liares que facilitan considerablemente las aplicaciones logarítmicas. Así, por ejemplo, haciendo:

$$e\,\text{sen.}\,\varphi = \text{sen.}\,\psi$$

el valor de r será:

$$r = (1 - e^2\,\text{sen.}^2\,\varphi)^{1/2} = \cos.\,\psi$$

y las demás líneas tendrán las siguientes expresiones:

$$N = \frac{a}{\cos.\,\psi}$$

$$R = a\cos.\,\psi$$

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{\cos.^3\,\psi}$$

$$\tan.\,v = \frac{0.5\,e^2\,\text{sen.}\,2\,\varphi}{\cos.^2\,\psi}$$

El ángulo subsidiario ψ es siempre muy pequeño, pues su mayor valor, que corresponde á $\varphi = 90°$, es sólo de $4°\ 41'\ 10''$. Este método de cálculo es ciertamente el más breve, sobre todo cuando hay necesidad de hacer numerosas aplicaciones, como sucede en la formación de Tablas.

Otros geómetras prefieren el uso de las series; así, por ejemplo, desarrollando la potencia $\frac{1}{2}$ de r, se obtiene:

$$r = 1 - \frac{1}{2}e^2\,\text{sen.}^2\varphi - \frac{1}{8}e^4\,\text{sen.}^4\varphi - \frac{1}{16}e^6\,\text{sen.}^6\varphi - \ldots\ldots$$

y de una manera semejante:

$$N = a + \frac{1}{2}a\,e^2\,\text{sen.}^2\,\varphi + \frac{3}{8}a\,e^4\,\text{sen.}^4\varphi + \frac{5}{16}a\,e^6\,\text{sen.}^6\,\varphi + \ldots\ldots$$

$$R = a - \frac{1}{2}a\,e^2\,\text{sen.}^2\,\varphi - \frac{1}{8}a\,e^4\,\text{sen.}^4\,\varphi - \frac{1}{16}a\,e^6\,\text{sen.}^6\,\varphi - \ldots\ldots$$

$$\rho = a(1-e^2)\left(1 + \frac{3}{2}\,e^2\,\text{sen.}^2\,\varphi + \frac{15}{8}\,e^4\,\text{sen.}^4\,\varphi + \frac{35}{16}e^6\,\text{sen.}^6\,\varphi + \ldots..\right)$$

La ventaja de este procedimiento consiste en que el calculador es dueño de llevar la aproximación hasta el grado que quiera haciendo uso de logaritmos de cuatro ó cinco cifras; pero en general esta

ventaja deja de existir cuando se tiene por principal objeto el cálculo de los logaritmos de las cantidades y no el de las cantidades mismas, como sucede por lo común en la aplicación de las fórmulas geodésicas.

Finalmente, en algunos cálculos astronómicos se toma por unidad de longitud el radio ecuatorial a, en cuyo caso se tiene:

$$R = r$$

$$N = \frac{1}{r}$$

$$\rho = \frac{1-e^2}{r^3}$$

etc., etc.

Todas las fórmulas geodésicas adquieren una forma sencilla y de fácil aplicación para el cálculo logarítmico, expresándolas en función de un ángulo que difiere poco de la latitud geográfica, y que se designa con el nombre de latitud *correspondiente*. Sea $A\,B'\,A'$ (fig. 1ª) la esfera tangente al elipsoide en el ecuador, y cuyo radio será, en consecuencia, a. La perpendicular bajada al ecuador desde una estación M, encontrará á esta esfera en un punto N, que llamaremos el *correspondiente* de M. El ángulo $A\,C\,N = \lambda$ será la latitud *correspondiente* de la astronómica ó geográfica $A\,G\,M = \varphi$.

Comencemos por calcular λ en función de φ. Siendo Y la ordenada $N\,E$ del círculo, é y la $M\,E$ de la elipse para la misma abscisa $C\,E = x$, los triángulos $C\,E\,N$, y $G\,E\,M$ dan:

$$Y = x\tan.\,\lambda \qquad y = x(1-e^2)\tan.\,\varphi$$

y como

$$\frac{y}{Y} = \frac{b}{a}$$

resulta:

$$\frac{b}{a} = (1-e^2)\frac{\tan.\,\varphi}{\tan.\,\lambda} = \frac{b^2\tan.\,\varphi}{a^2\tan.\,\lambda}$$

y por último:

$$\tan.\,\lambda = \frac{b}{a}\tan.\,\varphi = (1-\alpha)\tan.\,\varphi = \frac{298.2}{299.2}\tan.\,\varphi$$

También es fácil derivar de este resultado el valor de $\varphi-\lambda$, que será:

$$\tan.(\varphi-\lambda)=\frac{\alpha\tan.\varphi}{\sec.^2\varphi-\alpha\tan.^2\varphi}=\frac{\frac{1}{2}\alpha\,\text{sen.}\,2\varphi}{1-\alpha\,\text{sen.}^2\varphi}$$

ó próximamente en segundos:

$$\varphi-\lambda=\frac{\frac{1}{2}\alpha\,\text{sen.}\,2\varphi}{\text{sen.}\,1''}$$

Es notable la relación que existe entre las tres latitudes geográfica φ, geocéntrica φ' y correspondiente λ. Hemos hallado, en efecto:

$$\tan.\varphi'=\frac{b^2}{a^2}\tan.\varphi \qquad \tan.\lambda=\frac{b}{a}\tan.\varphi$$

y con estas relaciones se obtiene: $a\tan.\varphi'=b\tan.\lambda$, y también: $\tan.^2\lambda=\tan.\varphi\tan.\varphi'$, lo que expresa que la tangente de la latitud correspondiente es media geométrica entre las de las latitudes geográfica y geocéntrica. Esta relación permite calcular cualquiera de ellas, conociendo las otras dos. Se notará igualmente que la relación entre $\tan.\lambda$ y $\tan.\varphi$ es igual á la que existe entre $\tan.\varphi'$ y $\tan.\lambda$, la cual es la misma de los semiejes b y a, á saber:

$$\tan.\lambda=\frac{b}{a}\tan.\varphi \qquad \tan.\varphi'=\frac{b}{a}\tan.\lambda$$

El valor de esta relación es $\frac{b}{a}=1-\alpha$, según vimos al principio de este Capítulo, y con su ayuda se calcula fácilmente el ángulo de la vertical en función de λ, por la ecuación:

$$\tan.(\varphi-\varphi')=\left(\frac{2\alpha-\alpha^2}{1-\alpha}\right)\frac{\tan.\lambda}{1+\tan.^2\lambda}=\frac{1}{2}\left(\frac{2\alpha-\alpha^2}{1-\alpha}\right)\text{sen.}\,2\lambda$$

que expresada en serie da:

$$\tan.(\varphi-\varphi')=\left(\alpha+\frac{1}{2}\alpha^2+\ldots\ldots\right)\text{sen.}\,2\lambda$$

bastando casi siempre tomar:

$$\varphi-\varphi'=\frac{\alpha\,\text{sen.}\,2\lambda}{\text{sen.}\,1''}$$

Si se compara este valor con el de $\varphi-\lambda$, y se recuerda que φ y λ difieren muy poco, se hallará con corta diferencia:

$$\varphi-\lambda=\frac{1}{2}(\varphi-\varphi')$$

ó bien:

$$\lambda=\frac{1}{2}(\varphi+\varphi')$$

Con esta relación se puede también calcular el valor aproximativo de cualquiera de las tres latitudes, conociendo las otras dos.

Calculemos ahora las principales líneas del elipsoide en función de λ. Para la normal mayor MH, se tiene: $x=N\cos.\varphi=a\cos.\lambda$, y por tanto:

$$N=a\frac{\cos.\lambda}{\cos.\varphi}$$

Nótese de paso que comparando esta expresión de N con la que hasta ahora habíamos empleado, se halla que la cantidad que designamos por r es:

$$r=\sqrt{1-e^2\,\text{sen.}^2\varphi}=\frac{\cos.\varphi}{\cos.\lambda}$$

Para la normal menor MG, tendremos: $Y=a\,\text{sen.}\,\lambda$, $y=n\,\text{sen.}\,\varphi$, de donde resulta:

$$n=b\frac{\text{sen.}\,\lambda}{\text{sen.}\,\varphi}=a(1-\alpha)\frac{\text{sen.}\,\lambda}{\text{sen.}\,\varphi}=a\frac{\text{sen.}\,\lambda\tan.\lambda}{\text{sen.}\,\varphi\tan.\varphi}$$

El radio de curvatura del meridiano, puesto bajo la forma $\rho=\frac{n}{r^2}$, toma las siguientes por la sustitución:

$$\rho=a(1-\alpha)\frac{\text{sen.}\,2\lambda\cos.\lambda}{\text{sen.}\,2\varphi\cos.\varphi}=a\frac{\text{sen.}\,\lambda\,\text{sen.}\,2\lambda}{\text{sen.}\,\varphi\,\text{sen.}\,2\varphi}$$

En cuanto al radio central MC, tenemos:

$$R^2=x^2+x^2(1-e^2)^2\tan.^2\varphi=a^2\cos.^2\lambda\left(1+\frac{b^4}{a^4}\tan.^2\varphi\right)$$

$$=a^2\cos.^2\lambda\left(1+\frac{b^2}{a^2}\tan.^2\lambda\right)=a^2\cos.^2\lambda+b^2\,\text{sen.}^2\lambda$$

Esta última expresión, aunque muy simétrica, no es cómoda para el cálculo; pero eliminando á b, se halla:

$$R^2 = a^2 \cos.^2 \lambda + a^2(1-\alpha)^2 \operatorname{sen.}^2 \lambda = a^2[1-(2\alpha-\alpha^2)\operatorname{sen.}^2 \lambda]$$

de donde se obtiene finalmente:

$$R = a(1-e^2 \operatorname{sen.}^2 \lambda)^{1/2}$$

expresión de la misma forma que la que habíamos adoptado; pero que es exacta, mientras que aquella no lo era del todo, si bien lo suficiente para la generalidad de las aplicaciones.

La diferencia $N-n=\frac{a e^2}{r}$ de las dos normales, será:

$$N-n = a e \frac{\cos. \lambda}{\cos. \varphi}$$

y puesto que se tiene: $CH=(N-n)\operatorname{sen.}\varphi$ y $CG=(N-n)\cos.\varphi$, se hallará:

$$CH = a e^2 \cos.\lambda \tan.\varphi = \frac{a e^2}{1-\alpha} \operatorname{sen.} \lambda$$

$$CG = a e^2 \cos. \lambda$$

Se ve por lo que precede que, con el ángulo λ, casi todas las expresiones geodésicas toman formas monomias que facilitan su cálculo logarítmico; y aunque la misma ventaja se consigue con φ, según vimos al fin del número 8 en que hallamos el valor de r bajo la forma monomia, siempre contendrán radicales, pues se hallará:

$$N = a\left(\frac{\cos.\varphi'}{\cos.\varphi \cos.v}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad \rho = a(1-e^2)\left(\frac{\cos.\varphi'}{\cos.\varphi\cos.v}\right)^{\frac{1}{2}}$$

y asi de las demás expresiones. En consecuencia, pareciéndome preferible el uso de λ, he aumentado la segunda de las tablas que van al fin de este Capítulo, con los valores de $\varphi-\lambda$.

21.—**Superficie del elipsoide terrestre.**—Para resolver este problema con más generalidad, comenzaré por determinar la superficie de un cuadrilátero formado sobre el elipsoide por dos paralelos de latitud y dos meridianos cualesquiera que formen entre sí un ángulo de L grados.

Al girar la elipse generatriz al derredor del eje polar, cualquiera de sus puntos M (fig. 1ª) cuya distancia al eje de rotación es x, describirá una circunferencia representada por $2\pi x$, y por consiguiente los dos meridianos, cuyos planos forman el ángulo L, interceptarán una parte de esta circunferencia que tendrá por valor $\frac{\pi L x}{180^\circ}$. Si este se multiplica por el arco elemental del meridiano, tendremos la expresión del elemento de la superficie, á saber:

$$\mathrm{d}S = \frac{\pi}{180^\circ} L x \,\mathrm{d}s$$

y puesto que $x = N\cos.\varphi$, y $\mathrm{d}s=\rho\,\mathrm{d}\varphi$, resultará sustituyendo:

$$\mathrm{d}S = \frac{\pi a^2 L(1-e^2)}{180^\circ} \cdot \frac{\cos.\varphi\,\mathrm{d}\varphi}{(1-e^2\operatorname{sen.}^2\varphi)^2}$$

Con el objeto de facilitar la integración de esta expresión, hagamos $\operatorname{sen.}\varphi = z$, de donde resulta $\cos.\varphi\,\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}z$. Sustituyendo se tiene:

$$\mathrm{d}S = \frac{\pi a^2 L(1-e^2)}{180^\circ} \cdot \frac{\mathrm{d}z}{(1-e^2 z^2)^2}$$

Pasando el denominador al numerador, y desarrollando, resulta:

$$\mathrm{d}S = \frac{\pi a^2 L(1-e^2)}{180^\circ}(1+2e^2z^2+3e^4z^4+4e^6z^6+\ldots\ldots)\,\mathrm{d}z$$

y efectuando la integración de la serie:

$$S = \frac{\pi a^2(1-e^2)L}{180^\circ}\left(z+\frac{2}{3}e^2z^3+\frac{3}{5}e^4z^5+\frac{4}{7}e^6z^7+\ldots\ldots\right)$$

No he añadido constante porque la integral se nulifica cuando $z=0$, lo que equivale á contar la superficie desde el ecuador hasta la latitud φ. Reponiendo, finalmente, $\operatorname{sen.}\varphi$ en lugar de z, se obtendrá:

$$S = \frac{\pi a^2 L(1-e^2)\operatorname{sen.}\varphi}{180^\circ}\left(1+\frac{2}{3}e^2\operatorname{sen.}^2\varphi+\frac{3}{5}e^4\operatorname{sen.}^4\varphi+\frac{4}{7}e^6\operatorname{sen.}^6\varphi\ldots\ldots\right)\ldots(33)$$

Por abreviación designando por A la constante $\frac{\pi a^2(1-e^2)}{180^\circ}$, la ecuación anterior da para las latitudes φ_1 y φ_2:

$$S_1 = A\,L\left(\text{sen.}\,\varphi_1 + \frac{2}{3}e^2\,\text{sen.}^3\varphi_1 + \frac{3}{5}e^4\,\text{sen.}^5\varphi_1 + \ldots\ldots\right)$$

$$S_2 = A\,L\left(\text{sen.}\,\varphi_2 + \frac{2}{3}e^2\,\text{sen.}^3\varphi_2 + \frac{3}{5}e^4\,\text{sen.}^5\varphi_2 + \ldots\ldots\right)$$

cuya diferencia, que es:

$$S_1 - S_2 = 2\,A\,L\,\text{sen.}\,\frac{1}{2}\,(\varphi_1 - \varphi_2)\cos.\,\frac{1}{2}\,(\varphi_1 + \varphi_2)\ +$$

$$+\ \frac{2}{3}\,A\,e^2 L\,(\text{sen.}^3\varphi_1 - \text{sen.}^3\varphi_2) + \frac{3}{5}\,A\,e^4 L\,(\text{sen.}^5\varphi_1 - \text{sen.}^5\varphi_2)$$

dará la superficie del cuadrilátero de L grados de *longitud geográfica*, y comprendido entre las latitudes φ_1 y φ_2. Nótese que en esta ecuación el término más influente es el primero, por lo cual si admitimos que L y $\varphi_1 - \varphi_2$ sean constantes, deduciremos con bastante aproximación que *las áreas de los cuadriláteros terminados por arcos de igual amplitud decrecen como los cosenos de sus latitudes medias.*

Si en la ecuación (33) hacemos $L = 360^\circ$, resultará la superficie de la zona comprendida entre el ecuador y el paralelo de latitud φ.

Si además se supone $\varphi = 90^\circ$ y se duplica el resultado, se obtendrá por superficie de todo el elipsoide:

$$S = 4\pi a^2(1-e^2)\left(1 + \frac{2}{3}e^2 + \frac{3}{5}e^4 + \frac{4}{7}e^6 + \ldots\ldots\right) =$$

$$= 4\pi a^2\left(1 - \frac{1}{3}e^2 - \frac{1}{15}e^4 - \frac{1}{35}e^6 - \ldots\ldots\right)$$

Se ve que esta expresión dará la superficie de la esfera que tenga a por radio, cuando se suponga nula la excentricidad e.

Para aplicar la fórmula (33) calculemos por zonas la superficie del

elipsoide terrestre. La zona tórrida se supone limitada por los paralelos de 23° 30′ de latitud tanto al Norte como al Sur del ecuador. Las zonas templadas desde esta latitud hasta la de 66° 30′; y finalmente las glaciales terminadas en los polos. Por consiguiente, haremos $L = 360^\circ$, φ sucesivamente igual á 23° 30′, 66° 30′ y 90°, y duplicaremos los resultados de la fórmula para obtener las zonas de ambos semi-elipsoides. Además de esto, como el metro es una unidad demasiado pequeña para valuar áreas tan considerables como son las geográficas, introduciremos en el cálculo el valor del radio ecuatorial a en miriámetros, con el fin de obtener la superficie en miriámetros cuadrados ó hecto-miriaras. Se tendrá, pues, $a = 637{,}7397$ mir.

Zona tórrida. $\varphi = 23^\circ 30'$

arc. 1º......	8.2418774				
a^2......	5.6092870				
$1-e^2$......	9.9970917				
360°......	2.5563025				
C......	6.4045586	$\frac{2}{3}e^2$.........	7.648316	$\frac{3}{5}e^4$.........	5.42696
sen. φ......	9.6006997	sen.$^2\varphi$.........	9.201399	sen.$^4\varphi$.........	8.40280
	6.0052583	....	6.005258	....	6.00526
			2.854973		9.83502

Primer término = 1012181.3
Segundo „ = 716.1
Tercer „ = 0.7

Media zona tórrida = 1012898.1 hecto-miriaras.

De igual manera con $\varphi = 66^\circ 30'$ se hallaría que la zona terrestre, contada desde el ecuador hasta esa latitud, tiene 2336612.5 hecto-miriaras, de la que restando el resultado anterior, da 1323714.4 para cada zona templada. Haciendo ahora $\varphi = 90^\circ$, hallaremos el área del semi-elipsoide, de la que deduciremos después la que corresponde á cada zona glacial.

	$\frac{2}{3}e^2$......... 7.648316		$\frac{3}{5}e^4$......... 5.42696
C......... 6.4045586	.... 6.404559		.... 6.40456
	4.052875		1.83152

Primer término = 2538391.3
Segundo „ = 11294.7
Tercer „ = 67.8

Medio elipsoide = 2549753.8
— 2336612.5

Zona glacial = 213141.3

Duplicando las superficies de las zonas para obtener las correspondientes á los dos hemisferios, resulta la siguiente de toda la tierra:

Zona tórrida = 2025796.2
Zonas templadas = 2647428.8
Zonas glaciales = 426282.6

Superficie del globo = 5099507.6 hecto-miriaras.

En números más breves, puede decirse que la superficie de la tierra es de cinco millones y cien mil hecto-miriaras, ó bien de quinientos diez millones de miriaras.

22.—**Volumen del elipsoide.**—La superficie de un paralelo al ecuador es πx^2, que multiplicada por $\mathrm{d}\,y$ produce la siguiente expresión del volumen elemental:

$$\mathrm{d}\,V = \pi x^2 \,\mathrm{d}\,y$$

y sustituyendo los valores de x y de $\mathrm{d}\,y$, se tendrá:

$$\mathrm{d}\,V = \pi a^3 (1-e^2) \frac{\cos.^3 \varphi \,\mathrm{d}\,\varphi}{(1-e^2 \operatorname{sen.}^2 \varphi)^{\frac{5}{2}}}$$

Haciendo sen. $\varphi = z$, será muy fácil transformarla en la que sigue:

$$\mathrm{d}\,V = \pi a^3 (1-e^2) \frac{(1-z^2)}{(1-e^2 z^2)^{\frac{5}{2}}} \,\mathrm{d}\,z$$

que desarrollada en serie, da:

$$\mathrm{d}\,V = \pi a^3 (1-e^2) \Big[1 - \left(1 - \frac{5}{2}e^2\right) z^2 - \left(\frac{5}{2}e^2 - \frac{35}{8}e^4\right) z^4 - $$
$$ - \left(\frac{35}{8}e^4 - \frac{105}{16}e^6\right) z^6 - \ldots\ldots \Big] \mathrm{d}\,z$$

Integrando, sustituyendo el valor de z, haciendo $\varphi = 90°$ y duplicando se obtendrá por volumen del elipsoide:

$$V = 2\pi a^3 (1-e^2) \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3}e^2 + \frac{1}{4}e^4 + \ldots\ldots \right) =$$
$$= \frac{4}{3}\pi a^3 (1-e^2) \left(1 + \frac{1}{2}e^2 + \frac{3}{8}e^4 + \ldots\ldots \right)$$

Fácilmente se reconoce que el último factor equivale á $(1-e^2)^{-\frac{1}{2}}$, por lo que

$$V = \frac{4}{3}\pi a^3 (1-e^2)^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

El cálculo anterior es molesto por el uso de las series; pero si en la expresión del volumen elemental se sustituye el valor de x tomado de la ecución (4) del meridiano, se tiene:

$$V = \int \left(\pi a^2 \mathrm{d}\,y - \frac{\pi}{1-e^2} y^2 \mathrm{d}\,y \right) = \pi a^2 y - \frac{\pi y^3}{3(1-e^2)}$$

El volumen se supone contado desde el ecuador, puesto que V es nulo con y. Para todo el elipsoide haremos $y = b = a(1-e^2)^{\frac{1}{2}}$, y duplicaremos para obtener como antes:

$$V = 2\pi a^3 (1-e^2)^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{3}\pi a^3 (1-e^2)^{\frac{1}{2}} = \frac{4}{3}\pi a^3 (1-e^2)^{\frac{1}{2}}$$

Apliquemos la fórmula expresando en miriámetros el radio ecuatorial.

$\frac{4}{3}$ 0.1249387

π 0.4971498

a^3 .... 8.4139305

$\sqrt{1-e^2}$ 9.9985458

V .... 9.0345648 $\qquad V = 1082841293$

En números redondos diremos que el volumen de la tierra es de 1083 millones de miriámetros cúbicos.

23.—**Tablas geodésicas.**—Terminaré este Capítulo con las Tablas siguientes que contienen los logaritmos de r, R, N y ρ, así como el ángulo de la vertical, los valores de $\varphi - \lambda$ y los de un grado de meridiano y de paralelo para todas las latitudes de la República. Como es continuo el uso de estos elementos en los cálculos geodésicos, se encontrará una gran ventaja en tomarlos de las Tablas por medio de una simple interpolación para cualquiera latitud intermedia, en lugar de determinarlos por la aplicación directa de las fórmulas.

TABLA I.

Logaritmos de r, R y N.

Latitud.	Log. r.	Log. R.	Log. N.	Dif. común por 1'
15°00'	9.9999028	6.8045463	6.8047407	2.1
15 30	. 8964	. 5399	. 7471	2.2
16 00	. 8898	. 5333	. 7537	2.3
16 30	. 8830	. 5265	. 7605	2.3
17 00	. 8761	. 5196	. 7674	2.4
17 30	. 8689	. 5124	. 7746	2.4
18 00	. 8616	. 5051	. 7819	2.5
18 30	. 8540	. 4975	. 7895	2.6
19 00	. 8463	. 4898	. 7972	2.6
19 30	. 8384	. 4819	. 8051	2.7
20 00	. 8304	. 4739	. 8131	2.8
20 30	. 8221	. 4656	. 8214	2.8
21 00	9.9998137	6.8044572	6.8048298	2.8
21 30	. 8052	. 4487	. 8383	2.9
22 00	. 7965	. 4400	. 8470	2.9
22 30	. 7877	. 4312	. 8558	3.0
23 00	. 7786	. 4221	. 8649	3.1
23 30	. 7694	. 4129	. 8741	3.1
24 00	. 7601	. 4036	. 8834	3.2
24 30	. 7506	. 3941	. 8929	3.2
25 00	. 7410	. 3845	. 9025	3.3
25 30	. 7312	. 3747	. 9123	3.3
26 00	. 7213	. 3648	. 9222	3.4
26 30	. 7112	. 3547	. 9323	3.4
27 00	9.9997011	6.8043446	6.8049494	3.4
27 30	. 6908	. 3343	. 9527	3.5
28 00	. 6803	. 3238	. 9632	3.5
28 30	. 6697	. 3132	. 9738	3.6
29 00	. 6590	. 3025	. 9845	3.6
29 30	. 6482	. 2917	. 9953	3.6
30 00	. 6372	. 2808	6.8050062	3.7
30 30	. 6263	. 2698	. 0172	3.7
31 00	. 6152	. 2587	. 0283	3.7
31 30	. 6040	. 2475	. 0395	3.8
32 00	. 5926	. 2361	. 0509	3.8
32 30	. 5812	. 2247	. 0623	3.9
33 00	9.9995696	6.8042131	6.8050739	

TABLA II.

Logaritmos de ρ, valores de $\varphi-\lambda$ y ángulo de la vertical.

Latitud.	Log. ρ.	Dif. por 1′.	$v=\varphi-\varphi'$	Dif. por 1′.	$\varphi-\lambda$	Dif. por 1′.
15°00′	6.8020267	6.4	5′44.″3	0.″35	2′52.″4	0.″17
15 30	. 0459	6.6	5 54. 7	. 34	2 57. 5	. 17
16 00	. 0657	6.8	6 4. 9	. 34	3 2. 6	. 17
16 30	. 0861	6.9	6 15. 1	. 33	3 7. 7	. 17
17 00	. 1069	7.2	6 25. 1	. 33	3 12. 7	. 16
17 30	. 1284	7.3	6 35. 0	. 33	3 17. 6	. 16
18 00	. 1504	7.6	6 44. 8	. 32	3 22. 5	. 16
18 30	. 1731	7.7	6 54. 5	. 32	3 27. 4	. 16
19 00	. 1963	7.9	7 4. 1	. 31	3 32. 2	. 16
19 30	. 2199	8.0	7 13. 5	. 31	3 36. 9	. 16
20 00	. 2439	8.3	7 22. 8	. 31	3 41. 6	. 15
20 30	. 2688	8.4	7 32. 0	. 30	3 46. 2	. 15
21 00	6.8022940	8.5	7 41. 0	. 30	3 50. 7	. 15
21 30	. 3195	8.7	7 49. 9	. 29	3 55. 1	. 15
22 00	. 3456	8.8	7 58. 6	. 29	3 59. 4	. 15
22 30	. 3721	9.1	8 7. 2	. 28	4 3. 7	. 14
23 00	. 3993	9.2	8 15. 6	. 28	4 7. 9	. 14
23 30	. 4269	9.3	8 23. 9	. 27	4 12. 1	. 14
24 00	. 4549	9.5	8 32. 1	. 27	4 16. 2	. 13
24 30	. 4833	9.6	8 40. 1	. 26	4 20. 2	. 13
25 00	. 5122	9.8	8 47. 9	. 26	4 24. 1	. 13
25 30	. 5416	9.9	8 55. 6	. 25	4 27. 9	. 13
26 00	. 5713	10.1	9 3. 1	. 25	4 31. 7	. 12
26 30	. 6015	10.1	9 10. 5	. 24	4 35. 4	. 12
27 00	6.8026318	10.3	9 17. 6	. 23	4 39. 0	. 12
27 30	. 6627	10.5	9 24. 6	. 23	4 42. 5	. 11
28 00	. 6942	10.6	9 31. 5	. 22	4 45. 9	. 11
28 30	. 7260	10.7	9 38. 2	. 22	4 49. 2	. 11
29 00	. 7581	10.8	9 44. 7	. 21	4 52. 4	. 11
29 30	. 7905	10.9	9 51. 0	. 20	4 55. 6	. 10
30 00	. 8232	11.0	9 57. 1	. 20	4 58. 7	. 10
30 30	. 8562	11.1	10 3. 1	. 19	5 1. 6	. 10
31 00	. 8895	11.2	10 8. 8	. 19	5 4. 5	. 09
31 30	. 9232	11.4	10 14. 4	. 18	5 7. 3	. 09
32 00	. 9573	11.4	10 19. 8	. 17	5 10. 0	. 09
32 30	. 9916	11.6	10 25. 0	. 17	5 12. 6	. 09
33 00	6.8030264		10 30. 1		5 15. 2	

TABLA III.

Valores de un grado de meridiano y de paralelo.

Latitud.	Grado de meridiano.	Dif. por 1′.	Grado de paralelo.	Dif. por 1′.
15°00′	110637.^{m}8	0.^{m}17	107538.^{m}0	8.^{m}47
15 30	642. 8	. 17	107284. 0	8. 74
16 00	647. 9	. 17	107021. 9	9. 01
16 30	653. 1	. 18	106751. 7	9. 28
17 00	658. 4	. 18	106473. 4	9. 55
17 30	663. 8	. 19	106187. 0	9. 81
18 00	669. 4	. 19	105892. 6	10. 08
18 30	675. 2	. 20	105590. 2	10. 35
19 00	681. 2	. 20	105279. 7	10. 61
19 30	687. 3	. 21	104961. 3	10. 88
20 00	693. 4	. 21	104634. 8	11. 15
20 30	699. 7	. 21	104300. 4	11. 41
21 00	110706. 0	. 22	103958. 2	11. 67
21 30	712. 5	. 22	103608. 0	11. 93
22 00	719. 2	. 23	103250. 0	12. 20
22 30	726. 0	. 23	102884. 1	12. 46
23 00	732. 9	. 23	102510. 4	12. 72
23 30	739. 9	. 24	102128. 9	12. 97
24 00	747. 0	. 24	101739. 7	13. 23
24 30	754. 3	. 25	101342. 7	13. 49
25 00	761. 7	. 25	100938. 1	13. 74
25 30	769. 2	. 25	100525. 8	14. 00
26 00	776. 8	. 26	100105. 9	14. 26
26 30	784. 5	. 26	99678. 2	14. 51
27 00	110792. 3	. 26	99243. 0	14. 75
27 30	800. 1	. 27	98800. 4	15. 00
28 00	808. 1	. 27	98350. 3	15. 26
28 30	816. 2	. 27	97892. 5	15. 51
29 00	824. 4	. 28	97427. 3	15. 75
29 30	832. 7	. 28	96954. 7	16. 00
30 00	841. 1	. 28	96474. 7	16. 24
30 30	849. 5	. 28	95987. 4	16. 48
31 00	858. 0	. 29	95492. 9	16. 73
31 30	866. 6	. 29	94991. 1	16. 98
32 00	875. 3	. 29	94482. 0	17. 21
32 30	884. 1	0.^{m}29	93965. 7	17. 45
33 00	110982. 9		93442. 1	