciación en los nonios. Los ángulos se obtienen por seis repeticiones, en cada posición del anteojo.

Las bases se han medido empleando una cinta de acero Lufkin de 100 metros de longitud. Los extremos de la cinta se marcaron con líneas finas de lápiz en las cabezas de estacas de madera hincadas en el suelo.

El ajuste de la triangulación se hace por figuras aisladas.

A continuación damos las características de cada una de las cadenas citadas.

Gráfico V



• Vertices primarios ○ Vertices secundarios Red primaria

Cadena del Valle de Neiba

Es a la que corresponde cronológicamente el primer lugar. El tramo occidental, que cubre 300 kms²., está formado de 13 triángulos que tienen un promedio de error de cierre de 7" y un máximo de 14". El promedio de la longitud de sus lados es es de 14 kms., siendo el valor máximo de 24 kms. y el mínimo de 5.8 kms.

En la Descubierta, extremo occidental de la cadena, se midió una base de 3 034.286 m., aprovechando la playa del Lago Enriquillo. La operación fué practicada un día de sol fuerte, con la cinta apoyada en el suelo, marcando sus extremos en las cabezas de estacas de madera de 3" de diámetro clavadas a ras de tierra. Se tuvo en cuenta la corrección por temperatura, pero se consideró innecesaria la de pendiente. La tensión standard fué mantenida.

La correspondencia entre las dos medidas fué de 1:75 000 y el error probable de la base de 1:225 000.

El acuerdo en longitud de bases, se comprobó sobre la base occidental de la triangulación del Ingenio Barahona, y resultó un error de cierre de 1:18 000.

El tramo central de esta cadena está formado por la triangulación del Ingenio Barahona, de la que nos hemos ocupado antes.

El tramo oriental, que cubre 350 kms²., se compone de 7 triángulos. Parte de la base Este de la red del citado ingenio para ir a cerrar sobre un lado de la triangulación secundaria del U. S. Geological Survey. Este cierre se logró con un acuerdo en distancia de 1:17 000.

El promedio del error de cierre de los triángulos de este tramo es de 6" y el máximo de 13". El promedio de la longitud de los lados es de 15 kms. y los valores extremos de 30.5 kms. y 8 kms.

Cadena del Valle de San Juan

Parte de Azua y llega a la frontera, cubriendo 1500 kms². Está constituída por 22 triángulos, cuyo error de cierre es de un promedio de 10" y el máximo de 20". Los lados tienen una longitud media de 21 kms., siendo el mayor de 33 kms. y el menor de 9 kms.

Como base de partida se tomó el mismo lado secundario de la triangulación del U. S. Geological Survey que sirvió de arranque a la cadena del valle de Neiba, quedando así las dos cadenas enlazadas por el Este.

En las inmediaciones de San Juan de la Maguana, en una

sección recta y casi llana de la carretera Sánchez, se midió una base de 6 003.843 metros. La operación tuvo lugar en un día nublado. Las normas seguidas en la medición fueron las mismas que en la base de La Descubierta, pero teniendo, esta vez, en cuenta la corrección por pendiente. La correspondencia entre las dos medidas fué de 1:55 000 y el error probable de 1:162 000. La relación de incrementación de la base medida a la calculada fué de 1:3.

El acuerdo entre bases se obtuvo con un error de 1:24.000.

Cadena del Cibao

Abarca desde Montecristi a la bahía de Samaná, cubriendo 5500 kms². Esta cadena se está terminando de observar. Parte de una base medida en las inmediaciones de Guayubín y cerrará sobre un lado de la triangulación primaria del U. S. Geological Survey. Tiene además comunes con ésta otros dos vértices.

Consta de 34 triángulos, cuyo error de cierre es de un promedio de 6" y alcanzando como máximo 12". La longitud de sus lados tiene un valor medio de 21 kms., siendo el mayor de 41 kms. y el menor de 6.5 kms.

La base de Guayubín tiene 6 817.616 m. y fué medida sobre un tramo de camino recto y casi llano, durante la noche, con la cinta suspendida entre apoyos distantes 25 metros, formados por estacas de 4" de diámetro. Fueron practicadas las correspondientes correcciones de pendiente, catenaria, tensión y temperatura, y su longitud reducida al nivel del mar. La correspondencia entre las dos medidas fué de 1:243 500, dando un error probable de 1:722 000. La relación de incrementación de la base medida a la ampliada es de 1:2.5.

Como la observación aún no está terminada se desconoce el error de cierre sobre el lado del U. S. Geological Survey.

Esta cadena enlazará en la bahía de Samaná con la que están realizando en aquella zona el Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales.

Puntos fijados astronómicamente en la costa

Aunque propiamente no forman parte de la triangulación, como se aprovechan también como puntos fundamentales, no queremos terminar este capítulo sin hacer referencia a los que dejó establecidos el U. S. Hidrographic Office para confeccionar las cartas náuticas correspondientes a la isla.

En las costas del territorio nacional existen 27 de estos puntos. Los de Ciudad Trujillo y de Puerto Plata son los más pre-

cisos. Del primero ya hemos tratado al ocuparnos de la triangulación del U. S. Geological Survey. La latitud del segundo fué determinada por 21 observaciones, con un error de 19", y la longitud por cinco señales horarias. Para los 25 puntos restantes la latitud fué obtenida por el método de la distancia cenital y la longitud por cronómetros portátiles. La incertidumbre de sus posiciones geográficas es la propia de esta clase de trabajos. En ocho de los vértices secundarios ésta es de 15 metros en las latitudes y de 150 en las longitudes.

IV

ELIPSOIDE DE REFERENCIA. CALCULOS Y AJUSTE DE LA TRIANGULACION

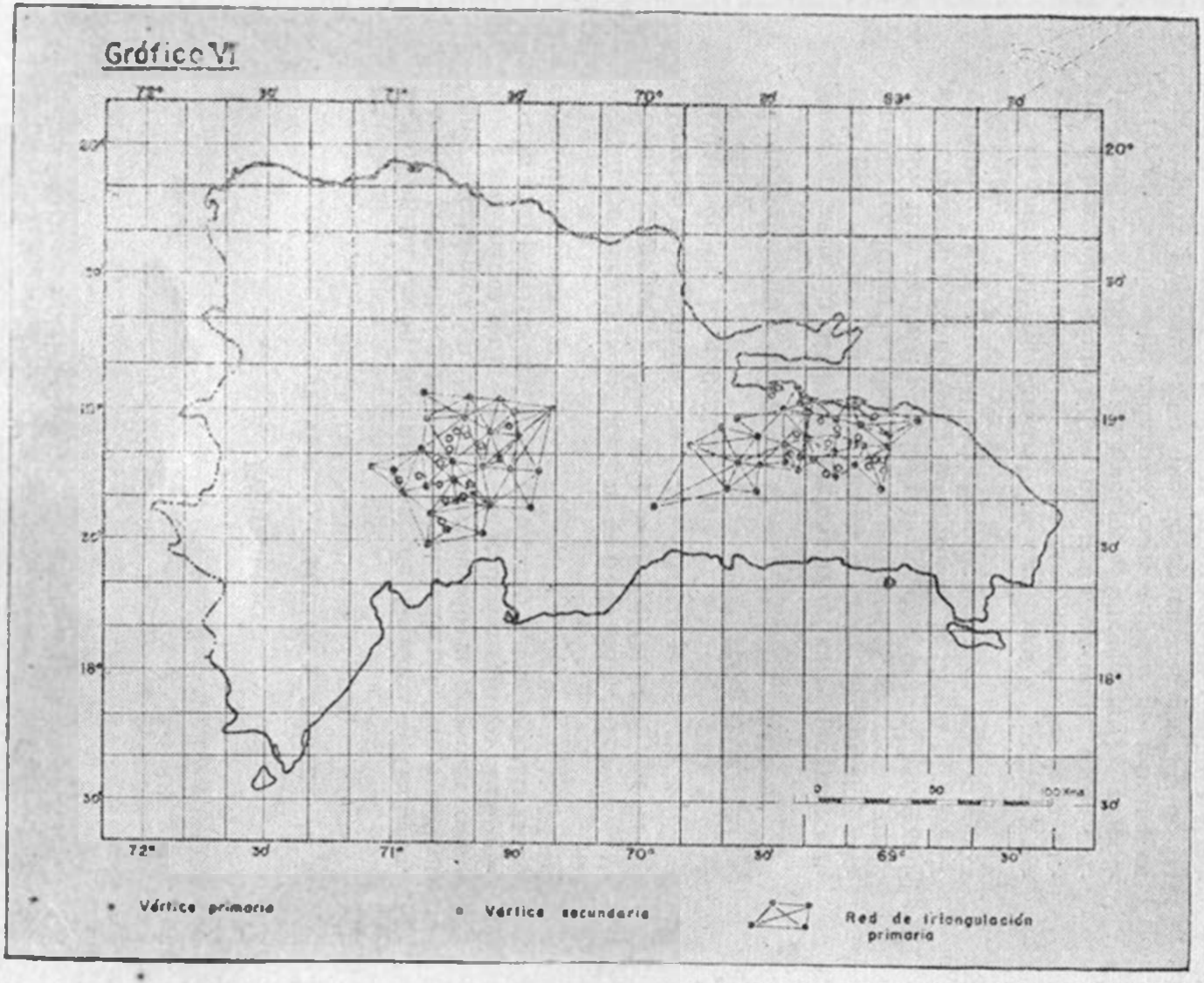
En 1924, la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, a la que la República Dominicana está adherida, en Asamblea General celebrada en Madrid, recomendó la adopción como forma matemática de la Tierra y base de los cálculos el elipsoide obtenido por Hayford según el método llamado de las áreas, cuyas dimensiones son:

Semi eje mayor	$a = 6\,378\,388^m \pm 18^m$
Semi eje menor	$b = 6\,356\,909$
Inverso del aplanamiento	$\frac{1}{r} = 297.0 \pm 0.5$
Cuadrado de la excentricidad	$e^2 = 0.0067237 \pm 0.0000120$
Longitud de un cuadrante	$Q = 10\,002\,288.3$ metros

Pero, en atención al desproporcionado esfuerzo que representaría para muchos países que tienen su triangulación muy adelantada recalcular la labor de varios decenios, se reservó aquel elipsoide internacional para los trabajos de alta geodesia, dejando en libertad a las naciones miembros de la Unión para seguir utilizando en su cartografía el elipsoide por ellas hasta entonces empleado.

Es indudable que los trabajos científicos de interés general, en los que intervienen países vecinos, o todos los de la Tierra, deben guardar unidad, y, por tanto, ejecutarse según normas uniformes. Entre estos trabajos se encuentran los geodésicos y cartográficos de cada país, cuya utilidad no termina en sus costas y fronteras, sino que deben enlazar con los de las naciones adyacentes o contiguas formando un conjunto armónico. Como esta unidad es muy de desear a través de todo el Nuevo Continente, la II Reunión Panamericana de Consulta sobre Geografía y Cartografía, promovida por la Comisión de

Gráfico VI


72°
30'
71°
30'
70°
30'
69°
30'
20°
30'
19°
30'
18°
30'
0
50
100 Kms
Vértice primario
Vértice secundario
Red de triangulación primaria

Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, en sesión plenaria celebrada en Río de Janeiro el 25 de agosto de 1944, resolvió someter a la consideración de los gobiernos de las naciones americanas la adopción general del elipsoide internacional antes citado.

Nuestro país aceptó inmediatamente esta sugerencia, promulgándose el Decreto Nº 2403 de 1945 (G. O. Nº 6204), por el que se declara el empleo de aquel elemento de referencia con carácter oficial.

Ahora bien, el elipsoide utilizado por el U. S. Geological Survey en los cálculos de la Carta Topográfica de la República Dominicana, fué el de Clarke, de 1866. Como hemos dicho, nuestros trabajos actuales se basan en los entonces iniciados, siendo prácticamente continuación de aquéllos. Además, en el momento de tomarse en Río de Janeiro aquel acuerdo, llevábamos ya muy avanzados nuestros cálculos, por lo que hubiera sido sumamente perturbador recomenzar unos y otros. Por tal motivo, en el decreto antes citado figura un párrafo que dispone que los trabajos en curso de ejecución sigan basándose en este último elipsoide (1). Este, es, pues, el elemento de referencia que seguimos empleando en la computación de los triángulos y en el cálculo del canevás de la proyección. Los valores del elipsoide de Clarke (1866), que es todavía el más empleado en América (2), son:

$$a = 6\,378\,206.^{m}\,4$$
$$b = 6\,356\,583.^{m}\,8$$
$$\frac{1}{f} = 294.88$$
$$e^2 = 0.0067686580$$
$$Q = 10\,001\,869 \text{ m.}$$

En tanto no puedan medirse bases de comprobación, la red se ajusta por figuras aisladas, partiendo de los valores hallados en la triangulación geodésica practicada anteriormente por el referido U. S. Geological Survey, y cerrando, provisionalmente, en las bases medidas por otros servicios.

La compensación del tramo occidental de la cadena del paralelo de los 19º, dado su mayor precisión, se hace por el método de los mínimos cuadrados.

(1) Para el paso de los elementos de uno a otro elipsoide véase el informe Nº 35 del Instituto Geográfico y Geológico.

(2) Clement L. Garner, jefe de la División de Geodesia del U. S. Coast and Geodetic Survey ha confirmado recientemente que el elipsoide de Clarke de 1866 resulta aún satisfactorio para todos los fines prácticos.

V

SISTEMA DE PROYECCION

SABIDO ES que mientras estemos dentro de los límites entre los que es posible admitir que una porción de la superficie terrestre es plana no se presentan dificultades para su representación gráfica: plana la Tierra y plano el papel sobre el que hay que dibujarla, puede trazarse sobre este último una imagen del terreno de modo que el original y el dibujo sean enteramente semejantes, es decir, que los ángulos en la carta sean iguales a sus homólogos del terreno y las distancias y superficies sean proporcionales a las verdaderas con arreglo a la escala de reducción elegida.

Pero, cuando por ser grande la región a representar o mucha la precisión que se persigue, debe tomarse en consideración la curvatura terrestre, hay que enfrentarse entonces con el insoluble problema de reproducir exactamente sobre un plano una superficie esférica. No siendo desarrollable esta última, es imposible que el mapa y el original conserven en todas sus partes las debidas proporciones: forzosamente han de aparecer en el primero alargamientos, contracciones o distorsiones, al igual que sucede cuando tratamos de adaptar un trozo de pelota de goma sobre el tablero plano de una mesa, lo que no se consigue sin estirar, comprimir o desgarrar el pedazo de goma y con él las figuras grabadas en su superficie; o cuando, a la inversa, se pretende envolver una esfera con un papel, lo que nos obliga a plegarlo y arrugarlo, y ni aún así se logra la perfecta coincidencia entre ambos.

La representación fidedigna de la superficie terrestre, en el sentido geométrico, únicamente es posible mediante los llamados globos terráqueos; pero, las ventajas de esta rigurosa semejanza vienen anuladas por la incomodidad en su manejo a bordo de buques, aviones o automóviles, por la dificultad de construirlos de gran tamaño y por lo penoso que resultaría tener que efectuar los estudios técnicos sobre ellos.

De ahí que, para la transformación de los cálculos en lo que se llama carta o mapa, haya necesidad de emplear sistemas de representación plana, llamados proyecciones cartográficas, que obedeciendo a ciertas leyes analíticas, geométricas o empíricas, anulen, o por lo menos conviertan en despreciables, aquellas de las deformaciones cuya presencia en el mapa sea más perjudicial a los fines a que se destina, o, si el mapa no ha de responder a ninguna condición primordial, conduzcan a que sea mínimo el conjunto de todas las anamórfosis. Es evidente que si la carta debe servir para estimaciones catastrales, se impone que las áreas guarden la debida equivalencia, aun cuando haya de renunciarse a la semejanza de forma; en cambio, si la carta es destinada al estudio de rutas marítimas o aéreas, lo fundamental será conservar las direcciones; y si lo que se persigue es conocer la longitud de ciertos itinerarios, es esencial que se altere lo menos posible la proporcionalidad en las distancias, etc. (1).

El mapa que estamos confeccionando está destinado a uso general, es decir, no debe satisfacer de modo preferente o exclusivo a ninguna condición predeterminada; y nuestro propósito es obtener una representación fiel del territorio nacional, lo mismo en una que en otra de sus partes que en su totalidad. Debemos, pues, emplear un sistema de proyección de aquellos que, sin anular ninguna de las deformaciones lineal, angular y superficial, hagan que éstas no excedan de cierto límite. La proyección que se usa es la policónica.

Esta elección no es resultado de un proceso analítico de investigación del sistema más conveniente para el caso, teniendo en cuenta el objeto y la escala del mapa, la forma y posición geográfica de la Isla de Santo Domingo y la sencillez de cálculo y dibujo del canevás. Más adelante, cuando salidos del apremio actual de lograr una carta preliminar que llene las urgentes necesidades cartográficas del país, podamos ocuparnos de confeccionar con calma y bajo las más rigurosas normas la carta definitiva, el Instituto Geográfico emprenderá los estudios pertinentes para elegir el más apropiado sistema de proyección, siguiendo para ello el camino señalado por Tissot, que es el adoptado por los tratadistas modernos.

No debe, de ningún modo, pensarse por ello que nuestra carta preliminar tiene un sistema inadecuado de proyección. En países de las dimensiones reducidas del nuestro las ventajas de

(1) El Instituto Geográfico y Geológico tiene estudiadas varias proyecciones para la República Dominicana. Véanse los informes Nos. 16, 22 y 26, que llevan respectivamente por título: *Proyección cónica equidistante con un paralelo tipo, El sistema policónico de proyección* y *La proyección gnomónica sobre el horizonte de Ciudad Trujillo.* Este último próximo a imprimirse por la Universidad de Santo Domingo en sus Publicaciones.

un método de representación sobre otro no son en realidad de mucha monta, siempre que los que se comparen sean adecuados. Los errores de construcción y la distorsión del papel exceden en general a las propias del sistema de proyección empleado. Además, estando nuestro mapa subdividido en hojas, correspondientes cada una a zonas pequeñas de terreno, y teniendo el levantamiento cierto carácter expedito, son aún de menor cuantía aquellas diferencias (1).

El haberse adoptado la proyección policónica se debe a ser la empleada por el U. S. Geological Survey en las cinco hojas publicadas de la Carta Topográfica; por lo que, si nuestro trabajo ha de ser un complemento de ellas, justo es que utilice el mismo método de representación (2).

Limitando el uso de esta proyección a zonas comprendidas entre dos meridianos próximos o subdividiendo la carta en hojas que reúnen esta condición, el sistema resulta muy satisfactorio. Las personas a quien pueda interesar un mayor conocimiento de esta proyección y el modo como se traza el canevás, pueden consultar el informe Nº 22 de este Instituto, donde se explica con todo detalle su fundamento y en el que figuran tablas especialmente calculadas para nuestras latitudes.

(1) En el mapa mural a escala 1:200 000, de que luego hablaremos, las ventajas de uno u otro sistema son ya dignas de tener en cuenta.

(2) Esta proyección es usada también por los Estados Unidos de Norteamérica, por el Perú y por Uruguay.

VI

DESCOMPOSICION EN HOJAS Y DIBUJO DE LA CARTA. OTROS MAPAS QUE SE BASAN EN ELLA

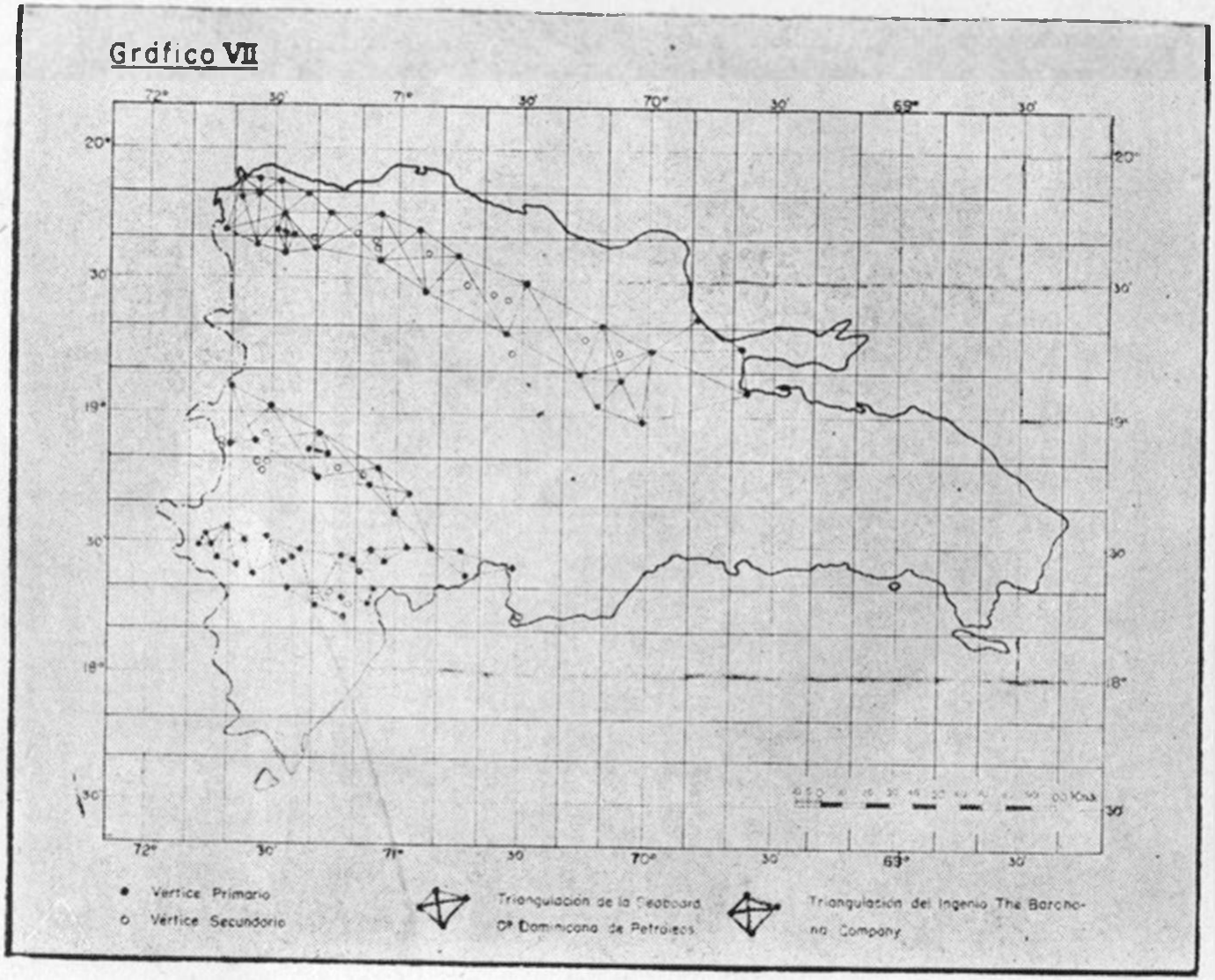
RESPECTO DE la descomposición en hojas adoptada, ya hemos indicado que era en cuadrángulos de 30' por 30', en número de treinta. Réstanos únicamente añadir que estas hojas se designan por el sistema rectangular de coordenadas, mediante letras y números (véase gráfico Nº 1); así, la hoja correspondiente a Puerto Plata se nombra simplemente por B-8. Dentro de cada hoja, los pequeños cuadrángulos de 10' de lado, se distinguen agregando a la designación de la hoja a que pertenecen las letras a, b, c, . . . j, siguiendo el orden de Oeste a Este, y de Norte a Sur. De acuerdo con esto, el pequeño cuadrángulo en que queda Ciudad Trujillo se reconoce por el símbolo E-10, a. La clave acabada de reseñar se emplea en el Instituto Geográfico y Geológico con carácter general como referencia de situación, y, especialmente, en el archivo de toda clase de datos, mapas, y planos. Las hojas, una vez terminadas, llevarán, además, el nombre de la población más importante que contengan.

Por lo que se refiere a la escala empleada, ya anticipamos oportunamente que es la de 1:100 000. En cuanto a las normas que se siguen en el dibujo del detalle topográfico de las hojas, procuramos sujetarnos a los signos convencionales empleados por el tantas veces citado U. S. Geological Survey, usándose en las minutas cuatro colores: negro, rojo, azul y siena.

Con signos propios para cada uno, se registran los siguientes accidentes topográficos naturales o artificiales:

Núcleos de población y edificaciones: Capital de la República, capitales de provincia, cabeceras de común, secciones (mediante el dibujo de grupos de casas repartidos proporcionalmente a la densidad de viviendas), lugares, ermitas, ruinas, paraderos y cuevas.

Gráfico VII


72°
30'
71°
30'
70°
30'
69°
30'
20°
30'
19°
30'
18°
30'
Vértice Primario
Vértice Secundario
Triangulación de la Gleaboard Co. Dominicana de Petróleos
Triangulación del Ingenio The Barchona Company

Vías de comunicación: Carreteras principales, carreteras secundarias, caminos carreteros transitables en tiempo de seca, caminos de herradura, sendas. Ferrocarriles, incluso los de servicio interior de los ingenios azucareros.

Hidrografía: Ríos, arroyos, torrentes, quebradas, cañadas, lagunas, de agua constante e intermitente, terrenos pantanosos, canales, saltos de agua, pozos, playas.

Orografía: Está representada por cuvas de nivel, de 50 m. de equidistancia, y puntos acotados. Escarpados.

Obras de fábrica: Puentes, faros, puertos, aeródromos, ingenios azucareros, plantas industriales importantes, cementerios, estaciones de ferrocarril.

Minería: Minas, salinas, canteras, pozos de petróleo.

División política: Límites de la República, y los interprovinciales e intercomunales, a medida que son aprobados por la ley como resultado de los estudios realizados por la Comisión de Límites Geográficos Nacionales.

Puntos fundamentales: Vértices de triangulación primarios y secundarios establecidos por el U. S. Geological Survey y vértices de la misma clase establecidos recientemente por la Comisión de Límites y el Instituto Geográfico y Geológico y la Compañía Seaboard Dominicana de Petróleo.

Cada una de las hojas llevará dibujado en sus márgenes pequeños cuadros indicativos: a) de la situación relativa y nomenclatura de las hojas adyacentes; b) de la red de triangulación de diversos órdenes que le sirve de control horizontal, así como de las poligonales primarias; c) de la precisión, procedencia y fecha de los datos del relleno topográfico. De este modo todos conocerán la garantía que merecen las distintas partes de la hoja y podrá ser ésta mejor utilizada por los técnicos. La hoja llevará también un cuadro con signos convencionales y escalas gráficas en kilómetros y en millas.

Al propio tiempo que se confecciona la Carta Preliminar, objeto del presente informe, el Instituto Geográfico está dibujando, a base de los mismos datos, una reducción a escala 1:200 000, con miras a conseguir un mapa mural. La menor escala, y, por tanto, el necesitar menos rigor y detalle, nos permiten trabajar con una mayor flexibilidad, de modo que se espera tenerla terminada en un plazo más breve, consiguiendo así una especie de anticipo de aquella.

El diferente fin a que se destina el mapa mural hacen que existan algunas diferencias con la Carta Preliminar. A más de las propias de la escala, en primer término hay que decir que se compone de una sola hoja, o mejor explicado: así como la carta preliminar, que consta de 30 hojas, vienen a ser treinta proyecciones distintas, cuyo meridiano central es el central de cada hoja, aquí se trata de una proyección única, cuyo meridiano central, para todo el mapa, es el de los 70º W. de Greenwich. Resulta así un mapa cuyas dimensiones son de unos dos metros de alto por otros dos de ancho; es decir, la superficie de nuestro territorio aparece cuatro veces más grande que como figura en el conocido mapa Moya y en el compilado por el Ingeniero Gómez. Para la representación del relieve se sigue el sistema hipsométrico, indicando por distintos colores las tierras bajas, medias, altas y alpinas, y éstas a su vez quedan subdivididas por diferente intensidad de los colores según la siguiente escala:

Tierras submarinas	Más de 180 m. de profundidad
	Entre 20 y 180 m. de profundidad
	Menos de 20 m. de profundidad
Tierras bajas	Menos de 100 m. de altitud
	Entre 100 y 200 m. de altitud
Tierras medias	Entre 200 y 500 m. de altitud
	Entre 500 y 1000 m. de altitud
Tierras altas	Entre 1000 y 1500 m. de altitud
	Entre 1500 y 2000 m. de altitud
Tierras alpinas	Más de 2000 m. de altitud.

Basado también en los datos de la carta preliminar, el Instituto Geográfico y Geológico tiene en preparación un "Atlas de la República Dominicana". Las dimensiones de las páginas de esta obra serán de 50 cms. por 40 cm. Los mapas principales tendrán la escala de 1:1 000 000 y los mapas complementarios la de 1:2 000 000. Las minutas de unos y otros están siendo dibujadas a escala doble.

VII

ESTADO DE AVANCE Y CALIDAD DE LOS RESULTADOS CONSEGUIDOS

LA SUPERFICIE hasta el presente triangulada es de cerca de las dos quintas partes del territorio nacional. En el capítulo III se han proporcionado datos suficientes para que cualquier ingeniero o agrimensor pueda formar concepto de la bondad de las distintas partes de la red. Para quienes no están versados en la materia, añadiremos que dicha red cumple por su precisión y homogeneidad el esencial cometido de servir de canevás fundamental de la Carta Preliminar; pero, hay que salir al paso de la posible creencia de que se está cubriendo el país de una rigurosa triangulación geodésica, en el más alto sentido que científicamente ello representa. La parte de triangulación realizada por el U. S. Geological Survey, que, dados los elementos y personal instruído con que contaba, es la de mayor precisión, se acerca a una red geodésica de segundo orden, sin que llegue a ajustarse estrictamente a sus especificaciones. Sigue en bondad la triangulación que por el tramo occidental de la cadena del paralelo de los 19º están llevando a cabo la Comisión de Límites Geográficos Nacionales y el Instituto Geográfico y Geológico, que reúne las condiciones necesarias para clasificarse como geodésica de tercer orden, y confiamos en que se acercará mucho al segundo orden.

La extensa triangulación de la Seaboard Dominicana de Petróleo se aproxima bastante al tercer orden geodésico, sin que en rigor podamos decir que está dentro de tal categoría. La triangulación establecida por nosotros en la región oriental del país, es prácticamente de la misma precisión que la de la Seaboard, consiguiéndose así la deseable uniformidad de la red.

La red geodésica nacional, de orden superior, capaz de servir a los elevados fines de la Geografía Matemática, tales como la medida de arcos de círculo terrestre, determinación de la forma de la tierra, estudios gravimétricos y de la desviación de la

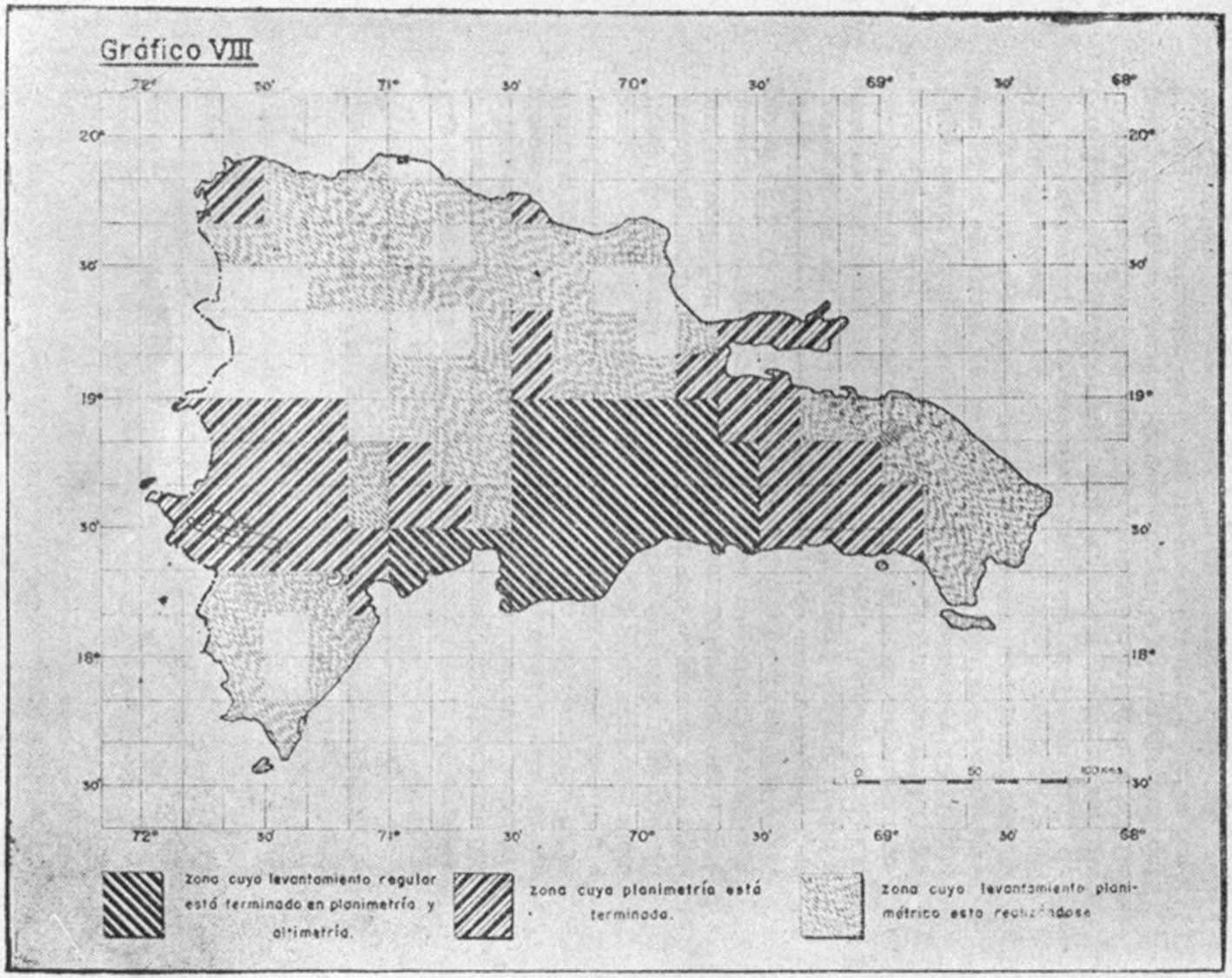


Gráfico VIII
72°
30'
71°
30'
70°
30'
69°
30'
68°
20°
30'
19°
30'
18°
30'
0
50
100 Kms
Zona cuya levantamiento regular está terminado en planimetría y altimetría.
Zona cuya planimetría está terminada.
Zona cuyo levantamiento planimétrico esta realizándose

vertical, y hasta confección de la carta definitiva, queda pendiente de ejecución [1]. Se emprenderá cuando se disponga de los instrumentos y del tiempo que tan difícil operación requiere, y sobre todo cuando hayamos salido del apremio de conseguir la carta preliminar. Entonces los trabajos actuales prestarán una valiosa ayuda para planear los de aquella precisa red geodésica, y todos ellos, encuadrados en la red de primer orden, ganarán extraordinariamente en valor.

Respecto a la extensión de mapa terminado podemos anunciar que es de 20500 kms^2., en los que quedan incluidos los 8000 kms^2. correspondientes a las hojas levantadas por los norteamericanos, que han sido cuidadosamente puestas al día por nosotros.

De estas cifras y del examen del gráfico Nº 8 se desprende que el avance obtenido en los dos años y medio que se lleva trabajando es notable. Pero estimamos necesario advertir que, de ahora en adelante, por haber quedado agotadas las fuentes de datos ya existentes, la progresión será más lenta. Lo que falta por levantar deberá obtenerse exclusivamente por trabajos propios, precisamente en partes del país como la Gran Cordillera Central, la zona de los Haitises, la Sierra de Bahoruco, el valle del Artibonito, etc., que presentan las máximas dificultades materiales.

El mapa que se va obteniendo registra en planimetría abundante detalle y resulta de una exactitud superior a lo que era de esperar en un levantamiento expedito de esta clase. En altimetría no es tan completo, puesto que necesitándose el mapa urgentemente para los estudios de delimitación territorial ha tenido que sacrificarse la obtención del relieve en favor de un más rápido progreso de la planimetría. No obstante, el mapa contiene un cierto número de cotas precisas y registra otras obtenidas barométricamente.

Hasta la fecha sólo se tienen dibujadas en limpio, en papel tela y a un solo color, las hojas que ha necesitado la Comisión de Límites Geográficos Nacionales para presentar sus proyectos de delimitación. Para el resto del mapa están confeccionadas las correspondientes minutas a escala de 1:100 000, no estando aún determinado dónde ni cómo se editarán las hojas. En la actualidad se proporcionan copias heliostáticas.

Constituye un alentador motivo de satisfacción para el Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales el haber comprobado en repetidas ocasiones que la carta que confeccionan, aún sin estar terminada y pese a los

[1] Son muy pocos los países americanos que tienen iniciados esta clase de trabajos.

inevitables pequeños defectos que por su carácter expedito ha forzosamente de contener, ha prestado ya útiles servicios, no sólo en los trabajos propios de estos dos organismos, sino a distintos departamentos oficiales, a varias empresas particulares y aun a organismos extranjeros y de carácter internacional.

Para terminar, diremos que con la carta básica a escala 1:100 000, compuesta de treinta hojas, y apropiada para estudios técnicos; con el mapa mural hipsométrico, a escala 1:200 000, que por reducción a las escalas 1:250 000 y 1:500 000 puede ser matriz de los mapas especiales; y con el Atlas que contendrá una colección de mapas a escalas de 1:1 000 000 y 1:2 000 000, la República Dominicana contará con una completa cartografía, capaz de hacer frente a todas sus necesidades.

INDICE

Artículo 2º de la Ley Nº 1398 de Organización Universitaria, promulgada el 21 de octubre de 1937, modificado por la Ley Nº 529, promulgada el 29 de febrero de 1944.

"Art. 2.—La Universidad de Santo Domingo es un establecimiento público y un sujeto activo y pasivo de derecho, con las limitaciones establecidas por la ley."

"Párrafo.—Siendo la Universidad un organismo legalmente autónomo, las opiniones que emitan sus profesores en sus cátedras, cursos libres, conferencias o lecciones y actuando como Catedráticos de dicho alto Centro Docente en cualquiera de sus Facultades, no comprometen en nada al Gobierno dominicano, quien no se hace solidario de las mismas."

Este folleto se acabó de imprimir en los talleres de la Editora Montalvo, calle Arzobispo Meriño, 44-46, de Ciudad Trujillo, República Dominicana, el día quince de octubre de mil novecientos cuarenta y cinco, y estuvo al cuidado de su autor y de la sección de publicaciones de la Universidad. La tirada consta de 500 ejemplares.