

INFORME DE LA COMISION OBSERVADORA DEL ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 3 DE FEBRERO DE 1916

JULIO GARAVITO ARMERO, JORGE ALVAREZ LLERAS

INTRODUCCION

Tres son los puntos de vista desde los cuales puede interesar el espectáculo que ofrecen los eclipses totales de sol. El primero tiene por objeto determinar a un instante dado la posición de la luna con relación al sol.

El segundo punto de vista tiene por objeto constatar los aspectos que presentan las cubiertas radiantes que envuelven la esfera luminosa del sol, las cuales pueden ser vistas a causa de la ocultación del astro del día por el cuerpo opaco de la luna: este aspecto interesa a la parte cualitativa del ramo astronómico.

El tercer aspecto de la cuestión se refiere a la constatación de los efectos que debe producir el natural descenso de la temperatura sobre la presión atmosférica, el estado higrométrico, etc. etc., así como también los efectos fisiológicos que experimenta el organismo humano y las manifestaciones de los animales, según las cuales se comprueba que estos seres no están desprovistos de la facultad de observación.

Las observaciones de los eclipses, desde el punto de vista de la Astronomía de posición, presentan un interés especial fácil de comprender.

Las desigualdades de las coordenadas de la luna, tal como se deducen de la teoría de la gravitación, teniendo sólo en cuenta la acción perturbadora del sol, son de la forma

$$C_n \text{ sen } [P_n D + P'_n F + q_n l q'_n v']$$

en la cual C_n es una constante dependiente de las excentricidades de las órbitas de la tierra y la luna, del semieje de la órbita de la luna, de su inclinación sobre la eclíptica y de la relación de los movimientos medios del sol y de la luna: p_n y p'_n . q_n y q'_n son números enteros D y F son las distancias medias de la luna al sol y al nodo, l y v' las anomalías medias de la luna y del sol. En muchos de estos términos se tiene $q'_n = 0$ y se reducen a términos de la forma

$$(a) \quad C_n \text{ sen } [P_n D + P'_n F]$$

mientras los otros afectan la forma

$$(b) \quad \frac{C_n \text{ sen } \left\{ P_n D + P'_n F \right\} \cos \left\{ q_n l \right\} \text{ sen } \left\{ q'_n v' \right\}}{C_n \cos \left\{ q_n l \right\} \cos \left\{ q'_n v' \right\}}$$

En los eclipses de la misma clase, de sol o de luna, referentes al mismo nodo, los argumentos D y F toman sensiblemente los mismos valores; el cambio, pues, en la longitud de la luna, entre las dos épocas de los eclipses citados, sólo depende del movimiento medio de ésta y de los términos de la forma (b). Además, escogiendo eclipses convenientemente separados, se podrán eliminar también los términos que contengan el argumento l , el v' o ambos a la vez.

En el catálogo de las observaciones de todos los eclipses se tendrá un conjunto de datos útiles para la determinación del movimiento medio de la luna, elemento muy interesante, en atención a que no se ha podido determinar de una manera rigurosa por la sola teoría. Además, dichos datos sirven también para determinar el movimiento medio del nodo.

La observación de los contactos en los eclipses de luna es muy incierta. Los contactos externos en los eclipses de sol, y aun los internos en los anulares, no son muy precisos a causa de la luz solar; pero los contactos internos en los eclipses totales son perfectamente definidos, lo que los hace más interesantes aún. El creciente luminoso disminuye de espesor hasta reducirse a un arco brillante; éste se descompone en una serie de puntos brillantes (granos de Bailly), los cuales disminuyen rápidamente en número hasta desaparecer por completo: este es el instante del primer contacto. El segundo contacto interno es el instante que antecede a la aparición de los granos de Bailly.

No sólo los eclipses de sol sirven para determinar la ley de variación del movimiento medio de la luna, sino también para hallar el error del sol en longitud.

En las observaciones meridianas las declinaciones de los astros pueden determinarse con la precisión que permiten la incertidumbre de la refracción atmosférica y la finura del instrumento;

la ascensión recta se determina por el instante del paso por el meridiano, esto es, por medio del tiempo. Ahora bien: dada la rapidez relativa de la rotación de la tierra, un error de dos décimos de segundo en los contactos con los hilos produciría un error de tres segundos de arco en la ascensión recta.

Las observaciones meridianas del sol no sólo están afectadas de esa falta de precisión, sino que no pudiendo observarse estrellas antes ni después de un intervalo de tiempo de seis horas, es necesario computar la marcha del reloj en ese intervalo, asignándole el valor que resulta de la marcha media en veinticuatro horas.

Al contrario, las observaciones de los contactos internos en un eclipse de sol son datos de alta precisión, pues un error de un kilómetro en la posición del lugar produciría un error inferior a seis décimos de segundo de arco en la línea que une el centro de la tierra al de la luna con relación a la línea que va del centro de la tierra al sol.

En lo que respecta a Colombia, la observación del eclipse de sol de 1916 presentaba un interés particular como medio de verificación de las posiciones astronómicas recientemente tomadas por la Oficina de Longitudes, pues las diferencias entre la observación y el cálculo han sido las mismas próximamente en los lugares en que la observación de los instantes se ha hecho con precisión, lo cual demuestra que las posiciones relativas están muy exactas. Como las longitudes se han referido al Observatorio de Bogotá, y el valor de la longitud absoluta de este Observatorio no es aún definitivo, la observación del eclipse servirá para establecer la ecuación de los errores entre las posiciones del sol, la luna y el error en longitud de Bogotá.

El segundo aspecto interesante de la cuestión se refiere al estudio del sol. Pero sucede siempre en todo orden de estudios que los primeros datos recogidos son los más fecundos. Esto ha acontecido con las observaciones solares durante los eclipses totales desde 1842 para acá. Las primeras observaciones a este respecto dieron a conocer las protuberancias, la cromósfera y la corona. Las subsiguientes sirvieron para distinguir dos clases de protuberancias: las eruptivas y las quiescentes; y para hallar en ellas el hidrógeno y el helio. La cromósfera fue subdividida en dos capas, y en la corona se halló una raya brillante en el verde, la cual se atribuyó a un gas hipotético llamado el coronio.

Jansen y Lokyer inventaron la manera de continuar el estudio estadístico de las protuberancias solares fuera de los eclipses totales, y varios observatorios se dedican hoy día a recoger esta clase de datos. Además, Deslandre ha logrado estudiar la cromósfera solar proyectada sobre el disco mismo del astro radiante. En el Observatorio de Meudon se lleva una estadística continua de los estudios solares que hace superfluo el empleo del espectroscopio en los eclipses de sol.

La corona es la capa que no ha podido ser observada sino durante la totalidad. Importaba pues tomar su imagen fotográfica para contribuir a constatar si aquella cubierta participa o no de la oscilación undecenal, que parece sufrir la radiación solar.

Quedan así definidos los fines principales de la observación, y para entrar en materia se divide el estudio objeto de este Informe en cinco partes.

La primera parte contiene los cálculos de previsión referentes a las fases del eclipse para diversos lugares del país. Estos cálculos se efectuaron para Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta, Ocaña, Medellín, Envigado y Puerto Berrío.

La segunda parte se refiere a la observación en Puerto Berrío, con descripción de los instrumentos empleados, de los métodos de que se hizo uso, de las condiciones de la localidad, etc., juntamente con una relación descriptiva del fenómeno en sus diversos aspectos.

En la parte tercera figuran todas las operaciones relacionadas con la fijación del lugar y determinación del estado cronométrico: allí figura una serie de observaciones para determinar la hora con pasos meridianos, y cambios de señales con Bogotá.

En la cuarta parte se inserta la ecuación entre las posiciones del sol, la luna y el error de longitud de Bogotá.

Y en la quinta y última parte se hace un resumen de las conclusiones generales a que llegó la Comisión.

* * *

1ª PARTE

Cálculos de previsión referentes a las fases del eclipse para diversos lugares del país.

CALCULO PARA BOGOTA

Constantes $\left\{ \begin{array}{l} \text{Latitud geográfica} = 4^{\circ} 35' 55'' 2 \text{ N.} \\ \text{Longitud geográfica} = 4^{\text{h}} 56^{\text{m}} 23^{\text{s}} 5 \text{ al W de Greenwich.} \\ \text{Log } r \text{ sen } \phi' = 8.90107 + \\ \text{Log } r \text{ cos } \phi' = 9.99860 + \end{array} \right.$

Cálculo del principio.

Hora supuesta = 2^h 5^m de Greenwich.

NOTACION		NOTACION	
Log r cos ϕ'	9.99860 +	Log r cos ϕ'	9.99860 +
Log sen (H + L)	9.85927 -	Log cos d	9.98106 +
Log ξ	9.85787 -	Log cos (H + L)	9.83923 +
Log r sen ϕ'	8.90107 +	Log ζ_2	9.81889 +
Log cos d	9.98106 +		$\zeta_2 = + 0.659010$
Log η_1	8.88213 +		$\zeta = + 0.635995$
	$\eta_1 = + 0.076231$	Log constante	7.63992 +
Log r cos ϕ'	9.99860 +	Log r cos ϕ'	9.99860 +
Log sen d	9.46093 -	Log cos (H + L)	9.83923 +
Log cos (H + L)	9.83923 +	Log ξ'	7.47775 +
Log η_2	9.29876 -		$\xi' = + 0.0030033$
	$\eta_2 = - 0.198957$	Log constante	7.63992 +
	$\eta = + 0.275188$	Log ξ	9.85787 -
Log r sen ϕ'	8.90107 +	Log sen d	9.46093 -
Log sen d	9.46093 -	Log η'	6.95872 +
Log ζ_1	8.36200 -		$\eta' = + 0.0009093$
	$\zeta_1 = - 0.023015$		

Coordenadas de la luna (Datos de "The American Ephemeris" — 1916)

X = - 1.20415	Y = + 0.04550	Log n sen N = 7.7640416 +
X' = + 0.0088125	Y' = + 0.0036074	Log n cos N = 7.4310580 +
$l_1 = + 0.54235$		Log tang N = 0.3329836 +
Log tang $f' = 7.6760800$		N = 65° 5' 1"
Log $\zeta = 9.8034537 +$	$l_1 = + 0.54235$	
Log tang $f_1 = 7.6760800 +$	$-\zeta \text{ tang } f_1 = - 0.00302$	
Log $\zeta \text{ tang } f_1 = 7.4795337 +$	L = + 0.53933	
X = - 1.20415	Log m sen M = 9.6841719 -	
$\xi = - 0.72090$	Log m cos M = 9.3611421 -	
X - $\xi = - 0.48325$	Log tang M = 0.3230298 +	
	M = 180° + 64° 34' 41"	
Y = + 0.04550	Log m sen M = 9.6841719 -	
$\eta = + 0.27519$	Log sen M = 9.9557700 -	
Y - $\eta = - 0.22969$	Log m = 9.7284019 +	
X' = + 0.0088125	Y' = + 0.0036074	
$\xi' = + 0.0030043$	$\eta' = + 0.0009093$	
X' - $\xi' = + 0.0058082$	Y' - $\eta' = + 0.0026981$	
Log m = 9.7284019 +	Log m = 9.7284019 +	
Log sen (M - N) = 7.9456406 +	Log cos (M - N) = 9.9999831 -	
Log m sen (M - N) = 7.6740425 +	9.7283850 -	
Log L = 9.7318546 +	Log n = 7.8064709 +	
Log sen $\psi = 7.9421879$	Log (- T ₁) = 1.9219141 -	
$\psi = 0^{\circ} 30' 0''$	Log (- T ₂) = 1.9253672 +	
	- T ₁ = + 83 ^m 543	
	- T ₂ = - 84 ^m 211	
	t ₁ = - 0 ^m 668	
	t ₂ = - 40 ^m 08	

Hora de Greenwich supuesta = 2^h 5^m Hora oficial correspondiente = 9^h 5^m
Principio del eclipse = 9^h 4^m 19^s 9 a. m. tiempo civil oficial de Colombia

Cálculo del medio.

Hora supuesta 3^h 30^m de Greenwich.

NOTACION		NOTACION	
Log r cos ϕ'	9.99860 +	Log r cos ϕ'	9.99860 +
Log sen (H + L)	9.62711 -	Log cos d	9.98108 +
Log ξ	9.62571 -	Log cos (H + L)	9.95702 +
Log r sen ϕ'	8.90107 +	Log ζ_2	8.93670 +
Log cos d	9.98108 +		$\zeta_2 = + 0.864370$
Log η_1	8.88215 +		$\zeta = + 0.841377$
	$\eta_1 = + 0.076235$	Log constante	7.63992 +
Log r cos ϕ'	9.99860 +	Log r cos ϕ'	9.99860 +
Log sen d	9.46052 -	Log cos (H + L)	9.95702 +
Log cos (H + L)	9.95702 +	Log ξ'	7.59554 +
Log η_2	9.41614 -		$\xi' = + 0.0039404$
	$\eta_2 = - 0.260700$	Log constante	7.63992 +
	$\eta = + 0.336935$	Log ξ	9.62571 -
Log r sen ϕ'	8.90107 +	Log sen d	9.46052 -
Log sen d	9.46052 -	Log η'	6.72615
Log ζ_1	8.36159 -		$\eta' = + 0.0005323$
	$\zeta_1 = - 0.022993$		

Coordenadas de la luna (Datos de "The American Ephemeris" — 1916)

X = - 0.45512	Y = + 0.35234	
X' = - 0.008810	Y' = + 0.003612	
$l_1 = + 0.54252$		
Log tang $f_1 = 7.67608$		
Log $\zeta = 9.9249906 +$	$l_1 = + 0.54252$	
Log tang $f_1 = 7.6760800 +$	$\zeta \text{ tang } f_1 = + 0.00399$	
Log $\zeta \text{ tang } f_1 = 7.6010706 +$	$L_e = + 0.53853$	
X = - 0.45512	Log m sen M = 8.5149460 -	
$\xi = - 0.42239$	Log m cos M = 8.1878026 +	
X - $\xi = - 0.03273$	Log tang M = 0.3271434 +	
	M = - 64° 47' 16" 4	
Y = + 0.35234	Log m sen M = 8.5149460 -	
$\eta = + 0.33693$	Log sen M = 9.9565223 -	
Y - $\eta = + 0.01541$	Log m = 8.5584237 +	
X' = + 0.008810	Y' = + 0.003612	
$\xi' = + 0.003940$	$\eta' = + 0.000532$	
X' - $\xi' = + 0.004870$	Y' - $\eta' = + 0.003080$	
Log $\zeta = 9.9249906 +$	$l_2 = - 0.00338$	
Log tang $f_2 = 7.6739100 +$	$\zeta \text{ tang } f_2 = + 0.00397$	
Log $\zeta \text{ tang } f_2 = 7.5989006 +$	$L_1 = - 0.00735$	
M = - 64° 47' 16" 4		
N = 57° 41' 20" 0		
M - N = - 122° 28' 34" 4		
Log m = 8.5584237 +	Log m = 8.5584237 +	
Log sen (M - N) = 9.9261413 -	Log cos (M - N) = 9.7299401 -	
Log m sen (M - N) = 8.4845650 -	Log m cos (M - N) = 8.2883638 -	
	Log n = 7.7605910 +	
	Log (- T ₂) = 0.5277728 -	
	Hora del medio (tiempo oficial) = 10 ^h 33 ^m 37 ^s = 10 ^h 33 ^m 22 ^s 3 a. m.	
Log A = 9.7058723		
Log B = 9.7252417		
Log mag = 9.9806306		
Magnitud = 0.956		
	$L_e = 0.53853$	
	$L_1 = 0.00735$	
	B = 0.53118	
	T ₂ = + 3 ^m 37 ^s	
	T _m = 3 ^h 33 ^m 37 ^s	
	L = 5 ^b	
	Hora = 3 ^h 30 ^m 0 ^s	

Cálculo del fin.

Hora supuesta: 5^h5^m de Greenwich.

NOTACION		NOTACION	
Log r cos φ'	9.99860 +	Log r cos φ'	9.99860 +
Log sen (H + L)	8.36296 -	Log cos d	9.98114 +
Log ξ	8.36156 +	Log cos (H + L)	9.99988 +
Log r sen φ'	8.90107 +	Log ζ ₂	9.97962 +
Log cos d	9.98114 +		ζ ₂ = + 0.9541574
Log η	8.88221 +		ζ = + 0.9311644
Log r cos φ'	9.99860 +	Log constante	7.63992 +
Log r sen d	9.46005 -	Log r cos φ	9.99860 +
Log cos (H + L)	9.99988 +	Log cos (H + L)	9.99988 +
Log η ₂	9.45853 -	Log ξ'	7.63840 +
	η ₂ = - 0.287430	Log constante	7.63992 +
	η = + 0.363675	Log ξ	8.36156 -
Log r sen φ	8.90107 +	Log sen d	9.46005 -
Log sen d	9.46052 -	Log η'	5.45153 +
Log ζ ₁	8.36159 -		η' = + 0.0000289
	ζ ₁ = - 0.0229930		

X = + 0.38186	Y = + 0.69569		
ξ = - 0.02299	η = + 0.36367		
X - ξ = + 0.40485	Y - η = + 0.33202		
Log m sen M = 9.6082941 +	Log m sen M = 9.6072941 +		
Log m cos M = 9.5211642 +	Log sen M = 9.8883073 +		
Log tang M = 0.0861299 +	Log m = 9.7189868 +	M = 50°38'40"6	
X' = + 0.008808	Y' = + 0.003611	Log ζ = 9.9690263	
ξ' = + 0.004349	η' = + 0.000029	Log tang f ₁ = 7.6760700	
X' - ξ' = + 0.004459	Y' - η' = + 0.003582	Log ζ tang f ₁ = 7.6450963	
Log n sen N = 7.6492375 +	Log n sen N = 7.6492375 +		
Log n cos N = 7.5541256 +	Log sen N = 9.8918747 +		
Log tang N = 0.0951119 +	Log n = 7.7573628 +	l ₁ = + 0.542635	
N = 51°13'28"		ζ ₁ tang f ₁ = + 0.000442	
		L _e = + 0.542193	
M = 50°38'40"6	Log ξ = 8.36156 -		
N = 51°13'28"0	Log η = 9.56071 +		
M - N = - 0°34'47"4	Log tang Y = 8.80085 -	Y = - 3°37'00"	
Log m = 9.7189868 +	Log L _e = 9.7309398 +	Log m = 9.7189868 +	
Log sen (M - N) = 8.0051731 -	Log cos ψ = 9.9999790 +	Log cos (M - N) = 0.9999777 +	
	9.7309388 +	9.7189645 +	
Log L _e = 9.7309598 +	Log n = 7.7573628 +	Log n = 7.7573628 +	
Log sen ψ = 7.9932001 -	Log T ₂ = 9.9735760 +	Log (- T ₁) = 9.9616017 +	
ψ = - 0°33'50"	T ₂ = + 94 ^m 097	T ₁ = - 91 ^m 538	
N = 51°13'28"	T ₁ = - 91 ^m 538	T ₀ = 5 ^h 5 ^m	
ψ = 0°33'50"	T ₂ = + 94 ^m 097	T ₃ = 2 ^m 559	
P = 50°39'38"		Tiempo oficial = 5 ^h 7 ^m 559	
Y = - 3°37'00"	T ₃ = + 2 ^m 559	Red. = - 5 ^h	
Z = 54°16'38"		Fin = 0 ^h 7 ^m 559 tiempo oficial.	

Fases para Bogotá { Principio: 9^h4^m19^s a. m. Z = 314°41'
 Gran fase: 10^h33^m22^s3 a. m. Mag. 0. 956
 Fin: 0^h7^m33^s5 m. Z = 54°16'38"

CALCULO PARA BUCARAMANGA

Hora supuesta = 2^h5^m de Greenwich.

Cálculo del principio.

NOTACION		NOTACION	
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log sen (H + L)	9.8523837 -	Log cos d	9.9810600 +
Log ξ	9.8490428 -	Log cos (H + L)	9.8465471 +
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log ζ ₂	9.8242662 +
Log cos d	9.9810600 +		ζ ₂ = + 0.667214
Log η ₁	9.0714650 +		ζ = + 0.631624
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log constante	7.6399200 +
Log sen d	9.4609300 -	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log cos (H + L)	9.8465471 +	Log cos (H + L)	9.8465471 +
Log η ₂	9.3041362 -	Log ξ'	7.8431262 +
	η ₂ = - 0.201426	Log constante	7.6399200 +
	η = + 0.319310	Log ξ	9.8490428 -
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log sen d	9.4609300 -
Log sen d	9.4609300 -	Log η'	6.9498928 +
Log ζ ₁	8.5513350 -		η' = + 0.000891
	ζ ₁ = - 0.035590		

X = - 1.20415	Y = + 0.04550		
ξ = - 0.70639	η = + 0.31931		
X - ξ = - 0.49776	Y - η = - 0.27381		
Log m sen M = 9.6970200 -	Log m sen M = 9.6970200 -		
Log m cos M = 9.4374493 -	Log sen M = 9.9425958 -		
Log tang M = 0.2595707 +	Log m = 9.7544242 +	M = 180° + 61°11'7"9	
X' = + 0.0088125	Y' = + 0.0036074		
ξ' = + 0.0030420	η' = + 0.0008920		
X' - ξ' = + 0.0057705	Y' - η' = + 0.0027154		
Log n sen N = 7.7612134 +	Log n sen N = 7.7612134 +		
Log n cos N = 7.4338338 +	Log sen N = 9.9565653 +		
Log tang N = 0.3273796 +	Log n = 7.8046481	N = 64°47'59"7	
Log ζ = 9.8004587 +	L ₁ = + 0.54235	Log ξ = 9.8490428 -	
Log tang f ₁ = 7.6760800 +	ζ tang f ₁ = + 0.00300	Log η = 9.5042125 +	
Log ζ tang f ₁ = 7.4765387 +	L _e = + 0.53935	Log tang Y = 0.3448303 -	
M = 180° + 61°11' 7"9		Y = 65°40'31"7	
N = 64°47'59"7	M - N = 180° + 3°36'51"8		
Log m = 9.7544242 +	Log m = 9.7544242 +		
Log sen (M - N) = 8.7996242 +	Log cos (M - N) = 9.9991353 -	Log L _e = 9.7318707 +	
	9.7535595 +	Log cos ψ = 9.9990413 +	
Log L _e = 9.7318707 +	Log n = 7.8046481 +	9.7309120 +	
Log sen ψ = 8.8221477 +	Log (- T ₁) = 1.9489114 -	Log n = 7.8046481 +	
ψ = 3°48'25"4	T ₁ = + 88 ^m 902	Log T ₂ = 1.9262639 +	
		T ₂ = + 84 ^m 384	
N = 64°47'59"7	T ₁ = + 88 ^m 902	T ₀ = 2 ^h 5 ^m	
ψ = 3°48'25"4	T ₂ = + 84 ^m 384	T ₃ = 4 ^m 518	
	T ₃ = + 4 ^m 518	T _p = 2 ^h 9 ^m 518	
P = 240°59'34"3		Red = - 5 ^h	
Y = - 65°40'31"7			
Z = 360°40' 6"0			

Principio = 9^h9^m518 tiempo oficial.

Cálculo del medio.

Hora supuesta 3^h30^m de Greenwich.

NOTACION		NOTACION	
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log sen (H + L)	9.6116044 -	Log cos d	9.9811000 +
Log ξ	9.6082535 -	Log cos (H + L)	9.9602731 +
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log ζ ₂	8.9380322 +
Log cos d	9.9811000 +		ζ ₂ = + 0.867026
Log η ₁	9.0715050 +		ζ = + 0.831469
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log constante ...	7.6399200 +
Log sen d	9.4605200 -	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log cos (H + L)	9.9602731 +	Log cos (H + L)	9.9602731 +
Log η ₂	9.4174522 -	Log ξ'	7.5968522 +
	η ₂ = - 0.261488	Log constante ...	7.6399200 +
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log sen d	9.4605200 -
Log sen d	9.4605200 -	Log ξ	9.6082635 -
Log ζ ₁	8.5509250 -	Log η'	6.7087035 +
	ζ ₁ = - 0.035557		η' = + 0.000513

X = - 0.455120	Y = + 0.352340	
ξ = - 0.405757	η = + 0.379386	
X - ξ = - 0.049363	Y - η = + 0.027046	
Log m sen M = 8.6934015 -	Log m sen M = 8.6934015 -	
Log m cos M = 8.4321030 -	Log sen M = 9.9429958 -	
Log tang M = 0.2612985 +	Log m = 8.7504057 +	M = 180° + 61°16'54"

X' = + 0.008810	Y' = + 0.003611	
ξ' = + 0.003952	η' = + 0.000511	
X' - ξ' = + 0.004858	Y' - η' = + 0.003100	
Log n sen N = 7.6864575 +	Log n sen N = 7.6864575 +	
Log n cos N = 7.4913617 +	Log sen N = 9.9258219 +	
Log tang N = 0.1950958 +	Log n = 7.7606356 +	N = 57°27'25"6

Log m = 8.7504057 +	M = 180° + 61°16'64"0	Log m = 8.7504057 +
Log cos (M - N) = 9.9990317 -	N = 57°27'25"6	Log sen (M - N) = 8.8241358 +
8.7494374 -	M - N = 180° + 3°49'28"4	7.5745415 -
Log n = 7.7606356 +	Log ζ = 9.9198461 +	Log L ₁ = 7.8633229 -
Log (-T ₁) = 0.9888018 -	Log tang f ₁ = 7.6739100 +	Log sen ψ = 9.7112186 +
T ₁ = 9 ^m 7455 = 9 ^m 44 ^s 73	Log ζ tang f ₁ = 7.5937561 +	ψ = 30°57'3"

Log L ₁ = 7.8633229 -	l ₂ = - 0.00338	T ₀ = 3 ^h 30 ^m
Log cos ψ = 9.9332893 +	ζ tang f ₁ = + 0.00392	T ₁ = 0 ^h 9 ^m 44 ^s 73
7.7966122 -	l ₁ = - 0.00730	T _m = 3 ^h 39 ^m 44 ^s 73 (T. M. G.)
Log n = 7.7606356 +		Red = - 5 ^h
Log T ₂ = 0.0359766 -		t _m = 10 ^h 39 ^m 44 ^s 7 a. m.
T ₂ = 1 ^m 0863 = 1 ^m 5 ^s 2		T ₂ = - 1 ^m 5 ^s 2
		Principio T = 10 ^h 38 ^m 39 ^s 5
		Fin T = 10 ^h 40 ^m 49 ^s 9

Cálculo del fin.

Hora supuesta: 5^h5^m de Greenwich.

NOTACION		NOTACION:	
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log sen (H + L)	7.8273348 -	Log cos d	9.9811400 +
Log ξ	7.8239939 -	Log cos (H + L)	9.9999902 +
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log ζ ₂	9.9777893 +
Log cos d	9.9811400 +		ζ ₂ = + 0.9501437
Log η ₁	9.0715450 +		ζ = + 0.9146247
Log r cos φ'	9.9966591 +	Log constante ...	7.6399200 +
Log sen d	9.4600550 -	Log r cos φ'	9.9966591 +
Log cos (H + L)	9.9999902 +	Log cos (H + L)	9.9999902 +
Log η ₂	9.4567043 -	Log ξ'	7.6365693 +
	η ₂ = - 0.2862230	Log constante ...	7.6399200 +
Log r sen φ'	9.0904050 +	Log ξ	7.8239939 -
Log sen d	9.4600550 -	Log sen d	9.4600550 +
Log ζ ₁	8.5504600 -	Log η'	4.9239689 +
	ζ ₁ = - 0.0355190		η' = + 0.000084

X = + 0.3818650	Y = + 0.6956900	
ξ = - 0.0066680	η = - 0.4041297	
X - ξ = + 0.3885330	Y - η = + 0.2915603	
Log m sen M = 9.5894279 +	Log m sen M = 9.5894279 +	
Log m cos M = 9.4607283 +	Log sen M = 9.9030038 +	
Log tang M = 0.1246996 +	Log m = 9.6864241 +	M = 53°6'53"8

X' = + 0.0088085	Y' = + 0.0036116	
ξ' = + 0.0043308	η' = + 0.0070084	
X' - ξ' = + 0.0044777	Y' - η' = + 0.0036032	
Log n sen N = 7.6510550 +	Log n sen N = 7.6510550 +	
Log n cos N = 7.5566884 +	Log sen N = 9.8915818 +	
Log tang N = 0.0943666 +	Log n = 7.7594742 +	N = 51°10'35"

Log ζ = 9.9612429 +	Log m = 9.6864241 +	l ₀ = + 0.542635
Log tang f _e = 7.6760700 +	Log cos (M - N) = 9.9997514 +	ζ tang f _e = + 0.004338
Log ζ tang f _e = 7.6373129 +	9.6861755 +	L _e = + 0.538297
N = 51°10'35"0	Log n = 7.7594732 +	Log m = 9.6864241 +
M = 53° 6'53"8	Log (-T ₁) = 1.9267023 +	Log sen (M - N) = 8.5292728 +
M - N = 1°56'18"8	T ₁ = - 84 ^m 470	8.2156969 +
		Log L _e = 9.7310220 +
		Log sen ψ = 8.4846749 +
		ψ = 1°44'57"5

Log L _e = 9.7310220 +	T ₂ = + 03 ^m 615	T ₀ = 5 ^h 5 ^m 0 ^s de Greenwich.
Log cos ψ = 9.9997974 +	T ₁ = - 84 ^m 470	T ₃ = 0 ^h 9 ^m 8 ^s 7
9.7308194 +	T ₃ = 9 ^m 145 = 9 ^m 8 ^s 7	Tiempo oficial + 5 ^h 14 ^m 8 ^s 7
Log n = 7.7594732 +		Red. - 5 ^h
Log T ₂ = 1.9713462 +		Fin: 0 ^h 14 ^m 8 ^s 7 p. m. Tiempo oficial.

Fases para Bucaramanga { Principio: 9^h9^m31^s1 a. m. Z = 306°40'6"
 Principio de la totalidad: 10^h38^m39^s a. m.
 Fin de la totalidad: 10^h40^m49^s9 a. m.
 Fin: 0^h14^m8^s7 p. m.

CALCULO PARA CUCUTA

Cálculo del principio.

NOTACION

Log r cos φ'	9.9958952 +
Log sen (H + L)	9.8475881 -
Log ξ	9.8434833 -
Log r sen φ'	9.1347389 +
Log cos d	9.9810600 +
Log η ₁	9.1157989 +
Log r cos φ'	9.9958952 +
Log sen d	9.4609300 -
Log cos (H + L)	9.8513655 +
Log η ₂	9.3081907 +
Log r sen φ'	9.1347389 +
Log sen d	9.4609300 -
Log ζ ₁	8.5956689 -

Hora supuesta = 2^h5^m de Greenwich.

NOTACION

Log r cos φ'	9.9958952 +	
Log cos d	9.9810600 +	
Log cos (H + L)	9.8513655 +	
	9.8283207 +	ζ ₂ = + 0.673474
		ζ = + 0.634059
Log constante	7.6399200 +	
Log r cos φ	9.9958052 +	
Log cos (H + L)	9.8513655 +	
Log ξ'	7.4871807 +	ξ' = 0.003070
Log constante	7.6399200 +	
Log ξ	9.8434833 -	
Log sen d	9.4609300 -	
Log η'	6.9443333 +	η' = + 0.000880

X = - 1.204150
ξ = - 0.697402
X - ξ = - 0.506748

Y = + 0.045500
η = + 0.333882
Y - η = - 0.288382

Log m sen M = 9.7047921 -
Log m cos M = 9.4599681 -
Log tang M = 0.2448240 +

Log m sen M = 9.7047921 -
Log sen M = 9.9390797 -
Log m = + 9.7657124 +

M = 180° + 60°21'23"5

X' = + 0.0088125
ξ' = + 0.0030700
X' - ξ' = + 0.0057425

Y' = + 0.0036075
η' = + 0.0008800
Y' - η' = + 0.0027275

Log n sen N = 7.7591010 +
Log n cos N = 7.4357648 +
Log tang N = 0.3233362 +

Log ζ = 9.8021315 +
Log tang f_e = 7.6660800 +
Log ζ tang f_e = 7.4782115 +

N = 64°35'37"7

Log n sen N = 7.7591010 +
Log sen N = 9.9558267 +
Log n = 7.8032743 +

l₁ = + 0.54235
ζ tang f_e = + 0.00301
L_e = + 0.53934

Log ξ = 9.5966094 -
Log η = 9.5235930 +
0.0730164

M = 180° + 60°21'23"5
N = 64°35'37"7
M - N = 180° - 4°14'14"2

(Cálculo incompleto).

CALCULO PARA MEDELLIN

Constantes { Latitud geográfica = 6°15'6"4 N.
Longitud geográfica = 0^h5^m55^s94 al W de Bogotá. (En hora).
Longitud geográfica = 1°28'59"1 al W de Bogotá.
Log r sen φ' = 9.0340756 +
Log r cos φ' = 9.9974271 +

Cálculo del principio.

NOTACION

Log r cos φ'	9.9974271 +
Log sen (H + L)	9.8697380 -
Log ξ	9.8671651 -

Hora supuesta 2^h5^m de Greenwich.

NOTACION

Log r sen φ'	9.0340756 +
Log cos d	9.9810600 +
Log η ₁	9.0151356 +

ξ + - 0.736487 η₁ = + 0.108647

NOTACION

Log r cos φ'	9.9974271 +
Log sen d	9.4609300 +
Log cos (H + L)	9.8271468 +
Log η ₂	9.2855039 -
Log r sen φ'	9.0340756 +
Log sen d	9.4609300 -
Log ζ ₁	8.4950056 -
Log r cos φ'	9.9974271 +
Log cos d	9.9810600 +
Log cos (H + L)	9.8271468 +
Log ζ ₂	9.8056339 +

Coordenadas de la luna (XY) ∴ (X'Y')

X = - 1.204150
ξ = - 0.736487
X - ξ = - 0.467663

Y = + 0.045500
η = + 0.296623
Y - η = - 0.251123

Log m sen M = 9.6699330 -
Log m cos M = 9.3998865 -
Log tang M = 0.2700465 +

Log m sen M = 9.6699330 -
Log sen M = 9.9449845 -
Log m = 9.7249485 +

M = 180° + 61°45'55"2

X' = + 0.0088125
ξ' = + 0.0029140
X' - ξ' = 0.0058985

Y' = + 0.0036074
η' = + 0.0009290
Y' - η' = + 0.0026784

Log n sen N = 7.7707416 +
Log n cos N = 7.4278754 +
Log tang N = 0.3428662 +

Log n sen N = 7.7707416 +
Log sen N = 9.9592921 +
Log n = 7.8114495 +

N = 65°34'51"1
M = 180° + 61°45'55"2
M - N = 180° - 3°48'45"9

Log ζ = 9.7838500 +
Log tang f_e = 7.6768000 +
Log ζ tang f_e = 7.4606500 +

l₁ = + 0.54235
- ζ tang f_e = 0.00289
L_e = + 0.53946

- T₁ = + 81^m758
- T₂ = - 83^m095
t₁ = - 1^m337

Log m = 9.7249485 Log m = 9.7249485 +
Log sen (M - N) = 8.8227951 + Log cos (M - N) = 9.9990377 -
8.5477436 + 9.7239862 -
Log L_e = 9.7319592 + Log n = 7.8114495 +
Log sen ψ = 8.8157844 + Log T₁ = 1.9125367 -
ψ = 3°45'5"8

Log L_e = 9.7319592 +
Log cos ψ = 9.9990684 +
9.7310276 +
Log n = 7.8114495 +
Log T₂ = 1.9195781 +

Hora supuesta de Greenwich: 2^h5^m000
Reducción a la hora oficial: 5^h
Hora oficial supuesta: 9^h5^m000 a. m.
Corrección t₁ = - 1^m337
Principio del eclipse = 9^h3^m663 a. m.

Log ξ = 9.8671651 -
Log η = 9.4722048 +
Log tang γ = 0.3949603 -
γ = - 68°3'45"7

O sea:

Principio del eclipse a las 9^h3^m39^s78 a. m.
Angulo al polo: P = 180° + N - ψ

N = 65°34'41"1
180° + N = 245°34'41"1
ψ = 3°45'5"8
P = 241°49'35"3
- γ = + 68°3'45"7
Z = 309°53'21"0

Angulo al zenit = P - γ

Cálculo de la totalidad.

Hora supuesta: 3^h30^m T. m. de Greenwich.

Table with logarithmic values for 'Cálculo de la totalidad' including Log r cos φ', Log sen (H + L), Log ξ, Log r sen φ', Log cos d, Log η1, Log r cos φ', Log sen d, Log cos (H + L), Log η2, Log r sen φ', Log sen d, and Log ζ1.

Table with logarithmic values for 'Cálculo de la totalidad' including Log r cos φ', Log cos d, Log cos (H + L), Log ζ2, Log constante, Log r cos φ', Log cos (H + L), Log ξ', Log constante, Log ξ, Log sen d, and Log η'.

Coordenadas de la luna (XY) ∴ (X'Y')

Table of lunar coordinates including X, Y, X - ξ, Y - η, Log m sen M, Log m cos M, Log tang M, X', ξ', X' - ξ', Log n sen N, Log n cos N, Log tan N, Y', η', Y' - η', and Log n sen N.

Hora supuesta: 3^h30^m0^s T. M. G.

Reducción a la hora oficial: 5^h

Hora oficial supuesta: 10^h30^m 0^s a. m.

Corrección: = + 2^m17^s7

Hora del medio: 10^h32^m17^s7 a. m. T. oficial de Colombia.

Table with logarithmic values for 'Cálculo de la totalidad' including Log ζ, Log tang f1, Log ζ tang f1, Log m, Log sen (M - N), Log m sen (M - N), Log L1, and Log sen ψ.

Table with logarithmic values for 'Cálculo de la totalidad' including l_e, ζ tang f1, L1, Log L1, Log cos ψ, Log n, Log n sen (M - N), and Log T2.

Medio del eclipse = 10^h32^m17^s7 a. m. Tiempo oficial de Colombia.

T2 = 1/2 intervalo de la totalidad = 1^m14^s1

Principio de la totalidad 10^h31^m 3^s6 a. m. Tiempo oficial de Colombia.

Fin de la totalidad 10^h33^m31^s8 a. m. Tiempo oficial de Colombia.

Cálculo del fin del eclipse.

Hora supuesta: 5^h5^m T. m. de Greenwich.

Table with logarithmic values for 'Cálculo del fin del eclipse' including Log r cos φ', Log sen (H + L), Log ξ, Log r sen φ', Log cos d, Log η1, Log r cos φ', Log sen d, Log cos (H + L), Log η2, Log r sen φ', Log sen d, and Log ζ1.

Table with logarithmic values for 'Cálculo del fin del eclipse' including Log r cos φ', Log cos d, Log cos (H + L), Log ζ2, Log constante, Log r cos φ', Log cos (H + L), Log ξ', Log constante, Log ξ, Log sen d, and Log η'.

Coordenadas de la luna (XY) ∴ (X'Y')

Table of lunar coordinates including X, Y, X - ξ, Y - η, Log m sen M, Log m cos M, Log tang M, X', ξ', X' - ξ', Log n sen N, Log n cos N, Log tan N, Y', η', Y' - η', and Log n sen N.

Hora supuesta: 5^h5^m 0^s T. M. G.

Red. a la hora oficial: 5^h

Hora oficial supuesta: 0^h5^m 0^s

Corrección: t = + 1^m47^s9

Fin del eclipse: = 0^h6^m47^s9 Tiempo oficial de Colombia.

Table with logarithmic values for 'Cálculo del fin del eclipse' including l_e, ζ tang f_e, L_e, Log m, Log cos (M - N), Log n, Log n sen (M - N), and Log (-T1).

Table with logarithmic values for 'Cálculo del fin del eclipse' including Log ζ, Log tang f_e, Log ζ tang f_e, Log m, Log m sen M, Log L_e, Log sen ψ, and Log T2.

Hora supuesta: 5^h5^m 0^s T. M. G.

Red. a la hora oficial: 5^h

Hora oficial supuesta: 0^h5^m 0^s

Corrección: t = + 1^m47^s9

Fin del eclipse: = 0^h6^m47^s9 Tiempo oficial de Colombia.

CALCULO PARA PUERTO BERRIO

La posición geográfica de Puerto Berrío según los datos de la Oficina de Longitudes es:

$$\phi = 6^{\circ}29'17'' \text{ N} \quad L = 4^{\text{h}}57^{\text{m}}38^{\text{s}}9 \text{ al W de Greenwich.}$$

Como la Estación de observación estaba cerca de 200 metros al sur del punto fijado por la Oficina de Longitudes, se redujo la latitud a ese punto para efectuar el cálculo. En consecuencia las coordenadas geográficas sobre las que se hizo el cálculo fueron las siguientes:

$$\phi = 6^{\circ}29'10'' \text{ N} \quad L = -74^{\circ}24'45''$$

Con el dato de ϕ se hallaron: $\log r \cos \phi' = 9.9972301 +$ $\log r \sin \phi' = 9.0499919 +$
 Los valores de $\sin (H + L)$ y $\cos (H + L)$ para las horas $2^{\text{h}}5^{\text{m}}$ $3^{\text{h}}30^{\text{m}}$ y $5^{\text{h}}5^{\text{m}}$ de Greenwich fueron:

$2^{\text{h}}5^{\text{m}}$	$3^{\text{h}}30^{\text{m}}$	$5^{\text{h}}5^{\text{m}}$
$H = + 27^{\circ}46'42''$	$+ 49^{\circ} 1'42''$	$+ 72^{\circ}46'42''$
$L = - 74^{\circ}24'45''$	$- 74^{\circ}24'45''$	$- 74^{\circ}24'45''$
$H + L = - 46^{\circ}38' 3''$	$- 25^{\circ}23' 3''$	$- 1^{\circ}38' 3''$
$\log \sin (H + L) = 9.8615250 -$	$9.6321388 -$	$8.4551148 -$
$\log \cos (H + L) = 9.8367377 +$	$9.9559059 +$	$9.9998233 +$

Cálculo del principio.

NOTACION	NOTACION
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \cos (H + L) 9.8615250 -$	
$\log \xi' \dots 9.8587551 -$	$\xi' = - 0.7223623$
$\log r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$	
$\log \cos d \dots 9.9810600 +$	
$\log \eta_1 \dots 9.0310519 +$	$\eta_1 = + 0.1074120$
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \sin d \dots 9.4609300 -$	
$\log \cos (H + L) 9.8367377 +$	
$\log \eta_2 \dots 9.2948978 -$	$\eta_2 = - 0.1971959$
$\log r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$	$\eta = + 0.3046079$
$\log \sin d \dots 9.4609300 -$	
$\log \zeta_1 \dots 8.5109219 -$	$\zeta_1 = - 0.0325029$

Hora supuesta = $2^{\text{h}}5^{\text{m}}$ de Greenwich.

NOTACION	NOTACION
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \cos d \dots 9.9810600 +$	
$\log \cos (H + L) 9.8367377 +$	
$\log \zeta_2 \dots 9.8150278 +$	$\zeta_2 = + 0.6531723$
$\log \text{constante} \dots 7.6399200 +$	$\zeta = + 0.6206694$
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \cos (H + L) 9.8367377 +$	
$\log \xi' \dots 7.4738878 +$	$\xi' = + 0.0029777$
$\log \text{constante} \dots 7.6399200 +$	
$\log \xi \dots 9.8587551 -$	
$\log \sin d \dots 9.4609300 -$	
$\log \eta' \dots 6.9596051 +$	$\eta' = + 0.0009112$

Coordenadas de la luna (XY) .'. (X'Y')

$X = - 1.2041500$	$Y = + 0.0455000$	
$\xi = - 0.7223623$	$\eta = + 0.3046079$	
$X - \xi = - 0.4817877$	$Y - \eta = - 0.2591079$	
$\log m \sin M = 9.6828557 -$	$\log m \sin M = 9.6828557 -$	
$\log m \cos M = 9.4134807 -$	$\log \sin M = 9.9448564 -$	
$\log \tan M = 0.2693750 +$	$\log m = 9.7379993 +$	$M = 180^{\circ} + 61^{\circ}43'42''_2$
$X' = + 0.0088126$	$Y' = + 0.0036074$	
$\xi' = + 0.0029777$	$\eta' = + 0.0009112$	
$X' - \xi' = + 0.0058349$	$Y' - \eta' = + 0.0026962$	
$\log n \sin N = 7.7660334 +$	$\log n \sin N = 7.7660334 +$	$N = 65^{\circ}11'57''_1$
$\log n \cos N = 7.4307521 +$	$\log \sin N = 9.9579766 +$	$M - 180^{\circ} = 61^{\circ}43'42''_2$
$\log \tan N = 0.3352813 +$	$\log n = 7.8080568 +$	$M - N = 180^{\circ} - 3^{\circ}28'14''_9$

$l_0 = + 0.5423500$	$\log \zeta = 9.7928604 +$	$T_1 = + 84^{\text{m}}946$
$\zeta \tan f_0 = - 0.0029440$	$\log \tan f_0 = 7.6760800 +$	$T_2 = 83^{\text{m}}760$
$L_0 = + 0.5394060$	$\log \zeta \tan f_0 = 7.4689404 +$	$t = 1^{\text{m}}86 = 1^{\text{m}}11^{\circ}16$
$\log m = 9.7379993 +$	$\log m = 9.7379993 +$	$\log L_0 = 9.7319158 +$
$\log \cos (M - N) = 9.9992027 -$	$\log \sin (M - N) = 8.7820455 +$	$\log \cos \psi = 9.9991802 +$
$9.7372020 -$	$8.5200448 +$	$9.7310960 +$
$\log n = 9.8080568 +$	$\log L_0 = 9.7319158 +$	$\log n = 7.8080568 +$
$\log (- T_1) = 1.9291452 -$	$\log \sin \psi = 8.7881290 +$	$\log T_2 = 1.9230392 +$
	$\psi = 3^{\circ}31'11''$	

Hora supuesta para el principio: $2^{\text{h}}5^{\text{m}}0^{\text{s}}$ T. M. G.
 Reducción a la hora oficial: 5^{h}
 Hora oficial supuesta para el principio: $9^{\text{h}}5^{\text{m}}0^{\text{s}}$ a. m. T. O. de Colombia
 Corrección: $t = 1^{\text{m}}11^{\circ}16$
 Principio del eclipse a las $9^{\text{h}}6^{\text{m}}11^{\circ}16$ a. m. T. O. de Colombia.

Cálculo de la totalidad.

NOTACION	NOTACION
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \sin (H + L) 9.6321388 -$	
$\log \xi \dots 9.6293689 -$	$\xi = - 0.425961$
$\log r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$	
$\log \cos d \dots 9.9811000 +$	
$\log \eta_1 \dots 9.0310919 +$	$\eta_1 = + 0.1074217$
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \sin d \dots 9.4605200 -$	
$\log \cos (H + L) 9.9559059 +$	
$\log \eta_2 \dots 9.4136560 -$	$\eta_2 = - 0.2592125$
	$\eta = + 0.3666342$
$\log r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$	
$\log \sin d \dots 9.4605200 -$	
$\log \zeta_1 \dots 8.5105119 -$	$\zeta_1 = - 0.0323975$

Hora supuesta $3^{\text{h}}30^{\text{m}}$ T. M. G.

NOTACION

$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \cos d \dots 9.9811000 +$	
$\log \cos (H + L) 9.9559059 +$	
$\log \zeta_2 \dots 9.9342360 +$	$\zeta_2 = + 0.8594804$
	$\zeta = + 0.8270829$
$\log \text{constante} \dots 7.6399200 +$	
$\log r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\log \cos (H + L) 9.9559059 +$	
$\log \xi' \dots 7.5930560 +$	$\xi' = + 0.0039179$
$\log \text{constante} \dots 7.6399200 +$	
$\log \xi \dots 9.6293689 -$	
$\log \sin d \dots 9.4605200 -$	
$\log \eta' \dots 6.7298089 +$	$\eta' = + 0.00053679$

Coordenadas de la luna (XY) .'. (X'Y')

$X = - 0.455120$	$Y = + 0.3523400$
$\xi = - 0.425961$	$\eta = + 0.3666342$
$X - \xi = - 0.029159$	$Y - \eta = - 0.0142942$
$\log m \sin M = 8.4647726 -$	$\log m \sin M = 8.4647726 -$
$\log m \cos M = 8.1551538 -$	$\log \sin M = 9.9532361 -$
$\log \tan M = 0.3096188 +$	$\log m = 8.5115365 +$
$X' = + 0.0088114$	$Y' = + 0.00361200$
$\xi' = + 0.0039179$	$\eta' = + 0.00053679$
$X' - \xi' = + 0.0048935$	$Y' - \eta' = + 0.00307521$
$\log n \sin N = 7.6896196 +$	$\log n \sin N = 7.6896196 +$
$\log n \cos N = 7.4878734 +$	$\log \sin N = 9.9277256 +$
$\log \tan N = 0.2017462 +$	$\log n = 7.7618940 +$
$l_1 = - 0.0033800$	$\log \zeta = 9.9175491 +$
$\zeta \tan f_1 = - 0.0039354$	$\log \tan f_1 = 7.6739100 +$
$L_1 = - 0.0073154$	$\log \zeta \tan f_1 = 7.5914591 +$
	$N = 57^{\circ}51'13''_3$
	$M - N = 180^{\circ} + 6^{\circ} 1'54''_7$

$\text{Log } m = 8.5115365 +$	$\text{Log } m = 8.5115365 +$	$\text{Log } L_1 = 7.8642381 -$
$\text{Log } \cos (M - N) = 9.9975889 -$	$\text{Log } \sin (M - N) = 9.0215262 -$	$\text{Log } \cos \psi = 9.9467154 -$
$\text{Log } m \cos (M - N) = 8.5091254 -$	$7.5330627 -$	$7.8109535 -$
$\text{Log } n = 7.7618940 +$	$\text{Log } L_1 = 7.8642381 -$	$\text{Log } n = 7.7618940 +$
$\text{Log } (-T_1) = 0.7472314 -$	$\text{Log } \sin \psi = 9.6688246 +$	$\text{Log } T_2 = 0.0490595 \mp$
	$\psi = 27^\circ 48' 19'' 6$	

$T_1 = + 5^m 588 = + 5^m 35^s 28$		
$T_2 = \mp 1^m 119 = \mp 1^m 7^s 14$		
$t_1 = + 4^m 469 = + 4^m 28^s 14$		
$t_2 = + 6^m 707 = 6^m 42^s 42$		
Hora supuesta: $3^h 30^m 0^s$ T. M. G.	Hora oficial supuesta:	$10^h 30^m$ a. m.
Reducción a la hora oficial: 5^h	$t_1 =$	$4^m 28^s 14$
Hora oficial supuesta: $10^h 30^m$ a. m.	Principio del eclipse total:	$10^h 34^m 28^s 14$ a. m.
	Hora oficial supuesta:	$10^h 30^m$ a. m.
	$t_2 =$	$6^m 42^s 42$
	Fin del eclipse total:	$10^h 36^m 42^s 42$ a. m.

Cálculo del fin del eclipse.		Hora supuesta: $5^h 5^m$ T. M. de Greenwich.	
NOTACION		NOTACION	
$\text{Log } r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$		$\text{Log } r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\text{Log } \sin (H + L) 8.4551148 -$		$\text{Log } \cos d \dots 9.9811400 +$	
$\text{Log } \xi \dots 8.4523449 -$	$\xi = - 0.02833641$	$\text{Log } \cos (H + L) 9.9998233 +$	
$\text{Log } r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$		$\text{Log } \zeta_2 \dots 9.9781934 +$	$\zeta_2 = + 0.9510280$
$\text{Log } \cos d \dots 9.9811400 +$			$\zeta = + 0.9186651$
$\text{Log } \eta_1 \dots 9.0311319 -$	$\eta_1 = + 0.10743200$	$\text{Log } \text{constante} \dots 7.6399200 +$	
$\text{Log } r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$		$\text{Log } r \cos \phi' \dots 9.9972301 +$	
$\text{Log } \sin d \dots 9.4600550 -$		$\text{Log } \cos (H + L) 9.9998233 +$	
$\text{Log } \cos (H + L) 9.9998233 +$		$\text{Log } \xi' \dots 7.6369734 +$	$\xi' = + 0.0043348$
$\text{Log } \eta_2 \dots 9.4571084 -$	$\eta_2 = - 0.28649000$	$\text{Log } \text{constante} \dots 7.6399200 +$	
	$\eta = + 0.39392200$	$\text{Log } \xi \dots 8.4523449 -$	
$\text{Log } r \sin \phi' \dots 9.0499919 +$		$\text{Log } \sin d \dots 9.4600550 -$	
$\text{Log } \sin d \dots 9.4600550 -$		$\text{Log } \eta' \dots 5.5523199 +$	$\eta' = + 0.00003567$
$\text{Log } \zeta_1 \dots 8.5100469 -$	$\zeta_1 = - 0.0323629$		

Coordenadas de la luna (XY) .'. (X' Y')		
$X = + 0.3818650$	$Y = + 0.695690$	
$\xi = + 0.0283364$	$\eta = + 0.393922$	
$X - \xi = + 0.4102014$	$Y - \eta = + 0.301768$	
$\text{Log } m \sin M = 9.6129958 +$	$\text{Log } m \sin M = 9.6129958 +$	
$\text{Log } m \cos M = 9.4796732 +$	$\text{Log } \sin M = 9.9060713 +$	
$\text{Log } \text{tang } M = 0.1333226 +$	$\text{Log } m = 9.7069245 +$	$M = 53^\circ 39' 34'' 6$
$X' = + 0.0088085$	$Y' = + 0.00361580$	
$\xi' = + 0.0043348$	$\eta' = + 0.00003567$	
$X' - \xi' = + 0.0044737$	$Y' - \eta' = + 0.00358013$	
$\text{Log } n \sin N = 7.6506669 +$	$\text{Log } n \sin N = 7.6506669 +$	
$\text{Log } n \cos N = 7.5538952 +$	$\text{Log } \sin N = 9.8925240 +$	
$\text{Log } \text{tang } N = 0.0967717 +$	$\text{Log } n = 7.7581429 +$	$N = 51^\circ 19' 52'' 6$
		$M - N = 2^\circ 19' 42'' 0$
$l_0 = + 0.542635$	$\text{Log } \zeta = 9.9631572 +$	
$\zeta \text{ tang } f_0 = - 0.004357$	$\text{Log } \tan f_0 = 7.6760700 +$	
$L_0 = 0.538278$	$\text{Log } \zeta \text{ tang } f_0 = 7.6392272 +$	

$\text{Log } m = 9.7069245 +$	$\text{Log } m = 9.7069245 +$	$\text{Log } L_0 = 9.7310066 +$
$\text{Log } \cos (M - N) = 9.9996413 +$	$\text{Log } \sin (M - N) = 8.6088030 +$	$\text{Log } \cos \psi = 9.9996790 +$
$9.7065658 +$	$8.3157275 +$	$9.7306856 +$
$\text{Log } n = 7.7581429 +$	$\text{Log } L_0 = 9.7310066 +$	$\text{Log } n = 7.7581429 +$
$\text{Log } (-T_1) = 1.9484229 +$	$\text{Log } \sin \psi = 8.5847209 +$	$\text{Log } T_2 = 1.9725427 +$
	$\psi = 2^\circ 12' 10''$	$T_2 = 93^m 873 = 1^h 33^m 84^s 38$

$T_1 = - 88^m 802$	Hora supuesta:	$5^h 5^m 0^s$ T. M. G.
$T_1 = - 1^h 28^m 48^s 12$	Reducción al tiempo oficial:	5^h
$T_2 = + 1^h 33^m 52^s 38$	Hora oficial supuesta:	$0^h 5^m$ p. m.
$t = + 0^h 5^m 4^s 26$	$t =$	$0^h 5^m 4^s 26$
	Fin:	$0^h 10^m 4^s 26$ p. m. Tiempo oficial de Colombia.

Para terminar esta primera parte hacemos notar que sólo se incluyen los cálculos de previsión para Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta (para este lugar se inserta únicamente el cálculo del principio), Medellín y Puerto Berrío. Las poblaciones más importantes, en donde la observación del eclipse presentó interés especial por la afluencia de espectadores y por la calidad oficial de las Comisiones observadoras, fueron: Bogotá, Bucaramanga y Medellín. En Ocaña el eclipse fue parcial y en Envigado, pequeña población de las cercanías de Medellín, y donde ocurrió la mayor duración de la totalidad, por hallarse situada hacia el centro de la zona eclipsada, no se practicaron observaciones serias ni por particulares ni por la Comisión del Observatorio Nacional; esta Comisión prefirió, por varias razones que expondremos adelante, organizar su observación en Puerto Berrío.

Con la oportunidad del caso se comunicaron los resultados de estas previsiones a la Oficina de Longitudes, entidad designada para hacer la observación en Medellín y a la Comisión nombrada por el señor Gobernador de Santander en Bucaramanga. En esta última ciudad no tenían el tiempo oficial y por tanto no verificaron allí la previsión respectiva, mas en cambio, la Oficina de Longitudes comprobó perfectamente en Medellín la corrección de los cálculos y sus datos, junto con los que se tomaron en Puerto Berrío, demostraron la bondad del trabajo de fijación llevado a cabo por ella.

Puede decirse, en general, que la unidad de acción que se derivó de la previsión oportuna del fenómeno para Bogotá, Medellín y Puerto Berrío, permitió rectificar la red astronómica del país y facilitó la observación en dichos lugares; siendo de notar que la corrección numérica de los instantes suministrados fue comprobada meses después por el señor Ingeniero Jefe de la Oficina de Longitudes, quien con criterio científico repitió el cálculo hecho con datos del "Almanaque Náutico", empleando los que trae el "Conocimiento de los Tiempos".

2ª PARTE

Observación del fenómeno.

Como se ha dicho, son tres los aspectos bajo los cuales pueden considerarse de interés científico los eclipses de sol, siendo el primero y el más importante, la determinación exacta de los instantes de los contactos, por las razones expuestas atrás. El segundo lugar corresponde al punto de vista de la Astronomía física por cuanto en un eclipse se facilita el estudio de la constitución del sol y se apropian datos que pueden aportar alguna luz en materias un tanto oscuras. En lo que se refiere a la observación de los fenómenos consecuenciales producidos sobre la superficie terrestre, en la zona de la totalidad, tal interés científico no puede compararse en modo alguno con el que tienen los dos primeros aspectos de la cuestión, porque esos fenómenos pueden discutirse *a priori*, sin necesidad de verificarlos por la experiencia.

Si, pues, nos guiamos mediante un plan concreto y razonable, no parece indispensable en la observación de un eclipse de sol acumular datos referentes a modificaciones de la presión atmosférica, de la temperatura o de la dirección e intensidad del campo magnético, siendo sólo necesario buscar aproximaciones en la ley de movimiento de la luna y comprobaciones relativas a la naturaleza física del astro radiante, valiéndonos de las estadísticas de los eclipses anteriores y de las que se llevan diariamente de las manchas y protuberancias solares.

A un plan de esta especie se sujetó la Comisión del Observatorio de Bogotá, teniendo en cuenta la estrechez del Erario, que no permitía mayores erogaciones, la carencia de los costosos y enormes elementos que poseen los observatorios astrofísicos y más que todo, lo reducido del personal de que se podía disponer. En consecuencia se dispuso por la Dirección del Observatorio reducir la observación a la determinación de los contactos y a la fijación del aspecto de las envolturas solares.

mediante el método fotográfico, creyendo con ello prestar mejor servicio a la Ciencia que acumulando datos incoherentes y que ya se han verificado otras veces.

Para llenar el primer objetivo fue preciso poder contar en la hora local del lugar de observación con tanta exactitud como la que se tiene en el Observatorio de Bogotá, por lo que se incluyó en la lista de instrumentos de precisión, que se transportaron a Puerto Berrío, un anteojo de pasos meridianos, un cronómetro sideral de corriente, un péndulo eléctrico de tiempo medio y los respectivos cronógrafos eléctricos. En la tercera parte de este Informe se verá con cuánto esmero se rectificaron las coordenadas astronómicas del lugar, se llevó la hora oficial y se determinaron los instantes precisos de los contactos.

Para dar desarrollo a la segunda parte del programa dicho, se tuvo en cuenta que entre las circunstancias que convenía constatar y fijar exactamente estaban en primer término la determinación de la forma y repartición de las protuberancias en el disco solar, por cuanto es un dato importante para el estudio físico del sol la comparación de las protuberancias vistas directamente, con los registros espectrográficos que actualmente se llevan en varios observatorios. Para que se comprenda cuál fue el criterio que siguió el Observatorio de Bogotá al prescindir del espectroscopio en el estudio de las protuberancias, concretando toda la atención a la fotografía de éstas y de la corona, copiamos el siguiente relato de Jansen, referente al descubrimiento de su método espectrográfico.

"Durante la oscuridad total (en un eclipse de sol) me llamó la atención el brillo de las rayas protuberanciales, y se me ocurrió que podía ser posible tomar nota de ellas aun cuando el sol no estuviera eclipsado. He aquí cómo desarrollé mi procedimiento: Por medio del buscador del anteojo que llevaba el espectroscopio, coloqué la ventanilla de éste sobre el borde del disco solar, en las regiones en donde había observado las protuberancias luminosas (en el eclipse). Esta ventanilla colocada en parte sobre el disco solar y en parte fuera, daba por consiguiente, dos espectros: el del sol y el de la región protuberancial. Para evitar el brillo del espectro solar me fue preciso cubrir, en dicho espectro, el amarillo, el verde y el azul (las porciones más brillantes) y dirigir la atención a la línea *C* del espectro, oscura para el disco y brillante para la protuberancia, y que situada en una porción poco brillante del espectro debía apercibirse con facilidad. Ocupado de esta suerte, en observar la región protuberancial del borde occidental, observé una raya roja pequeña y brillante, de 1 a 2 minutos de altura, en la prolongación rigurosa de la raya oscura *C* del espectro solar. Haciendo en seguida recorrer con la ventanilla del espectroscopio toda la región que estaba explotando, persistía la línea en cuestión, mas modificaba su longitud y por el brillo de sus diversas partes acusaba una gran variabilidad en la altura y en el poder luminoso de las diversas regiones de la protuberancia. Vuelta a comenzar esta exploración por tres veces consecutivas apareció siempre la línea roja brillante y siempre en las mismas circunstancias, mas después de algunas horas, aunque las líneas brillantes continuaban apareciendo, demostraban profundos cambios en la distribución de la materia protuberancial: las líneas se fraccionaban en trozos aislados que no se unían a la línea principal, a pesar de los desalojamientos de la ventanilla exploradora, indicando este hecho la existencia de nubes aisladas que se habían formado después de algunas horas de observación".

La descripción anterior demostró la posibilidad de observar las rayas de las protuberancias fuera de los eclipses de sol, y facilitó un método sencillo y eficaz que ha permitido hasta hoy seguir día por día la marcha de las protuberancias y, por consiguiente, la evolución de la atmósfera solar, correlativamente con el estudio estadístico de las manchas. El empleo del espectroscopio durante un eclipse de sol, en un intervalo de tiempo corto, no revela las variaciones que se pueden seguir directamente por el método de Jansen, y sólo puede demostrar la inversión de las rayas y la presencia de la raya verde del *coronio*. Además, la observación directa no permite estudiar las diversas clases de protuberancias sino sobre los bordes del disco solar, en tanto que el método espectrográfico, convenientemente modificado por la proyección de las rayas brillantes de las protuberancias sobre las rayas oscuras del espectro, da lugar a seguir esas protuberancias sobre el disco mismo.

Lo que realmente importa hoy, después de los estudios completos a este respecto y de las estadísticas que se han publicado, es identificar en cada eclipse las protuberancias fotografiadas directamente con las que revela el espectroscopio por el método de Jansen. De esta identificación, repetida varias veces, creemos habrá de resultar alguna explicación de las anomalías que aún se presentan; teniendo en cuenta sobre todo que la forma de la corona, fijada en la placa fotográfica, debe de guardar relación con la actividad solar y, por tanto, con la presencia de protuberancias y de manchas sobre la superficie de este astro.

Además, la luminosidad de la corona y de la gloria es un dato incierto aún y que no se puede determinar directamente con el empleo de un fotómetro, siendo mejor, en cada eclipse referirlo al tiempo de exposición, grado de abertura del diafragma, claridad de la cámara fotográfica, etc., o mejor, a una comparación con alguna imagen fotografiada en igualdad de condiciones y cuya luminosidad se pueda medir con precisión.

De los hechos expuestos se dedujo la conveniencia de recurrir a la fotografía directa por medio de una cámara montada ecuatorialmente y con registrador eléctrico conectado al cronógrafo y,

además, una vez que la fotografía iba a prestar su concurso para fijar los detalles de las protuberancias y de la totalidad, se pensó en tomar diversos aspectos de las parcialidades para que, en caso de pérdida de los contactos internos, se pudieran sustituir por las cuerdas medidas sobre pruebas fotográficas tomadas a instantes precisos. En consecuencia, además de la cámara instalada ecuatorialmente se proveyó la Comisión de otra con obturador de cortina para exposiciones sumamente rápidas.

Para dar desarrollo al plan propuesto y de acuerdo con lo anteriormente dicho, la Comisión que salió de Bogotá para un lugar situado lo más cerca posible al centro de la zona de totalidad, llevó los siguientes instrumentos, que detallamos con el objeto de poder apreciar el grado de precisión de las operaciones ejecutadas:

Primero. — Un anteojo de pasos meridianos de la Casa "Gustavo Heyde" de Dresde, provisto de prisma interno, ocular situado en el eje del círculo de declinación, nivel Talcott, para la determinación de la latitud por medio del micrómetro, sistema reticular de once hilos, eje vertical para la inversión rápida y cómoda y objetivo de dos pulgadas con niveles que acusan 1" de arco por división del tubo.

Segundo. — Un teodolito, gran modelo, de la Casa "Troughton and Sims" de Londres, provisto de micrómetro y con círculos cuidadosamente divididos en grados y minutos centesimales. Los niveles de la alidada y del plato están divididos por espacios correspondientes a 18" de arco aproximadamente.

Tercero. — Una cámara fotográfica montada sobre un pie de movimiento universal, provista de objetivo con diafragma y de obturador de cortina con ventanilla de 1 mm. y resorte graduable a voluntad para permitir una exposición hasta de un milésimo de segundo. Este obturador funcionaba simultáneamente con un cronógrafo eléctrico registrador por medio de un electroimán puesto en circuito con éste y con un péndulo de tiempo medio. El objetivo de esta cámara tiene 90 mm de apertura y 1 m. 20 de distancia focal. El aparato todo se designa con el N^o 1.

Cuarto. — Una cámara fotográfica montada ecuatorialmente en un pie de fundición de la Casa "Secretán" de París. Este pie tiene círculos horario y de declinación y se acopló directamente, por medio de una unión universal de Cardán, con un aparato de relojería movido por un peso motor y regulado por un molinete de aspas. El movimiento de relojería tenía por objeto comunicar al círculo horario una velocidad angular igual al de la esfera celeste para que las exposiciones pudieran prolongarse sin dañar la nitidez de la imagen. La cámara misma se proveyó de un obturador puesto en circuito con el cronógrafo eléctrico para registrar la duración de la exposición. El objetivo mide 160 mm. de apertura y 2.10 m. de distancia focal: se usó sin diafragma de ninguna especie, pues no importaba la aberración ya que la imagen debía mantenerse en el centro del chasis. Tanto a este aparato como al anterior se adaptaron los correspondientes *buscadores*. En la lista está marcado: cámara N^o 2.

Quinto. — Un cronómetro sideral de corriente de la Casa "Ulises Nardin" de Suiza, provisto de un cronógrafo registrador que permite aproximar la lectura en la cinta del tiempo, hasta un décimo de segundo.

Sexto. — Un péndulo eléctrico de tiempo medio fabricado por el Ingeniero Rafael Nieto París y provisto de un cronógrafo registrador de corriente. Este péndulo se puso al tiempo oficial y sirvió para marcar los instantes de las fotografías de las diversas parcialidades y la duración de las exposiciones en la totalidad.

Séptimo. — Un anteojo astronómico montado sobre un pie con movimiento lento, y con su *buscador* y varios oculares de poder distinto.

Octavo. — Una caja de cortina, a manera de cuarto oscuro portátil, de la Casa "Charconnet et Gaze" de París, provista con todos los elementos necesarios de fotografía, y que permitió desarrollar los clichés en el mismo sitio de observación y, por consiguiente, graduar el tiempo de exposición.

Noveno. — Una brújula sensible de declinación, para observar si ocurrían perturbaciones en el campo magnético dignas de tenerse en cuenta, varios termómetros, un barómetro aneroide y demás aparatos y utensilios fotográficos y topográficos.

Todo este material, transportado de Bogotá a Puerto Berrío, se instaló en una explanada sobre bases de cemento y en una construcción adecuada al propósito.

Una vez descritos el plan de observación y los elementos materiales de que se dispuso, conviene designar el personal de la Comisión observadora de Puerto Berrío e indicar el género de ocupaciones que a cada miembro correspondieron.

Los empleados que rinden este Informe, señores Julio Garavito A., Director del Observatorio Astronómico Nacional y Jorge Alvarez Lleras, Ingeniero Ayudante, en asocio del Ingeniero Secretario de la Oficina de Longitudes, señor Tomás Aparicio V. y del joven Santiago Garavito, se distribuyeron el trabajo de observación en el momento del eclipse, así:

El Director y el señor Aparicio V. tomaron a su cargo la verificación de los instantes de los contactos, tanto internos como externos, haciendo uso del cronómetro sideral de corriente y del cronógrafo respectivo, al mismo tiempo que de un contador de bolsillo y del registro directo que llevó con sumo cuidado el señor Aparicio. Al Director correspondió la observación con un anteojo provisto de micrómetro e hizo uso de él midiendo cuerdas de las diversas parcialidades a instantes precisos que anotó el señor Aparicio.

El Ingeniero Ayudante y el joven Garavito dedicaron su atención a tomar fotografías a instantes determinados, que se registraron automáticamente por el cronógrafo del péndulo eléctrico, y que debían servir junto con las cuerdas medidas por el Director, para suplir la deficiencia de los contactos externos en caso de pérdida de los internos, para no perder íntegramente la observación. Además tomaron varias fotografías con la cámara N^o 2, de la corona y de las protuberancias, durante la totalidad.

Incidentalmente coadyuvó con su concurso, en el momento de la totalidad, el señor Jefe de la zona telegráfica de Antioquia, señor Correa, quien había sido designado por la Dirección Nacional de Correos y Telégrafos, para prestar sus servicios en la estación telegráfica que se erigió en el sitio mismo de observación. El señor Correa reemplazó eficazmente al señor Ernesto González Concha, Secretario de la Comisión, a quien correspondía verificar la presencia de las sombras volantes y de las perturbaciones de la brújula de declinación. El señor González Concha no pudo desempeñar su cometido en Puerto Berrío por haber partido en comisión para Medellín días antes del 3 de febrero.

Pasemos a relatar los trabajos de la Comisión integrada en Bogotá según el plan acordado por el Observatorio.

En un principio se pensó en escoger a Envigado como punto de observación por la razón expuesta y porque la proximidad a Medellín garantizaba la consecución de recursos, mas después se tuvieron en cuenta las dificultades de transporte del material, empacado en bultos de tamaño y peso considerable y que, por consiguiente, no se prestaba al acarreo en camión o en carro común. Por supuesto que en el cambio de tal determinación influyeron, más que todo, las condiciones climáticas de Envigado, pueblo que por estar situado en el centro de la Cordillera Central, tiene un cielo relativamente nublado, nunca comparable en pureza y diafanidad al de Puerto Berrío, lugar a orillas del río Magdalena y en el centro de un extensísimo valle. Esta última población fue, por tanto, el sitio escogido para erigir el Observatorio provisional de la Comisión; y en verdad no salieron fallidas las previsiones, pues lo extenso del horizonte y la diafanidad de la atmósfera permitieron ejecutar todas las operaciones requeridas para el establecimiento de los instrumentos, cambio de señales con Bogotá, fijación de las coordenadas, etc., en una época lluviosa por todo extremo y que en otros lugares del país impidió toda operación astronómica.

Además, en Puerto Berrío la Empresa del Ferrocarril de Antioquia no omitió esfuerzo en el sentido de facilitar a la Comisión todos los elementos requeridos, ayudando, a instalar los instrumentos en la cima de una colina de pequeña altura, en donde una explanada conveniente y los antiguos locales de Empresa se prestaron a la colocación y manejo de todo el tren instrumental.

El anteojo de pasos meridianos se colocó sobre una base de cemento y se fijó su posición con respecto a un poste clavado a la mayor distancia que fue posible. Las bases de la cámara de exposiciones instantáneas y de la cámara ecuatorial también se hicieron de cemento y se les dio la forma conveniente para permitir operar hasta a un ángulo de 70°. El gran teodolito Troughton y el anteojo astronómico también tuvieron sus bases sólidas de cemento. En el interior de las edificaciones se colocaron el péndulo eléctrico, la estación telegráfica, que se unió con la línea de Bogotá mediante instalación especial, la cámara de desarrollo y demás útiles fotográficos, el barómetro, los termómetros y las baterías de pilas para el péndulo, para el cronógrafo del cronómetro sideral, para el cronógrafo del péndulo eléctrico y para el aparato teleográfico. La cámara ecuatorial se orientó previamente y se equilibró para lograr que el motor obrase regularmente.

Una vez instalados, corregidos y ensayados los instrumentos todos, procedieron el Director Jefe de la Comisión y el Ingeniero señor Aparicio a fijar la meridiana del lugar y a determinar el estado del cronómetro "Nardin" que se había llevado con hora tomada en Bogotá. Varias veces cambiaron señales con el Observatorio de Bogotá, en donde había quedado, por cuenta de la Comisión, el Ingeniero señor Pedro M. Silva, y por cuenta de la Oficina de Longitudes el Ingeniero señor Darío Rozo. Entre tanto, el Ingeniero Ayudante se ocupó en la verificación del péndulo eléctrico, en la instalación de todas las baterías de pilas, en la conexión de varios aparatos, en la anotación de algunos datos meteorológicos y en la fotografía de la luna a distintas fases. Haciendo uso de placas secas marca "Seed Graflex" y de películas "Eatsman Kodack" antihalo, halló la duración de exposición que más podía convenir para la totalidad, tomando como base la comparación entre la luz de la luna en cuadratura y la iluminación de la corona, comparación hecha en el eclipse de 1900. Las fotografías de la luna tomadas son bastante nítidas y con abundancia de detalles que demuestran la claridad de la lente usada y la corrección de las exposiciones. En poder de la Comisión se

encuentran varios negativos con imágenes antes y después del cuarto, y que llevan indicada la duración de la exposición: estas fotografías no se publican, aunque su comparación sería muy útil para aclarar las ideas respecto a la duración de la exposición e intensidad luminosa de las protuberancias, la gloria y la corona, porque la carencia de recursos impide obtener unas buenas pruebas por el procedimiento de *heliotipia*, único que puede conservar perfectamente los detalles y las medias tintas.

Luégo que el anteojo de pasos quedó instalado y corregido se tomaron varias horas por pasos del sol o de estrellas a uno y otro lado del ecuador, antes del eclipse y después de él, de suerte que, como se verá en la discusión final del estado del reloj, la hora se tuvo con la precisión que se pide en los grandes observatorios. También se intentó, aunque sin resultado, por causa del cielo que se mantuvo muy variable, precisar la latitud por medio del método micrométrico de Talcott, empleando el micrómetro y el nivel especial del anteojo de pasos. En la noche siguiente al eclipse se rectificó la latitud hallada por la Oficina de Longitudes por medio de alturas de la polar.

Teniendo la hora y los aparatos perfectamente listos, la Comisión continuó ensayándose hasta el día mismo del eclipse, que principió cubierto y amenazando lluvia hasta las 9^h y 30^m, por lo cual se perdió el primer contacto externo y los miembros de la Comisión temieron perder gran parte del laborioso trabajo de transporte e instalación que se había llevado a cabo. Según se vio atrás, el primer contacto estaba previsto para las 9^h6^m11^s16 de tiempo oficial.

Después de las 9^h y 30^m comenzó el cielo a despejarse, comunicando alguna esperanza a los operadores que, en espera de un momento propicio, no se habían separado de sus instrumentos; hasta que a las 9^h y 40^m el disco del sol apareció radiante y ya en parte eclipsado por la luna. El cielo se conservó despejado hasta la terminación del fenómeno y permitió, en magníficas condiciones de diafanidad atmosférica, seguir todas las fases del eclipse, y observar el espectáculo de la totalidad en todo su esplendor.

Describamos brevemente la apariencia del disco solar cuando desaparecieron los granos de Bailly, en la primera faz del fenómeno, refiriéndonos a la figura donde están localizadas las protuberancias con relación al ecuador del sol.

En el hemisferio boreal, consideramos hacia el W dos protuberancias: la una situada hacia los 45° de latitud y la otra entre los 63° y 67°. La primera de estas presenta la característica especial de haber aparecido como desprendida del disco en forma de una faja de borde irregular y de pequeña altura comparativamente con la segunda, que apareció bajo la forma rectangular, y con inclinación muy marcada en la dirección del polo. Esta notable protuberancia llamó la atención del Director, quien la observó durante todo el eclipse y la localizó mediante el micrómetro de su anteojo. Hacia el E y en el mismo hemisferio, podemos contar las siguientes que no son notables: a los 30° de latitud una pequeña con apariencia de un gránulo de poca extensión; entre los 40° y 45° otra del mismo aspecto y escasas dimensiones; entre los 55° y 60° una protuberancia de gran extensión, relativamente de poca altura y que mordía el disco sensiblemente, quedando contigua a otra del mismo aspecto, aunque de menores dimensiones, que se extendió entre los 63° y 66°. En el hemisferio austral se pueden contar las siguientes protuberancias: hacia el W a los 15° de latitud, una muy notable por su brillo y contornos bien definidos y otra entre los 35° y 40° de forma cónica, no muy ancha en la base pero que se extendió a una altura de cerca de 1/20 del disco y parecía ser el eje de una *ráfaga* luminosa semejante a la prolongación caudal de un cometa y que constituyó una de las características de la corona en la región austral. Hacia los 60° de latitud apareció también una pequeña protuberancia que parecía limitar hacia el sur la base de la *ráfaga* luminosa o formación coronaria, de que se ha hecho mención. En vecindades del polo austral aparecieron varios granulitos contiguos y que semejabán una sola protuberancia de escasa apariencia. Hacia el E merece mención especial una protuberancia que se extendió desde los 10° hasta los 16° de latitud austral, muy poco saliente y otra situada a los 66° en el centro próximamente de una *ráfaga* luminosa de forma y apariencia semejantes a la descrita pero que se extendió en el espacio normalmente a la superficie solar, al contrario de la correspondiente a la protuberancia del W (37° de latitud austral), que afectó la forma curvilínea, inclinándose sensiblemente hacia el ecuador. La protuberancia a que nos venimos refiriendo llamó profundamente la atención por cuanto su luz no era tranquila como la de las otras descritas, ni su color rosa-pálido, sino más bien amarillo claro, presentando la particularidad de que parecía lanzar dardos luminosos semejantes a la ilusión óptica que se experimenta en presencia de un foco luminoso muy intenso. En nuestro concepto el *chisporroteo* o iluminación que algunos observadores compararon a fuegos de artificio, debe atribuirse, en esta protuberancia, únicamente a su color, que siendo más claro y brillante que el de las otras, la hacía destacarse vivamente sobre la claridad coronal y sobre el fondo negro del disco, produciendo la impresión de dardos luminosos, impresión que reside probablemente en el seno mismo del cristalino y en la sensibilidad diversa de la retina. Algunos observadores también creyeron que la protuberancia situada a los 45° de latitud boreal, en el borde occidental, flotaba sobre el contorno del disco, cosa que sólo puede comprobarse por la comparación espectrográfica del día del eclipse.

En la figura las protuberancias descritas están marcadas así: hemisferio austral: a (15°); b (5° a 40°); c (60°); d (polo austral); e (64° a 67°); f (10°); hemisferio boreal: g (30°); g' (40° a 45°); h (60°); i (66°); k (63° a 67°); l (45°). Las letras restantes corresponden a las rayas o fajas más definidas que se notaron en la corona. (La figura indicada se ha omitido por no creerla necesaria).

La corona se caracterizó especialmente por las *ráfagas* ya mencionadas, a uno y otro lado del polo austral, perfectamente definidas en su base sobre el disco y desvanecidas gradualmente en el fondo oscuro del cielo a una distancia igual o un poco mayor que el diámetro solar. A unos 80° de latitud austral, hacia el E es muy notable la precisión con que se designa una de ellas, sólo comparable al aspecto que presenta la cola de un cometa en la proximidad del núcleo. Hacia el polo, en el hemisferio boreal, no se presentan estas *ráfagas* luminosas bien definidas, ni se extienden a tanta altura, esfumándose la luz coronal en una extensión uniforme a una distancia aproximada del borde de la cuarta parte del diámetro.

En general el aspecto de la corona es asimétrico y totalmente distinto del que se anotó en el eclipse de 1900, cuando aparecieron las grandes *ráfagas* simétricamente colocadas hacia el ecuador solar.

Las fotografías de las varias fases de la totalidad comparadas con una correspondiente al eclipse de 1900, muestran más claramente de lo que se puede hacer por palabras, esta diferencia que nos permitimos hacer notar, por cuanto es probable que de la comparación de la forma coronal en varios eclipses resulte algún hecho explicativo de las manchas y de las variaciones de la actividad solar. Es sensible que estas fotografías que contienen detalles delicados y medios tonos indescriptibles, aparezcan en las figuras completamente perdidas por causa del pésimo grabado en que están reproducidas (*). Al haberse editado este Informe en los talleres nacionales, se hubiera obtenido seguramente en las prensas de la Litografía Nacional, por medio de la heliotipia o colotipia, pruebas que habrían dado buena idea de la bondad de las fotografías obtenidas y del aspecto interesante del fenómeno en varias de sus fases. En todo caso advertimos a los lectores que estamos preparando algunas ampliaciones de aquellas fotografías, que se remitirán a los Observatorios principales, en especial a aquellos que se ocupan de estadísticas de las manchas y de las protuberancias.

Las pruebas fotográficas que nos han servido para fijar los detalles de la corona y de las protuberancias fueron cinco, de las cuales damos la copia de tres en tamaño verdadero: estas pruebas se tomaron con la cámara N° 2, ya descrita. Las duraciones de las exposiciones se registraron en el cronógrafo del péndulo eléctrico puesto en circuito con el obturador de la cámara.

Como era de suponerse la oscuridad del cielo durante el eclipse, comparable a la de las noches de luna en su cuarto, permitió observar algunas estrellas de primera magnitud y a Venus y a Júpiter con gran nitidez. Imposible hubiera sido para nosotros, careciendo como carecimos, de telescopios astrofotográficos de gran tamaño, haber pretendido repetir la investigación de planetas intramercuriales, siendo por tanto la anotación anterior una simple curiosidad que carece totalmente de importancia, pues natural era prever un hecho explicado por el poder difusivo de la atmósfera, en la teoría física de los medios diáfanos.

Haciendo un resumen de las impresiones de los miembros de la Comisión durante la totalidad, podemos decir: de modo general el aspecto del fenómeno correspondió muy bien a las descripciones de Jansen y Langley, pareciéndonos la semejanza muy notable en lo que respecta al eclipse del 7 de agosto de 1869, observado en Ottuma (Estados Unidos). Las mismas protuberancias de color rosado indefinible, con ligeros tintes de oro pálido, las mismas *trainées* brillantes, las mismas prolongaciones de la luz coronal, en forma de lo que hemos llamado *ráfagas luminosas* a falta de un término más adecuado, y el mismo tinte claro, pálido, de la corona que se disuelve insensiblemente en el fondo oscuro del cielo. Todo esto deja la impresión al espectador, de algo sutil que envuelve las capas atmosféricas del sol y remeda las proyecciones caudales de los cometas, en forma, no de materia cósmica sino de impulsiones lumínicas. En presencia de la suave luz coronal se inclina el observador a creerla de la misma naturaleza que la luz zodiacal. En el espacio de tiempo relativamente muy corto de la totalidad es materialmente imposible constatar la menor variación en las protuberancias, ni en el aspecto de la corona, siendo por tanto atribuible a ilusiones ópticas el movimiento oscilatorio que algunos han creído notar en las protuberancias.

En lo que respecta a los fenómenos consecuenciales sobre la superficie terrestre, nos parecieron dignos de estudio solamente las *sombras volantes* y las variaciones de la aguja que muchos han creído tienen lugar con gran amplitud durante la totalidad. Del primer fenómeno quisimos tomar constancia para relacionar su presencia con las condiciones de diafanidad de la atmósfera, considerablemente influenciadas por la existencia de vapor de agua en proporciones variables. Parece probable que el fenómeno en cuestión se deba a interferencias y que en sus detalles se pueda estudiar por medio de la Óptica experimental. En todo caso, en el Observatorio de Puerto Berrío estas *sombras volantes* no se presentaron, o fueron tan poco sensibles que no llamaron la atención del encargado de

(*) Por esta razón no se reproducen aquí las fotografías dichas.

observarlas sobre un telón blanco extendido al efecto. En cuanto a perturbaciones de la aguja magnética, a priori se podía saber que su existencia es dudosa, pues no hay razón física ninguna que nos haga pensar en modificaciones del campo magnético terrestre en el momento del eclipse, ya sea considerando las corrientes telúricas perturbadas por la interposición de la zona de sombra, de una anchura insignificante comparada con la extensión enorme de las regiones terrestres caldeadas por el sol, ya sea atribuyendo a las variaciones electro-magnéticas, dependientes de las variaciones de actividad solar, o a las propiedades conductivas de la luna considerada como pantalla electro-magnética, una importancia que están lejos de tener. Además, si estas perturbaciones del campo magnético tienen lugar parece natural darles un valor correlativo con las causas físicas que pueden originarlas, es decir, atribuirles un peso extremadamente pequeño, siendo necesario para constatar su presencia el empleo de un magnetómetro de precisión. No fue, pues, sorpresa para nosotros el resultado negativo que dio la observación atenta de una brújula prismática muy sensible, observación hecha por el señor Correa, Jefe de la Zona telegráfica de Antioquia y persona de que ya hicimos mención agradeciendo sus buenos oficios.

La descripción del aspecto general del eclipse hecha por los Miembros de la Comisión fue corroborada por la que dieron los señores Ingenieros del Ferrocarril de Antioquia, quienes con exquisita atención facilitaron elementos para la instalación de los instrumentos, y se prestaron a observar por su parte el fenómeno por medio de un antejo que se había llevado de Bogotá, y de los anteojos de sus instrumentos topográficos.

Para la fijación de las protuberancias sobre el disco del sol se ha hecho el siguiente cálculo, que da como resultado el ángulo de inclinación del eje polar del sol, sobre la dirección del portachasis de la cámara número 2, orientada previamente sobre su base ecuatorial mediante la estrella polar, y que demuestra que sin error sensible se pueden determinar las latitudes de las protuberancias considerando el disco mismo del sol como proyección del círculo meridiano sobre el cual se proyectaban aquéllas.

Hallemos, pues, la posición del disco solar con relación al círculo de declinación.

Los datos referentes al eje de rotación del sol son los siguientes:

Inclinación del ecuador solar sobre la eclíptica: $i = 7^\circ 15'$.

Longitud del nodo ascendente N del ecuador solar

$$= 73^\circ 40' + 50''25 (t - 1850) = 74^\circ 35' 6''5 (1916).$$

Sea γQ el plano del ecuador terrestre, γN = plano de la eclíptica, $N'N$ = ecuador solar. En el triángulo esférico $\gamma NN'$ se conocen:

$$\gamma N = 74^\circ 35' 6''5 \quad \omega = N\gamma N' = 23^\circ 27' 1''8 \quad i = \gamma NN' = 7^\circ 15' 0''$$

Las fórmulas de Neper nos dan:

$$\frac{\text{tang } \frac{1}{2}(\gamma N' + NN')}{\text{tang } \frac{1}{2}(\gamma N)} = \frac{\cos \frac{1}{2}(\omega - i)}{\cos \frac{1}{2}(\omega + i)} \quad \frac{\text{tang } \frac{1}{2}(NN' - \gamma N')}{\text{tang } \frac{1}{2}(\gamma N)} = \frac{\text{sen } \frac{1}{2}(\omega - i)}{\text{sen } \frac{1}{2}(\omega + i)}$$

O bien: $\text{tang } \frac{1}{2}(NN' + \gamma N') = \frac{\cos (8^\circ 6' 0''9)}{\cos (15^\circ 21' 10''9)} \text{tang } (37^\circ 17' 33''25)$

$$\text{tang } \frac{1}{2}(NN' - \gamma N') = \frac{\text{sen } (8^\circ 6' 0''9)}{\text{sen } (15^\circ 21' 10''9)} \text{tang } (37^\circ 17' 33''25)$$

$$\log \tan \frac{1}{2}(\gamma N) = 9.8817218 + \quad \log \text{sen } \frac{1}{2}(\omega - i) = 9.1489281 +$$

$$\log \cos \frac{1}{2}(\omega - i) = 9.9956453 + \quad \log \text{sen } \frac{1}{2}(\omega + i) = 9.0306499 +$$

$$9.8773671 + \quad \log \text{sen } \frac{1}{2}(\omega + i) = 9.4227849 +$$

$$\log \cos \frac{1}{2}(\omega + i) = 9.9842237 + \quad \log \text{tang } \frac{1}{2}(NN' + \gamma N') = 9.6078650 +$$

$$\log \tan \frac{1}{2}(NN' - \gamma N') = 9.8931434 +$$

Por tanto: $\frac{1}{2}(NN' + \gamma N') = 38^\circ 1' 17''$
 $\frac{1}{2}(NN' - \gamma N') = 22^\circ 4' 0''$
 $NN' = 60^\circ 5' 17'' \quad \gamma N' = 15^\circ 57' 17''$

Por otra parte se tiene: $\frac{\text{tang } \frac{1}{2}(\omega + i)}{\text{cotg } \frac{1}{2}(NN'\gamma)} = \frac{\cos \frac{1}{2}(NN' - \gamma N')}{\cos \frac{1}{2}(NN' + \gamma N')}$

Por tanto: $\text{cotg } \frac{1}{2}(NN'\gamma) = \frac{\text{tang } \frac{1}{2}(\omega + i) \cos \frac{1}{2}(NN' + \gamma N')}{\cos \frac{1}{2}(NN' - \gamma N')}$

$$\begin{aligned} \log \tan \frac{1}{2}(\omega + i) &= 9.4385538 + \\ \log \cos \frac{1}{2}(NN' + \gamma N') &= 9.8964065 + \\ &9.3349603 + \\ \log \cos \frac{1}{2}(NN' - \gamma N') &= 9.9669614 + \\ \log \cotg \frac{1}{2}(NN'\gamma) &= 9.3679989 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(NN'\gamma) &= 76^\circ 15' 55'' 2 \\ NN'\gamma &= 153^\circ 43' 50'' 4 \\ i = NN'Q &= 26^\circ 16' 9'' 6 \end{aligned}$$

Los datos de posición del ecuador solar con relación al ecuador terrestre en 1916 son pues:

Inclinación del ecuador solar sobre el ecuador terrestre: $i = 26^\circ 16' 9'' 6$

Ascensión recta del nodo ascendente del ecuador solar: $\gamma N' = 15^\circ 57' 17''$

La posición de la tierra el 1º de febrero de 1916 a la hora de la totalidad en Puerto Berrío era:

$$\text{Ascensión recta} = 135^\circ 54' 41'' \quad \text{Declinación} = 16^\circ 46' 18'' \text{ N.}$$

Sea $\gamma N'H$ el plano del ecuador terrestre trazado por el centro del sol; $N'SK$ el plano del ecuador solar; π la traza del polo norte del eje solar en la esfera celeste y P la traza de polo norte de la tierra, T la posición helio-céntrica de la tierra.

Se tiene:

$$\begin{aligned} \gamma N' &= 15^\circ 57' 17'' \\ N'Q &= 90^\circ \\ \gamma H &= 135^\circ 54' 41'' \\ \gamma Q &= 105^\circ 57' 17'' \\ QH &= 29^\circ 57' 24'' \\ HT &= 16^\circ 46' 18'' \\ P\pi &= 26^\circ 16' 10'' \\ PT &= 73^\circ 13' 42'' \end{aligned}$$

$$N'H = 90^\circ + 29^\circ 57' 24''$$

En el triángulo esférico $TN'H$ se tiene:

$$\text{sen } N'H = \cotg \text{HN}'T \tan \text{TH} \therefore \tan \text{HN}'T = \frac{\tan \text{TH}}{\text{sen } N'H}$$

$$\log \tan \text{TH} = 9.4791409$$

$$\log \text{sen } N'H = 9.9377201$$

$$\log \tan \text{HN}'T = 9.5414208$$

$$\text{HN}'T = 19^\circ 0' 53''$$

$$\omega = \text{HN}'K = 26^\circ 16' 10''$$

$$\text{TN}'K = 7^\circ 15' 17'' = \phi$$

Además:

$$\cos N'T = \cos N'H \cos \text{TH}$$

$$\log \cos \text{TH} = 9.9811216 +$$

$$\log \cos N'H = 9.6984006 -$$

$$\log \cos N'T = 9.6795222 -$$

$$\log \tan \text{TN}'K = 9.0946279 +$$

$$\log \tan \text{TK} = 8.7741501 -$$

$$\text{TK} = -3^\circ 24' 8''$$

$$\pi T = 93^\circ 24' 8'' = b$$

$$\pi P = 26^\circ 16' 10'' = a$$

$$PT = 73^\circ 13' 42'' = c$$

En el triángulo esférico πPT se conocen los tres lados: el ángulo T se hallará por la fórmula de Gauss:

$$\tan \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\text{sen}(p-b) \text{sen}(p-c)}{\text{sen } p \text{sen}(p-a)}}$$

Así:

$$2p = a + b + c = 192^\circ 54' 0''$$

$$p = 96^\circ 27' 0''$$

$$p - a = 70^\circ 10' 50''$$

$$p - b = 3^\circ 2' 52''$$

$$p - c = 23^\circ 13' 18''$$

$$\log \text{sen}(p-b) = 8.7256558$$

$$\log \text{sen}(p-c) = 9.5958152$$

$$8.3214710$$

$$\log \text{sen } p = 9.9972429$$

$$8.3242281$$

$$\log \text{sen}(p-a) = 9.9731159$$

$$8.3511122$$

$$\log \tan \frac{1}{2} A = 9.1755561$$

$$\frac{1}{2} A = 8^\circ 31' 10''$$

$$A = 17^\circ 2' 20'' \text{ ángulo en } T$$

Descrito el aspecto general del eclipse complementemos los datos anotados describiendo brevemente las diversas operaciones ejecutadas. En primer lugar refirámonos a las fotografías de las parcialidades que se tomaron a las horas marcadas por el péndulo eléctrico, puesto con el tiempo oficial, y previamente comparado con el cronómetro sideral. En estas fotografías aparece:

1º A una hora indeterminada, por no haber marcado el cronógrafo en la cinta correspondiente, la fotografía primera de la izquierda que puede servir para medir el diámetro de la imagen, en donde la relación de la flecha al diámetro es de

463	1275
546	1275
616	1275
715	1275
765	1275
866	1275
925	1275
1177	1275
1136	1275
951	1275
721	1275
665	1275
571	1275
217	1275

Como se había dicho, el obturador de la cámara número 1 que sirvió para tomar las fotografías a los instantes transcritos, se puso en circuito con el péndulo y el cronógrafo registrador de corriente, de suerte que al operar sobre la bomba neumática del obturador se cerraba el circuito, marcándose sobre la cinta cronográfica el instante preciso de la exposición. Mediante este dispositivo se pudo ahorrar personal, pues mientras un operador tomaba la exposición, quitaba el chasis y medía la cinta, otro desarrollaba la placa anterior para graduar, en conformidad con el resultado del desarrollo, la apertura del diafragma para la exposición siguiente. A pesar de todas estas precauciones se perdieron algunas placas, ya porque el cronógrafo no registró correctamente, ya porque la exposición no se calculó bien. De todas suertes las que sirvieron han suministrado unos negativos muy nítidos, que se ampliaron por medio de una cámara de proyección hasta un tamaño diez veces mayor, para poder medir, haciendo uso de una escala, las flechas respectivas.

Los datos que suministran las fotografías a que nos referimos sólo sirven para corroborar el resultado de la observación directa de los contactos, mas habrían sido de gran utilidad si, por nubes en el cielo o por cualquiera otra causa, los instantes de los contactos internos se hubieran perdido. Para ese caso tenía el Director del Observatorio el pensamiento de medir las cuerdas sobre los negativos mismos mediante un dispositivo análogo al de un micrómetro filar.

Para estudiar ahora la cantidad de luz emitida por la corona y por las protuberancias tomamos tres exposiciones de la luna verificadas en condiciones análogas de diafanidad atmosférica y anotamos:

Para un creciente lunar de $\frac{154}{193}$ se necesitó una exposición de 12º0

Para un creciente lunar de $\frac{120}{193}$ se necesitó una exposición de 14º5

Para un creciente lunar de $\frac{68}{193}$ se necesitó una exposición de 16º0

Ahora bien, las tres fotografías que aparecen en la figura respectiva, demuestran que hasta el medio de la totalidad la exposición fue de 10 a 15 segundos y que hacia el fin, en el último instante de la totalidad, esta exposición fue de 15 segundos también, mas se pudo considerar como demasiado larga porque la película usada demostró señales de sobreexposición.

De las consideraciones anteriores se puede fijar para el aparato y para las películas usadas, una duración media de exposición de 12 segundos, durante la totalidad; lo que equivale a la requerida por la luna después del cuarto, en un cielo lechoso y cubierto con un velo que sólo permita ver estrellas hasta de segunda magnitud.



La duración de las exposiciones durante la totalidad también se registró eléctricamente, pues el obturador de la cámara se construyó de suerte que al abrirse marcaba en la cinta cronográfica el instante del principio de la exposición, y al cerrarse volvía a marcar el fin de ésta haciendo automáticamente caer la placa expuesta y dejando descubierta la placa siguiente. Este aparato no funcionó siempre correctamente, y dejó algunas exposiciones sin marcar en la cinta del cronógrafo. Además, el aparato de relojería que movía la cámara atrasaba algo, de suerte que al verificarse las exposiciones la imagen del sol no quedó exactamente en el centro de la placa, como se echa de ver en las figuras.

Las observaciones personales de uno de nosotros permitieron agregar algunos detalles a las fotografías tomadas durante la totalidad, y con ellos se pretendió hacer varios dibujos en colores que permitieran dar una idea del aspecto interesantísimo que presentó la totalidad. De estos dibujos se iban a sacar pruebas en tricromía o colotipia, mas por las razones apuntadas ello no fue posible, y por eso menester es satisfacernos con el fotograbado de uno de ellos. Mas como el fotograbado sólo reproduce los detalles de dibujo sin marcar el colorido, carece la prueba en cuestión de aquel interés que representa la expresión más o menos artística de una impresión personal.

Por supuesto, huelga el advertir que después de haber presenciado tan notable fenómeno, no creemos que haya artista capaz de reproducir en el papel la magnífica visión de un eclipse total de sol; por cuanto la disolución delicadísima de las medias tintas, la esplendidez de los contrastes y la multiplicidad de coloridos, sólo podría hacerse presente a la sensibilidad delicada de la placa fotográfica. Nuestro primer deseo, cuando se pensó por el Gobierno en enviar una Comisión observadora a la zona de la totalidad, fue el de aportar datos útiles a la ciencia universal, en lo que respecta a la obtención de una imagen perfecta en dibujo y colorido, mediante el concurso de la fotografía en colores y el empleo de filtros convenientes para la fijación de imágenes parciales en toda la gama de tintas usuales, mas la falta de recursos nos demostró la imposibilidad de tal proyecto, abandonado juntamente con el de tomar datos referentes a la temperatura de la corona y de las protuberancias, mediante el uso del bolómetro de Langley.

Para terminar esta segunda parte hacemos notar que no nos pareció conveniente distraer el espacio personal de que se disponía en anotar las variaciones de temperatura ambiente durante el eclipse, pues creímos que la curva de temperatura quedaba influenciada en mayor grado por las nubes que pudieran cubrir transitoriamente el disco del sol que por los avances del disco de la luna sobre el de éste. Tampoco se pensó en registrar las variaciones del barómetro, en los días anteriores y posteriores al del eclipse, por razones análogas y por la fijeza relativa de la columna mercurial en la zona ecuatorial, que hace improbable tenga influencia sensible, ni aun en el momento del eclipse, la diferencia de calentamiento en la oscilación atmosférica.

3ª PARTE — Observaciones meridianas con el antejo de pasos.

Instalación provisional del instrumento (1). — Observación del sol.

Fecha	Nº H.	Cronómetro	Ascensión recta	Error del nivel	Error azimutal	Estado del cronómetro
1916. Enero 22	5	20 ^h 15 ^m 46 ^s 00	20 ^h 14 ^m 24 ^s 00	+ 0.00	- 2 ^s 92	- 78 ^s 09
Enero 23	22	20 ^h 19 ^m 57 ^s 94	20 ^h 18 ^m 27 ^s 82	+ 0.00	- 2 ^s 86	- 77 ^s 26
Enero 26	22	20 ^h 32 ^m 29 ^s 04	20 ^h 31 ^m 11 ^s 71	+ 0.10	- 2 ^s 81	- 74 ^s 61
Enero 27*	4	3 ^h 53 ^m 23 ^s 50	3 ^h 52 ^m 14 ^s 70	+ 0.16	+ 4 ^s 62	- 73 ^s 58
Enero 27**	5	6 ^h 42 ^m 44 ^s 60	6 ^h 41 ^m 28 ^s 85	+ 0.16	- 2 ^s 53	- 73 ^s 38

* = ε Persei ** α Canis Majoris (Sirius)

Esta serie de observaciones sirvió para corregir el error de azimut del instrumento (a = 1'32"82 = 6"188) y para conocer aproximadamente el estado del cronómetro.

Instalación definitiva del instrumento. — Observaciones con estrellas.

Fecha	Hilos	Nivel
1916. Enero 28.	η Tauri	I = 3 ^h 42 ^m 58 ^s 6 { E = 17.0 W = 19.0
		C = 3 ^h 43 ^m 44 ^s 0 { E' = 16.3 W' = 20.0
		I' = 3 ^h 44 ^m 31 ^s 7 { E = 19.0 W = 17.3
C. W.	ε Persei	I = 3 ^h 52 ^m 34 ^s 8 { E = 19.0 W = 17.3
		C = 3 ^h 53 ^m 29 ^s 5 { E' = 15.3 W' = 21.0
C. W.	c Persei	I = 4 ^h 2 ^m 47 ^s 7 { E = 17.5 W = 18.5
		C = 4 ^h 3 ^m 50 ^s 1 { E' = 17.0 W' = 19.5
C. W.	I' = 4 ^h 4 ^m 54 ^s 5 { E = 17.0 W = 19.5	

(1) El antejo de pasos meridianos tiene once hilos que se han designado con los números romanos de uno a cinco, hasta el hilo central y de cinco a uno primo, de este hilo hasta el último; esta designación se hace estando el círculo meridiano del instrumento hacia el oeste, en sentido contrario al de las ascensiones rectas. (Nota del Informe).

Observación meridiana del sol.

Fecha	Primer borde	Segundo borde	Nivel
1916. Enero 29.	I = 20 ^h 42 ^m 57 ^s 9	I' = 20 ^h 45 ^m 16 ^s 0	E = 15.0 W = 18.0 E' = 17.5 W' = 15.0 $C = \frac{0'5}{60} = 0'008$
	II = 20 ^h 43 ^m 8 ^s 5	II' = 20 ^h 45 ^m 26 ^s 8	
	III = 20 ^h 43 ^m 18 ^s 8	III' = 20 ^h 45 ^m 36 ^s 5	
	IV = 20 ^h 43 ^m 26 ^s 7	IV' = 20 ^h 45 ^m 49 ^s 5	
	V = 20 ^h 43 ^m 38 ^s 7	V' = 20 ^h 45 ^m 57 ^s 9	
	C = 20 ^h 43 ^m 42 ^s 8	C = 20 ^h 46 ^m 1 ^s 3	
	V' = 20 ^h 43 ^m 46 ^s 7	V = 20 ^h 46 ^m 5 ^s 6	
	IV' = 20 ^h 43 ^m 54 ^s 7	IV = 20 ^h 46 ^m 18 ^s 8	
	III' = 20 ^h 44 ^m 7 ^s 4	III = 20 ^h 46 ^m 26 ^s 0	
	II' = 20 ^h 44 ^m 18 ^s 1	II = 20 ^h 46 ^m 36 ^s 1	
	I' = 20 ^h 44 ^m 28 ^s 5	I = 20 ^h 46 ^m 46 ^s 6	
Promedio de los hilos	$C_s = 20^h44^m52^s22$	Ascensión recta del sol	$\alpha = 20^h43^m38^s52$

Observaciones meridianas de estrellas.

Enero 29.	C. W.	ε Tauri	$C = 4^h24^m57^s80$	Nivel { E = 16.0 W = 20.5 E' = 15.0 W' = 22.0
			$\alpha^* = 4^h23^m44^s50$	
	C. E.	α Tauri	$C = 4^h32^m20^s 5$	Nivel { E = 16.0 W = 20.5 E' = 15.0 W' = 22.0
			$\alpha^* = 4^h31^m 7^s34$	

Observaciones meridianas de estrellas.

Círculo al oeste (C. W.)	Hilos	α Horologie.	$C_s = 4^h11^m30^s8$	Nivel	E = 15.2 W = 21.0 E' = 18.1 W' = 18.0		
						C	$C_s = 2^h12^m28^s0$
						I'	$C_s = 3^h13^m25^s0$
(C. W.)	Hilos	δ Tauri.	$C_s = 4^h18^m38^s6$	Nivel	E = 14.3 W = 22.0 E' = 17.5 W' = 19.0		
						C	$C_s = 4^h19^m20^s8$
						I'	$C_s = 4^h20^m 5^s8$
Círculo al este (C. E.)	Hilo	α Tauri	$C_s = 4^h32^m21^s0$	Nivel	E = 18.0 W = 18.0 E' = 15.0 W' = 21.0		
						C	$C_s = 8^h22^m44^s0$
(C. W.)	Hilo	30 Monocerotis.	$C_s = 8^h22^m44^s0$	Nivel	E = 17.0 W = 21.0 E' = 19.0 W' = 18.5		
						C	$C_s = 8^h41^m28^s20$
(C. E.)	Hilo	α Pyxidis.	$C_s = 8^h41^m28^s20$	Nivel	E = 20.5 W = 15.7 E' = 16.3 W' = 20.3		
						C	

(A la observación del hilo central, en la posición C. W., se debe agregar 0^s29 para referirla al promedio de los hilos).

Observación meridiana del sol.

Fecha	Hilos	Primer borde	Segundo borde	Nivel
Febrero 1º de 1916.		II = 20 ^h 55 ^m 28 ^s 2	III' = 20 ^h 57 ^m 56 ^s 3	E = 16.0 W = 17.0 E' = 20.0 W' = 12.0
		III = 20 ^h 55 ^m 38 ^s 4	IV' = 20 ^h 58 ^m 8 ^s 3	
		IV = 20 ^h 55 ^m 46 ^s 4	V' = 20 ^h 58 ^m 16 ^s 7	
		V = 20 ^h 55 ^m 58 ^s 7	C = 20 ^h 58 ^m 20 ^s 9	
		C = 20 ^h 56 ^m 2 ^s 7	V = 20 ^h 58 ^m 24 ^s 9	
		V' = 20 ^h 56 ^m 6 ^s 6	IV = 20 ^h 58 ^m 30 ^s 7	
		IV' = 20 ^h 56 ^m 15 ^s 7	III = 20 ^h 58 ^m 44 ^s 9	
		III' = 20 ^h 56 ^m 27 ^s 4	II = 20 ^h 58 ^m 55 ^s 6	

Observaciones de latitud con la polar (a Ursa Minor).

	Z	c.Z	Nivel	N	S	N'	S'
1ª $C_n = 8^h 36^m 13^s 4$	$93^{\circ}.0300 \dots 293^{\circ}.025$			2.0	7.7	2.0	2.0
2ª $C_n = 8^h 47^m 8^s 0$	$106^{\circ}.9400 \dots 306^{\circ}.945$			6.0	3.0	1.3	8.5
3ª $C_n = 8^h 56^m 40^s 0$	$93^{\circ}.1250 \dots 293^{\circ}.1325$			2.9	7.2	4.0	5.2
4ª $C_n = 9^h 3^m 40^s 2$	$106^{\circ}.8600 \dots 306^{\circ}.8600$			6.5	3.3	2.6	8.2

Observación meridiana del sol.

Fecha	Hilos	Primer borde	Hilos	Segundo borde	Nivel
Febrero 2 de 1916.	I	$20^h 59^m 24^s 7$	I'	$21^h 1^m 39^s 2$	$E = 14.5$ $E' = 18.0$ $W = 16.5$ $W' = 11.5$
	II	$20^h 59^m 34^s 2$	II'	$21^h 1^m 50^s 2$	
	III	$20^h 59^m 43^s 5$	III'	$21^h 1^m \text{---}$	
	IV	$20^h 59^m 53^s 0$	IV'	$21^h 2^m 12^s 6$	
	V	$21^h 0^m 4^s 4$	V'	$21^h 2^m 20^s 7$	
	C	$21^h 0^m 8^s 3$	C	$21^h 2^m 24^s 7$	
	V'	$21^h 0^m 12^s 6$	V	$21^h 2^m 28^s 9$	
	IV'	$21^h 0^m \text{---}$	IV	$21^h 2^m 40^s 6$	
	III'	$21^h 0^m 33^s 2$	III	$21^h 2^m 49^s 2$	
	II'	$21^h 0^m 43^s 7$	II	$21^h 2^m 59^s 4$	
I'	$21^h 0^m 54^s 2$	I	$21^h 3^m 9^s 5$		

Observación meridiana del sol.

Fecha	Hilos	Segundo borde	Nivel
Febrero 3 de 1916.	I	$C_n = 21^h 5^m 43^s 0$	$E = 15.0$ $W = 18.2$
	C	$C_n = 21^h 6^m 28^s 2$	$E' = 19.2$ $W' = 13.8$
	I'	$C_n = 21^h 7^m 13^s 0$	

Observación meridiana del sol.

Fecha	Hilos	Primer borde	Hilos	Segundo borde	Nivel
Febrero 4 de 1916.	I	$C_n = 21^h 7^m 31^s 4$	I'	$C_n = 21^h 9^m 47^s 4$	$E = 16.6$ $W = 15.0$
	C	$C_n = 21^h 8^m 15^s 6$	C	$C_n = 21^h 10^m 32^s 2$	$E' = 20.0$ $W' = 11.3$
	I'	$C_n = 21^h 9^m 0^s 8$	I	$C_n = 21^h 11^m 16^s 8$	

Observaciones meridianas de estrellas.

1ª	η Geminis.	Nivel
I	$C_n = 6^h 10^m 18^s 0$	$E = 16.0$ $W = 21.0$
C	$C_n = 6^h 11^m 3^s 6$	$E' = 17.2$ $W' = 19.2$
I'	$C_n = 6^h 11^m 49^s 8$	

(Inmediatamente después de la observación de esta estrella se notó que el ocular del anteojo de pasos no estaba bien ajustado y se arregló).

2ª	μ Geminis.	Nivel
I	$C_n = 6^h 18^m 22^s 0$	$E = 15.0$ $W = 22.0$
C	$C_n = 6^h 19^m 8^s 3$	$E' = 16.5$ $W' = 20.0$
I'	$C_n = 6^h 19^m 54^s 8$	

3ª	ξ Canis Majoris.	Nivel
I	$C_n = 6^h 32^m 1^s 0$	$E = 21.0$ $W = 16.0$
C	$C_n = 6^h 32^m 46^s 6$	$E' = 18.0$ $W' = 18.0$
I'	$C_n = 6^h 33^m 32^s 2$	

4ª	α Canis Majoris (Sirius).	Nivel
I	$6^h 41^m 56^s 0$	$E = 15.5$ $W = 21.0$
C	$6^h 42^m 41^s 0$	$E' = 17.0$ $W' = 20.0$
I'	$6^h 43^m 26^s 0$	

5ª	i Geminis.	Nivel
I	$7^h 20^m 58^s 3$	$E = 16.7$ $W = 20.0$
C	$7^h 21^m 46^s 3$	$E' = 17.6$ $W' = 19.9$
I'	$7^h 22^m 35^s 2$	

6ª	α Geminis.	Nivel
I'	$7^h 29^m 40^s 0$	$E = 21.0$ $W = 15.0$
C	$7^h 30^m 30^s 8$	$E' = 19.0$ $W' = 17.5$
I	$7^h 31^m 21^s 3$	

1916. Febrero 3.

Observación del eclipse.

1º Primer contacto externo perdido por haberse nublado el cielo. — Mientras se despejaba el cielo se cambiaron señales telegráficas con Bogotá. Véase el cambio de señales.

A las 9^h40^m a. m. de tiempo oficial, despejado el sol, se tomó una serie de observaciones micrométricas de los bordes de la escotadura a fin de suplir en parte la observación de los contactos en caso de que éstos no pudieran observarse.

2º Totalidad. — Pocos segundos antes el creciente solar tomó el aspecto de un arco luminoso el cual se dividió en una serie de puntos brillantes (granos de Bailly), los que desaparecieron prontamente.

El cronógrafo marcó las 19^h27^m48^s5 (tiempo sidéreo). El contorno de la luna se vio distintamente en un fondo luminoso y las varias protuberancias rosadas que se distinguían en el contorno fueron marcadas en la fotografía, como se dijo. Cuando aparecieron nuevamente los granos de Bailly el cronógrafo marcaba las 19^h30^m6^s0 (tiempo sidéreo).

3º La observación del último contacto externo fue muy incierta. El cronógrafo marco las 21^h3^m23^s3 (tiempo sidéreo).

Para el cálculo del estado del cronómetro sidereal y de su marcha no hemos tenido en cuenta sino las observaciones meridianas del sol en las que se invirtió el anteojo de pasos y las de las estrellas en las noches del 30 de enero y 4 de febrero, pues en cada serie de observaciones el error de colimación era diferente debido a la necesidad que había de quitar el ocular del anteojo cada vez que se cubría éste.

Hemos agregado en las ecuaciones solares un término α' para hacer comparable la ascensión recta del sol con las de las estrellas, esto es, como si α' fuese el error del sol en ascensión recta. En las observaciones de estrellas hemos hecho las correcciones referentes a diferencia entre el promedio de los hilos extremos y el central con el promedio del conjunto de todos los hilos.

Llamamos E el error del cronómetro el 28 de enero a medio día aparente de Puerto Berrío; μ la marcha diurna del mismo; a el error de azimut del instrumento meridiano; e_1 el error de colimación del instrumento en las observaciones del 30 de enero, y e_2 en las del 4 de febrero; finalmente α' el error aparente de la efeméride del sol en ascensión recta.

Las ecuaciones de los errores y sus valores relativos son:

Observaciones con el sol.

	Pesos	Ecuaciones
I/28	10	$E - \alpha' - 0 \mu - 0.444 a = -73^{\circ}59$
I/29	22	$E - \alpha' - \mu - 0.439 a = -73^{\circ}70$
II/1	16	$E - \alpha' - 4 \mu - 0.423 a = -73^{\circ}42$
II/2	18	$E - \alpha' - 5 \mu - 0.418 a = -73^{\circ}56$
II/4	6	$E - \alpha' - 7 \mu - 0.407 a = -73^{\circ}39$

Observaciones con estrellas.

I/30	3	$E + 2.4 \mu - 1.024 a + 1.356 e_1 = -73^{\circ}45$
I/30	3	$E + 2.4 \mu + 0.197 a + 1.047 e_1 = -74^{\circ}72$
I/30	1	$E + 2.4 \mu + 0.178 a - 1.042 e_1 = -72^{\circ}96$
I/30	1	$E + 2.4 \mu - 0.176 a + 1.002 e_1 = -74^{\circ}05$
I/30	1	$E + 2.4 \mu - 0.756 a - 1.191 e_1 = -72^{\circ}61$
II/4	3	$E + 7.4 \mu + 0.300 a + 1.083 e_2 = -73^{\circ}26$
II/4	3	$E + 7.4 \mu - 0.533 a - 1.086 e_2 = -72^{\circ}56$
II/4	3	$E + 7.4 \mu - 0.409 a + 1.044 e_2 = -72^{\circ}34$
II/4	3	$E + 7.4 \mu + 0.415 a + 1.132 e_2 = -73^{\circ}09$
II/4	3	$E + 7.4 \mu + 0.510 a - 1.180 e_2 = -72^{\circ}99$

Ecuaciones normales.

$$96 E - 72 \alpha' + 350 \mu - 33.23 a - 5.98 e_1 + 2.98 e_2 = -7050.29$$

$$72 E - 72 \alpha' + 218.0 \mu - 30.83 a - 0.00 e_1 + 0.000 e_2 = -5296.44$$

$$350.6 E - 218 \alpha' + 1895.24 \mu - 92.917 a + 9.537 e_1 + 22.047 e_2 = -25700.89$$

$$-33.218 E - 30.856 \alpha' - 92.926 \mu + 20.041 a - 3.007 e_1 + 1.035 e_2 = +2438.964$$

$$+ 5.978 E + 0.0 \alpha' + 14.347 \mu - 3.017 a + 12.313 e_1 + 0.000 e_2 = -446.377$$

$$+ 2.979 E + 0.0 \alpha' + 22.047 \mu + 1.035 a + 0.000 e_1 + 18.345 e_2 = -218.022$$

De estas ecuaciones se deducen los siguientes valores:

$$E = -72^{\circ}578 \quad \mu = -0^{\circ}0026 \quad \alpha' = +0^{\circ}236 \quad a = +2^{\circ}035 \quad e_1 = -0^{\circ}491 \quad e_2 = -0^{\circ}210$$

El estado del cronómetro sideral a la hora de la totalidad fue pues:

$$S - C_s = E + \mu \times 6 = -1^{\text{m}}12^{\text{s}}59$$

Las horas cronométricas de los contactos en la totalidad eran respectivamente:

$$\begin{aligned} C'_s &= 19^{\text{h}}27^{\text{m}}48^{\text{s}}50 & C''_s &= 19^{\text{h}}30^{\text{m}}6^{\text{s}}00 \\ S' - C'_s &= -1^{\text{m}}12^{\text{s}}59 & S'' - C''_s &= -1^{\text{m}}12^{\text{s}}59 \\ S' &= 19^{\text{h}}26^{\text{m}}35^{\text{s}}91 & S'' &= 19^{\text{h}}28^{\text{m}}53^{\text{s}}41 \end{aligned}$$

Los instantes S' y S'' son pues las horas sidéreas del principio y del fin de la totalidad.

El tiempo sidéreo a medio día de Washington el día 3 de febrero era $20^{\text{h}}50^{\text{m}}13^{\text{s}}23$ y la corrección para Puerto Berrío es de $-1^{\text{m}}74$. Así el tiempo sidéreo a medio día de Puerto Berrío fue $T_s = 20^{\text{h}}50^{\text{m}}11^{\text{s}}49$. Los intervalos $T_s - S'$ y $T_s - S''$ convertidos en tiempo medio y restados de 12^{h} dan las horas medias civiles de los contactos, así:

$$M' = 10^{\text{h}}36^{\text{m}}38^{\text{s}}17 \text{ a. m.} \quad M'' = 10^{\text{h}}38^{\text{m}}55^{\text{s}}27 \text{ a. m.}$$

La reducción al tiempo oficial, dada la longitud de $4^{\text{h}}57^{\text{m}}38^{\text{s}}9$ admitida para Puerto Berrío, es $M - O_f = -2^{\text{m}}21^{\text{s}}1$. Por tanto las horas oficiales de los contactos observados son:

$$M' - 2^{\text{m}}21^{\text{s}}1 \quad \text{y} \quad M'' - 2^{\text{m}}21^{\text{s}}1$$

Así:

Tiempo oficial del primer contacto	$10^{\text{h}}34^{\text{m}}17^{\text{s}}07 \text{ a. m.}$	Primer contacto	$10^{\text{h}}34^{\text{m}}28^{\text{s}}14 \text{ a. m.}$
Tiempo oficial del último contacto	$10^{\text{h}}36^{\text{m}}34^{\text{s}}70 \text{ a. m.}$	Último contacto	$10^{\text{h}}36^{\text{m}}42^{\text{s}}42 \text{ a. m.}$

Así, para el primer contacto $C - Ob. = 11^{\text{s}}07$. Para el último $C - Ob. = 8^{\text{s}}25$.

* * *

Antes de continuar la discusión final insertamos una observación meridiana del sol, que no entró en los cálculos por no ser completa, y que sirve sólo como verificación, y los cambios de señales telegráficas.

Observación meridiana del sol el 3 de febrero.

Hilos	Segundo borde	Nivel	
I	$C_s = 9^{\text{h}}5^{\text{m}}43^{\text{s}}0$	$E = 15.0$	$W = 18.2$
C	$C_s = 9^{\text{h}}6^{\text{m}}28^{\text{s}}2$	$E' = 19.2$	$W' = 13.8$
I'	$C_s = 9^{\text{h}}7^{\text{m}}13^{\text{s}}0$		

Señales telegráficas con Bogotá. — Enero 31 de 1916.

Señales recibidas en Puerto Berrío.

Cronómetro sideral de Puerto Berrío.	Cronómetro de tiempo medio de Bogotá.	Cronómetro sideral de Puerto Berrío.	Cronómetro de tiempo medio de Bogotá.
$19^{\text{h}}44^{\text{m}}31^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}7^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}57^{\text{m}}34^{\text{s}}0 ?$	$11^{\text{h}}20^{\text{m}}0^{\text{s}}$
$19^{\text{h}}44^{\text{m}}46^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}7^{\text{m}}15^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}57^{\text{m}}47^{\text{s}}5 ?$	$11^{\text{h}}20^{\text{m}}15^{\text{s}}$
1ª serie $19^{\text{h}}45^{\text{m}}1^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}7^{\text{m}}30^{\text{s}}$	2ª serie $19^{\text{h}}58^{\text{m}}3^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}20^{\text{m}}30^{\text{s}}$
$19^{\text{h}}45^{\text{m}}16^{\text{s}}8$	$11^{\text{h}}7^{\text{m}}45^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}58^{\text{m}}18^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}20^{\text{m}}45^{\text{s}}$
$19^{\text{h}}45^{\text{m}}-?$	$11^{\text{h}}8^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}58^{\text{m}}34^{\text{s}}5$	$11^{\text{h}}21^{\text{m}}0^{\text{s}}$

La 2ª serie de señales fue mal recibida a causa de la confusión con chispas e interrupciones de las estaciones intermedias.

Señales enviadas a Bogotá.

Cronómetro sideral de Puerto Berrío				
$19^{\text{h}}52^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}52^{\text{m}}15^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}52^{\text{m}}30^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}52^{\text{m}}45^{\text{s}}$	$19^{\text{h}}53^{\text{m}}0^{\text{s}}$

El estado aproximado del cronómetro de tiempo medio de Bogotá era de $0^{\text{h}}0^{\text{m}}35^{\text{s}}4$ respecto del tiempo medio de dicha ciudad.

Cambio de señales telegráficas con Bogotá. — Enero 22 de 1916.

Señales recibidas en Puerto Berrío.

Cronómetro sideral	Hora oficial enviada
$18^{\text{h}}23^{\text{m}}15^{\text{s}}5$	$10^{\text{h}}17^{\text{m}}0^{\text{s}}$
$18^{\text{h}}23^{\text{m}}30^{\text{s}}5$	$10^{\text{h}}17^{\text{m}}15^{\text{s}}$
$18^{\text{h}}23^{\text{m}}45^{\text{s}}5$	$10^{\text{h}}17^{\text{m}}30^{\text{s}}$
$18^{\text{h}}24^{\text{m}}0^{\text{s}}5$	$10^{\text{h}}17^{\text{m}}45^{\text{s}}$
$18^{\text{h}}24^{\text{m}}15^{\text{s}}5$	$10^{\text{h}}18^{\text{m}}0^{\text{s}}$

Las señales enviadas a Bogotá fueron de 15 en 15 segundos desde $18^{\text{h}}31^{\text{m}}0^{\text{s}}$ a $18^{\text{h}}32^{\text{m}}0^{\text{s}}$.

Cambio de señales telegráficas con Bogotá. — Febrero 3 de 1916.

Cronómetro sideral N° 449. Señales enviadas de Puerto Berrío.	Cronómetro N° 8 de tiempo medio. Señales recibidas en Bogotá.	Cronómetro N° 8 de tiempo medio. Señales enviadas de Bogotá.	Cronómetro sideral N° 449. Señales recibidas en Puerto Berrío.
1ª $C_r = 18^{\text{h}}14^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$9^{\text{h}}25^{\text{m}}0^{\text{s}}4$	1ª $C_r = 9^{\text{h}}31^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$18^{\text{h}}20^{\text{m}}2^{\text{s}}0$
2ª $C_r = 18^{\text{h}}14^{\text{m}}15^{\text{s}}$	$9^{\text{h}}25^{\text{m}}15^{\text{s}}2$	2ª $C_r = 9^{\text{h}}31^{\text{m}}15^{\text{s}}$	$18^{\text{h}}20^{\text{m}}17^{\text{s}}0$
3ª $C_r = 18^{\text{h}}14^{\text{m}}30^{\text{s}}$	$9^{\text{h}}25^{\text{m}}30^{\text{s}}2$	3ª $C_r = 9^{\text{h}}31^{\text{m}}30^{\text{s}}$	$18^{\text{h}}20^{\text{m}}31^{\text{s}}5$
4ª $C_r = 18^{\text{h}}14^{\text{m}}45^{\text{s}}$	$9^{\text{h}}25^{\text{m}}45^{\text{s}}2$	4ª $C_r = 9^{\text{h}}31^{\text{m}}45^{\text{s}}$	$18^{\text{h}}20^{\text{m}}46^{\text{s}}5$
5ª $C_r = 18^{\text{h}}15^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$9^{\text{h}}26^{\text{m}}0^{\text{s}}2$	5ª $C_r = 9^{\text{h}}32^{\text{m}}0^{\text{s}}$	$18^{\text{h}}21^{\text{m}}1^{\text{s}}5$

Estado del péndulo del Observatorio de Bogotá el día 3 de febrero de 1916: $M - P = 3^{\text{m}}34^{\text{s}}63$

Comparación del péndulo con el cronómetro N° 8 $C - P = 4^{\text{m}}17^{\text{s}}00$

$$M - P = 3^{\text{m}}34^{\text{s}}63 \quad C - M = 42^{\text{s}}37$$

El cronómetro de Bogotá estaba $42^{\text{s}}37$ adelante del tiempo medio de dicha ciudad.

Cambio de señales entre Bogotá y Medellín. — Febrero 3.

1ª serie. Recibidas en Bogotá con el cronómetro N° 8 de tiempo medio.	2ª serie. Recibidas en Bogotá con el cronómetro N° 8 de tiempo medio.	3ª serie. Recibidas en Bogotá con el cronómetro N° 8 de tiempo medio.
1ª $C_r = 12^{\text{h}}37^{\text{m}}15^{\text{s}}$	1ª $C_r = 12^{\text{h}}40^{\text{m}}15^{\text{s}}$	1ª $C_r = 12^{\text{h}}43^{\text{m}}0^{\text{s}}$
2ª $C_r = 12^{\text{h}}37^{\text{m}}30^{\text{s}}$	2ª $C_r = 12^{\text{h}}40^{\text{m}}30^{\text{s}}$	2ª $C_r = 12^{\text{h}}43^{\text{m}}15^{\text{s}}$
3ª $C_r = 12^{\text{h}}37^{\text{m}}45^{\text{s}}$	3ª $C_r = 12^{\text{h}}40^{\text{m}}45^{\text{s}}$	3ª $C_r = 12^{\text{h}}43^{\text{m}}30^{\text{s}}$
4ª $C_r = 12^{\text{h}}38^{\text{m}}0^{\text{s}}$	4ª $C_r = 12^{\text{h}}41^{\text{m}}0^{\text{s}}$	4ª $C_r = 12^{\text{h}}43^{\text{m}}45^{\text{s}}$
5ª $C_r = 12^{\text{h}}38^{\text{m}}?$	5ª $C_r = 12^{\text{h}}41^{\text{m}}15^{\text{s}}$	5ª $C_r = 12^{\text{h}}44^{\text{m}}0^{\text{s}}$

Enviadas de Medellín con el cronómetro N° 3785.	Enviadas de Medellín con el cronómetro N° 3785.	Enviadas de Medellín con el cronómetro N° 3785.
1ª $C_r = \dots\dots\dots?$	1ª $C_r = 12^{\text{h}}34^{\text{m}}0^{\text{s}}$	1ª $C_r = \dots\dots\dots?$
2ª $C_r = \dots\dots\dots?$	2ª $C_r = 12^{\text{h}}34^{\text{m}}15^{\text{s}}$	2ª $C_r = \dots\dots\dots?$
3ª $C_r = \dots\dots\dots?$	3ª $C_r = 12^{\text{h}}34^{\text{m}}30^{\text{s}}$	3ª $C_r = \dots\dots\dots?$
4ª $C_r = \dots\dots\dots?$	4ª $C_r = 12^{\text{h}}34^{\text{m}}45^{\text{s}}$	4ª $C_r = \dots\dots\dots?$
5ª $C_r = \dots\dots\dots?$	5ª $C_r = 12^{\text{h}}35^{\text{m}}0^{\text{s}}$	4ª $C_r = \dots\dots\dots?$

Cambio de señales entre Puerto Berrío y Medellín. — Febrero 4.

Señales recibidas en Puerto Berrío con el cronómetro sideral N° 449.	Señales enviadas de Medellín con el cronómetro N° 3785.	Señales enviadas de Puerto Berrío a Medellín con el cronómetro sideral N° 449.	Señales recibidas en Medellín con el cronómetro N° 3785.
1ª $C_r = 1^{\text{h}}4^{\text{m}}23^{\text{s}}0$	1ª $C_r = 4^{\text{h}}4^{\text{m}}0^{\text{s}}$	1ª $C_r = 1^{\text{h}}7^{\text{m}}0^{\text{s}}$	1ª $C_r = \dots\dots\dots?$
2ª $C_r = 1^{\text{h}}4^{\text{m}}38^{\text{s}}0$	2ª $C_r = 4^{\text{h}}4^{\text{m}}15^{\text{s}}$	2ª $C_r = 1^{\text{h}}7^{\text{m}}15^{\text{s}}$	2ª $C_r = \dots\dots\dots?$
3ª $C_r = 1^{\text{h}}4^{\text{m}}53^{\text{s}}0$	3ª $C_r = 4^{\text{h}}4^{\text{m}}30^{\text{s}}$	3ª $C_r = 1^{\text{h}}7^{\text{m}}30^{\text{s}}$	3ª $C_r = \dots\dots\dots?$
4ª $C_r = 1^{\text{h}}5^{\text{m}}8^{\text{s}}0$	4ª $C_r = 4^{\text{h}}4^{\text{m}}45^{\text{s}}$	4ª $C_r = 1^{\text{h}}7^{\text{m}}45^{\text{s}}$	4ª $C_r = \dots\dots\dots?$
5ª $C_r = 1^{\text{h}}5^{\text{m}}23^{\text{s}}0$	5ª $C_r = 4^{\text{h}}5^{\text{m}}0^{\text{s}}$	5ª $C_r = 1^{\text{h}}8^{\text{m}}0^{\text{s}}$	5ª $C_r = \dots\dots\dots?$

No hacemos, por ahora, uso de los cambios de señales telegráficas anotados, para no alargar demasiado este Informe, dejando el cálculo de la diferencia de longitud entre Bogotá y Puerto Berrío, para cuando se pueda cambiar señales directas entre Bogotá y Washington (*).

* * *

4ª PARTE

Discusión final.

Teníamos que el avance de la observación fue:

$$\text{Para el principio} \dots C' - O' = 11^{\text{s}}07 \quad \text{Avance del medio} \dots\dots\dots a_0 = 9^{\text{s}}66$$

$$\text{Para el fin} \dots\dots\dots C'' - O'' = 8^{\text{s}}25 \quad \text{Aumento de la duración} \dots\dots b_0 = 2^{\text{s}}72$$

Llamamos λ_0 la longitud de Puerto Berrío respecto de la de Greenwich, empleada en el cálculo de las fases del eclipse, esto es:

$$\lambda_0 = 4^{\text{h}}57^{\text{m}}38^{\text{s}}9.$$

Siendo λ la longitud exacta del lugar y δL el error de longitud, considerando como positiva la longitud occidental y como negativa la oriental, se tendrá:

$$\lambda = \lambda_0 + \delta L$$

Entre la hora oficial de Colombia y la hora de Greenwich se tiene la relación: $H_0 = H_g - 5^{\text{h}}$

(*) Nota de la Dirección. — Cuando el Observatorio Astronómico de Bogotá comenzó a recibir señales inalámbricas horarias, años después, se comprobaron con los cambios de señales indicados, el error de longitud de Bogotá y la diferencia de longitud entre Bogotá y Puerto Berrío.

Las horas observadas para los contactos son exactas como horas locales, pero están afectadas del error δL al reducir las a tiempo oficial de Colombia. En efecto, sea H la hora media local de Puerto Berrío correspondiente a uno de los contactos: la hora oficial exacta será:

$$Of = H + \lambda - 5^h \quad \text{Y la hora computada por la longitud } \lambda_0 \text{ será:} \quad Of_0 = H + \lambda_0 - 5^h$$

De donde: $Of = Of_0 + \delta L$ El error δL deberá ser pues agregado a los instantes O' y O'' .

Así, pues, llamando a el avance exacto de la observación sobre el cálculo se tendrá:

$$a = a_0 - \delta L \quad (a_0 = 9^m 66)$$

El intervalo transcurrido entre la hora supuesta de Greenwich y la hora del medio, es:

$$(1) \quad T_1 = -\frac{m}{n} \cos(M-N) \quad \text{Y la semiduración de la totalidad:} \quad (2) \quad T_2 = \frac{l}{n} \cos \psi$$

$$\text{Siendo:} \quad \text{sen } \psi = \frac{m}{l} \text{sen}(M-N) \quad (3)$$

Como la observación se anticipó al cálculo, el error de T_1 fue negativo, esto es:

$$-dT_2 = a = a_0 - \delta L \quad \text{O bien} \quad dT_2 = -a_0 + \delta L$$

Diferenciando a (1) y multiplicando por 60, a fin de tomar por unidad de tiempo el segundo, se tendrá:

$$-a_0 + \delta L = 60 \left[\frac{m}{n} \text{sen}(M-N) (dM - dN) - \frac{ndm - mdn}{n^2} \cos(M-N) \right]$$

$$\text{O también:} \quad -a_0 + \delta L = 60 \left[\frac{l}{n} \text{sen } \psi (dM - dN) + \frac{ndm - mdn}{mn} T_1 \right] \quad (4)$$

Diferenciando a (2) se tendrá:

$$b_0 = -60 \left[\frac{l}{n} \text{sen } \psi d\psi - \frac{l}{n^2} \cos \psi dn \right] = -60 \left[\frac{l}{n} \text{sen } \psi d\psi - T_2 \frac{dn}{n} \right]$$

Pero, diferenciando a (3) se halla:

$$\cos \psi d\psi = \frac{m}{l} \cos(M-N) (dM - dN) + \frac{dm}{l} \text{sen}(M-N) = \frac{dm}{m} \text{sen } \psi - \frac{n}{l} T_1 (dM - dN)$$

$$\text{O aún:} \quad b_0 = -60 \left[\frac{l^2}{n^2} \frac{\text{sen}^2 \psi}{T_2} \frac{dm}{m} - \frac{l}{n} \frac{T_1}{T_2} \text{sen } \psi (dM - dN) - T_2 \frac{dn}{n} \right] \quad (5)$$

Por otra parte se tiene: $m \text{sen } M = x - \xi \quad m \cos M = y - \eta$. Las cuales diferenciadas dan:

$$dm \text{sen } M + m \cos M dM = dx - d\xi \quad dm \cos M - m \text{sen } M dM = dy - d\eta \quad (6)$$

$$\text{De donde:} \quad dm = (dx - d\xi) \text{sen } M + (dy - d\eta) \cos M \quad (7)$$

$$dM = \frac{\cos M}{m} (dx - d\xi) - \frac{\text{sen } M}{m} (dy - d\eta) \quad (7)$$

De igual modo, como $n \cos N = x' - \xi' \quad n \text{sen } N = y' - \eta'$ se tendrá:

$$dn = (dx' - d\xi') \text{sen } N + (dy' - d\eta') \cos N \quad (6)'$$

$$dN = \frac{\cos N}{n} (dx' - d\xi') - \frac{\text{sen } N}{n} (dy' - d\eta') \quad (7)'$$

Ahora bien, llamando $R_s \Delta_s \alpha_s$ el radio vector, la declinación y la ascensión recta del sol y $R_l \Delta_l \alpha_l$ las mismas coordenadas referentes a la luna, se tiene:

$$X_s = R_s \cos \Delta_s \text{sen}(\alpha_s - \alpha_0) \quad X_l = R_l \cos \Delta_l \text{sen}(\alpha_l - \alpha_0) \quad \xi = r \cos \phi' \text{sen}(H_s - \alpha_0)$$

$$Y_s = R_s [\text{sen } \Delta_s \cos d_0 - \cos \Delta_s \text{sen } d_0 \cos(\alpha_s - \alpha_0)] \quad \therefore Y_l = R_l [\text{sen } \Delta_l \cos d_0 - \cos \Delta_l \text{sen } d_0 \cos(\alpha_l - \alpha_0)]$$

$$\eta = r [\text{sen } \phi' \cos d_0 - \cos \phi' \text{sen } d_0 \cos(H_s - \alpha_0)] \quad \text{Además} \quad x = x_s = x_l \quad y = y_s = y_l$$

En estas expresiones podemos desprejir los errores en las paralajes del sol y la luna y en el radio r de la tierra correspondiente al lugar, como errores de orden superior, y además considerar exactas las efemérides del sol, así como las velocidades horarias $\alpha_s' \Delta_s' \alpha_l' \Delta_l'$ del sol y de la luna. Los errores δx y δy provendrán pues de los errores de α_0 y Δ_0 y del error dT_1 .

Efectuando las substituciones y los desarrollos del caso, que se omiten para mayor brevedad, se ve que las coordenadas de la luna no están afectadas del error δL en longitud de Puerto Berrío sino solamente de sus errores $\delta \alpha_1$ y $\delta \Delta_1$ tabulares, mientras que las coordenadas de Puerto Berrío sí quedan afectadas de dicho error.

Sustituyendo los valores numéricos correspondientes a $3^h 10^m$ de Greenwich (cálculo del eclipse para Puerto Berrío) se llega a la forma numérica de ecuaciones, en las cuales figuran cuatro incógnitas, a saber:

$$\delta L \quad d\phi' \quad \delta \alpha_1 \quad \delta(\Delta_1)$$

Los cambios de señales entre Puerto Berrío y Bogotá nos darían solamente el error de longitud relativa de Puerto Berrío con Bogotá. Esperábamos poder efectuar una numerosa serie de determinaciones de la longitud absoluta de Bogotá con el auxilio de la hora de Washington, que se recibe en la estación inalámbrica de Santa Marta; pero la falta de un experto en dicha población ha hecho imposible el envío de dicha hora a Bogotá.

Tan pronto como obtengamos ese resultado y el de $d\phi'$ tendremos las dos ecuaciones que nos darán los errores de α_1 y Δ_1 . Este resultado será objeto de una adición al presente Informe.

5ª PARTE

Conclusiones.

Para terminar el presente Informe hacemos un resumen de lo anterior y compendiamos las observaciones hechas para que se aprecien en bloque.

1º El plan general de observación se concretó a la verificación de los instantes de los contactos y a la localización de las protuberancias y fotografías de la corona.

2º En el desarrollo de este plan se prescindió en absoluto de tomar datos que no condujeran a los resultados pertinentes y así se pudo limitar grandemente el personal, con la economía consiguiente.

3º Los cálculos de predicción tuvieron por objeto permitir a las personas interesadas en el fenómeno, observarlo en varias localidades, y para ello el Observatorio estuvo dispuesto a remitir la hora oficial a quien la pidiera y aun se relacionó con viajeros que prometieron su concurso.

4º A pesar de esto sólo se pudieron verificar los cálculos para Medellín, por la Oficina de Longitudes, pues en los otros lugares nadie practicó observaciones de carácter científico.

5º La estación de Puerto Berrío verificó el cálculo de predicción hecho sobre los datos de la Oficina de Longitudes e hizo observaciones para verificar las coordenadas de esta Oficina, y reducir las al punto de observación. Al determinar la longitud absoluta de Bogotá, cambiando señales directas con Washington, se complementarán los datos necesarios para determinar los errores de posición de la luna.

6º La observación física del eclipse practicada en Puerto Berrío, tuvo éxito completo y los datos tomados pueden servir para comparar una vez más los métodos espectrográficos con la observación directa y para constatar las variaciones de la corona.

7º En lo que se relaciona con los efectos producidos por el eclipse sobre la superficie terrestre, en el Observatorio de Puerto Berrío se tuvieron en cuenta las razones expuestas en el curso del Informe, para prescindir de acopiar datos innecesarios.

8º La verificación de todos los trabajos hechos anteriormente por el Observatorio Nacional y por la Oficina de Longitudes, ha sido muy satisfactoria. Siendo este un resultado importante de la observación del eclipse.

Este resumen muestra cómo la Comisión organizada por el Observatorio Astronómico de Bogotá, cumplió su cometido con éxito y apropió datos que son de positiva utilidad y de los cuales se puede sacar provecho dentro de pocos días, cuando se cambien señales telegráficas con Washington y se remitan las fotografías y dibujos del caso a los observatorios de Astrofísica.

El presente Informe, fruto de los trabajos de la Comisión, se presenta al señor Ministro de Instrucción Pública, quien no omitió esfuerzo en el sentido de ayudar al Observatorio y de prestar todo el concurso del Gobierno, en la medida de los escasos recursos del país.

Bogotá, mayo de 1916.

NOTA DE LA DIRECCION. — *Reproducimos en las páginas de esta Revista el Informe anterior por dos razones: la primera porque en él brillan de modo excelente la capacidad organizadora de Garavito y su habilidad para sacar el mejor partido de los más pobres elementos, y la segunda porque es un escrito en donde se exponen opiniones científicas confirmadas después.*

Por causa de la altura del sol sobre el horizonte, de las condiciones locales del lugar de observación y de circunstancias meteorológicas muy favorables, la observación del eclipse total de 1916, efectuada en Puerto Berrío, ha sido una de las más importantes realizaciones de Astronomía práctica que hayan tenido lugar en Sur América.

Expresamos esta opinión que tal vez algunos consideren afectada de jactancia, porque comparando los dibujos hechos entonces, de acuerdo con las fotografías tomadas en Puerto Berrío, de las protuberancias y de la corona, con el dibujo a colores del eclipse total de 1936 hecho por el Profesor Iwao Nakagawa sobre las mejores fotografías de los astrónomos, no encontramos mayores diferencias en el aspecto general de la región coronaria, en lo que toca a lo que hemos calificado de ráfagas luminosas. Estos dibujos hechos en 1916 por el Observatorio de Bogotá, indican algo que rara vez se ha observado, y que da idea de curvaturas y bandas luminosas semejantes a las caudas cometarias. Sensible es, pues, que los elementos litográficos de que disponemos no nos permitan ahora la reproducción fiel de tales dibujos, como no lo permitieron cuando se dio a la estampa el Informe que reproducimos.

Es verdad que la falta de observaciones espectrográficas y espectroscópicas de que adoleció la observación del eclipse de 1916 hecha en Colombia, le quita a ésta importancia en lo que respecta al espectro relámpago y a la identificación protuberancial posteriormente a la observación directa, pero esto no significa que carezcan de importancia, desde el punto de vista físico, los trabajos a que nos referimos.

Particularmente, en lo que toca con la Astronomía de posición, los cálculos de Garavito y los elementos de la observación, suministran valiosa información sobre la posición de la luna para esa fecha. Esta posición se refiere a la longitud de la misma. En la observación se tiene en cuenta la posición geográfica de Puerto Berrío que, según se ve en el Informe, dependía de la posición del Observatorio de Bogotá, cuya longitud en ese entonces, adolecía de grave error que posteriormente se corrigió con cambio de señales directo entre Washington y Bogotá.

En el folleto publicado años más tarde con el título: "Longitud y latitud del Observatorio. — 1935", se aceptó provisionalmente el dato: longitud de Bogotá al oeste de Greenwich = $4^{\text{h}}56^{\text{m}}19^{\text{s}}40 \pm 0^{\text{s}}013$. Este dato mejora actualmente con nuevas observaciones y mejores elementos y así es posible pensar en un próximo valor definitivo para la longitud de Puerto Berrío, que habrá de permitir las dos ecuaciones a que se refirió el Informe transcrito atrás, para encontrar los errores α_1 y Δ_1 .

En un próximo estudio que se publicará en esta Revista, complementaremos, pues, el estudio que acabamos de reproducir.

LA SITUACION GEOGNOSTICA DE LA NUEVA GRANADA

CONFERENCIA DICTADA EN VIENA — 1856

H. KARSTEN (*)

Señores:

Al pedir permiso de presentar al muy honorable auditorio mis observaciones sobre la situación geognóstica de la Nueva Granada, no lo hago para molestar su paciencia, y repitiendo lo que se publicó en cuanto se refiere a Venezuela, en la revista de la Sociedad Geológica Alemana (tomos correspondientes a los años 1850 y 1852, de la revista "Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft"), sino para describir principalmente la prolongación del sistema montañoso de este país hacia el W. y hacia el S.

Tampoco pienso analizar en mi disertación las extensas operaciones y voluminosos trabajos de nuestro distinguido antecesor Alejandro de Humboldt, o las excelentes investigaciones de Boussingault.

Sólo voy a describir lo que he visto personalmente en el terreno, dibujando los resultados en el mapa, que fue levantado allí mismo. Hay que dejar para más tarde un trabajo comparativo y a fondo de todo lo que se ha conocido de aquellos países hasta ahora, y, en especial, sobre los fósiles y la clasificación de los mismos que allí se obtuvo.

De las tres regiones de las cordilleras de los Andes sobre el margen occidental de la América del Sur, la región del norte era la que más me interesaba. Hablando geográficamente, esta región tiene su centro y su elevación máxima bajo el ecuador, prolongándose hacia el norte en tres ramales, mientras que hacia el sur continúa la misma región uniéndose luego con las montañas del Perú, en territorio que hoy pertenece a Bolivia.

En los alrededores de Popayán se acercan los tres sistemas montañosos de tal manera, que la enorme masa volcánica, con las montañas de Sotará, Puracé y Huila, se levanta en un solo bloque amplio por encima de la cadena Central, formando así una divisoria de aguas en los valles que van paralelos a la misma. En el valle occidental, hacia el norte, recoge el río Cauca las aguas y hacia el sur, las reúne el Patía. En el valle oriental, las junta el Magdalena, que alcanza aquí un límite sur, ya que la cadena oriental se aplanan desde este punto, de tal manera que se convierte en la base oriental de la cadena central y la acompaña hacia el sur.

Esta cadena central ensancha sus cumbres en las latitudes más cercanas al ecuador, en forma de altiplanicies de varias millas de altura, sobre las cuales sus cumbres se elevan hacia el borde orien-

tal y occidental, formando así un valle cerrado por dos cadenas paralelas. Las aguas del mismo macizo corren en parte hacia el este y en parte hacia el oeste; las vertientes orientales y occidentales son muy abruptas y de difícil ascenso. Al lado de las tres cadenas que descienden hacia el norte, se halla una cuarta en dirección noroeste, bien distinta, tanto geográfica como geognósticamente, que es más baja que las anteriores y de una elevación media de unos 1.000 pies, dando origen a un tercer sistema fluvial en dirección norte, correspondiente al río Atrato.

En el nordeste se encuentra separado un pequeño sistema montañoso, que hace llegar sus vertientes meridionales hasta la cadena oriental, formando así una unidad con ésta.

Sin embargo, el macizo de Santa Marta no es un brazo occidental de la cordillera de Bogotá, como sí lo es el brazo oriental que se prolonga en la dirección Mérida y Trujillo, conocido como cordillera paralela que se tiende en dirección NE, y que se acercaba en una época anterior con algunos brazos prolongados que fueron luego unidos por levantamientos posteriores. Esta Sierra de Santa Marta, como igualmente la de Mérida, tiene vertientes más pendientes hacia el S. lo que coincide a la vez con su composición mineralógica. Las cumbres nevadas de ambas son iguales y sus núcleos son formados por rocas plutónicas (ígneas), que en las vertientes meridionales están cubiertas de capas sedimentarias de poco espesor, mientras en el lado N., la estratificación de las rocas, lleva ésta a mayor altura, especialmente en la cordillera de Mérida, a causa de intrusiones orgánicas, llegando aquí las formaciones cretácicas a considerables alturas. En las vertientes norteñas de la Sierra Nevada de Santa Marta encontramos las mismas formaciones.

La cordillera de Bogotá, es decir la cadena más oriental de la Nueva Granada, entre los $2^{\circ}5'$ y $6^{\circ}5'$ de latitud N., tiene sus vertientes más abruptas hacia el oriente; su línea divisoria de aguas también está situada al E. del eje de la cordillera; hacia el W. de este eje, que corre de N. a S., forma los valles sedimentarios intercalados, que van paralelos a la estratificación de los macizos montañosos del occidente, valles longitudinales en forma de terrazas, siendo el más importante de estos el de Bogotá, que está a cerca de 3.000 metros sobre el nivel del mar.

(*) H. Karsten, Profesor de Botánica de la Universidad de Berlín, Miembro de la Academia de Ciencias Naturales de Viena y de la Sociedad Geológica Alemana, Miembro de las Sociedades Geográficas de Viena y de Berlín, socio honorario del Club para fomentos intensivos, Miembro de la Academia de Ciencias Naturales de Rostock, etc., etc. (Separata de las Conferencias de Investigadores alemanes. Viena, 1856. Publicación del Gobierno Imperial Austriaco).