

TABLA II
De la anomalía verdadera del sol.

Días		Días
179	5-26-32' 45" 5265 3432, 9254	186
180	5-27-29' 58" 452 3431, 6174	185
181	5-28-27' 10" 0694 3430, 3094	184
182	5-29-24' 20" 3788 3429, 4932 1480487	183

49. El uso de las dos tablas anteriores puede reducirse á dos casos: 1^o dado el año del mundo y un instante cualquiera de ese año determinar la correspondiente longitud del sol; y 2^o dado el año del mundo y la longitud del sol, determinar el instante de ese mismo año, á que ella corresponde. En uno y otro hay tambien que distinguir dos épocas; anterior y posterior á la reforma gregoriana. En el primer caso, si el año dado es anterior á la reforma, tómense en la primera tabla los dias de los años anomalísticos y julianos correspondientes á los años completos transcurridos del mundo para el año dado, y que se expresan en la segunda y cuarta columnas: añádase á los dias de los años anomalísticos el tiempo que emplea la luz en llegar del sol á la tierra constante en la misma tabla, y anótese la diferencia entre ambas cantidades: tómese á la vez el aumento de la precesion anual correspondiente al número de años completos transcurridos menos uno, y agréguese á la precesion primitiva que consta tambien en la misma tabla, y la suma que es la precesion para ese año súmese de nuevo con la precesion primitiva y se tendrá la suma del primero y último termino de la progresion de que hemos hablado (24) que multiplicada por la mitad de los años transcurridos del mundo dará en segundos el movimiento total del equinoccio: redúzcase á signos, grados, minutos y segundos, y súmese con la longitud primitiva del perigeo solar, que va al calce de la misma tabla, y esa será la longitud del perigeo en el instante en que el sol pasó por él; luego á la diferencia anotada de los dias de los años julianos y anomalísticos añádanse los dias completos transcurridos del año dado juntamente con las horas, minutos y segundos reducidos á fraccion decimal de dia, y buscando en la tabla segunda el número de dias que mas se acerque al que se tiene, se hallaran á su derecha si no pasa de 182 ó á su izquierda si excede de este número, los signos, grados, minutos y segundos

de anomalía (1) que hay que añadir á la longitud del perigeo, para tener la longitud del sol pedida, debiendo agregar así la parte proporcional de la precesion que corresponda á este número de dias como la perteneciente á la fraccion decimal de dia que acompañe á los dias enteros, y que se obtiene mediante el movimiento propio de ese dia, que va expresado en segundos hácia el medio de la tabla. Si la época fuese posterior á la reforma gregoriana, del número total de dias que den los años julianos completos se quitarán los que para la fecha dada hubiere suprimido la reforma, y despues se anotará la diferencia dicha entre los dias de los años julianos y anomalísticos completos, procediendo en todo lo demas como se ha indicado.

50. En el segundo caso, siendo el año dado anterior á la reforma, se procederá del modo que primero se ha dicho hasta tener la longitud del perigeo solar, la cual se restará de la longitud dada del sol, añadiendo á esta doce signos en caso de no poder hacerse la resta, y una vez verificada, se entrará con ella en la misma tabla 2^a, buscando el número de signos, grados, minutos y segundos proxicamente menor á la resta obtenida, y al margen se hallarán los dias á que ese número corresponde: añadiendo en seguida á la longitud del perigeo la parte proporcional de la precesion correspondiente á esos mismos dias, se hallará la fraccion de dia que resulte de la diferencia entre la longitud dada y la que da la tabla, añadiendo, así los dias enteros como esta fraccion, á los dias de los años anomalísticos. Luego, del número de dias de los años anomalísticos así aumentado se restará el número de dias de los años julianos, que completos hubieren transcurrido, y llevando la diferencia al cuadro de los meses que consta en la tabla 1^a, y valuando la fraccion decimal de dia que resultare, se tendrá en tiempo medio astronómico correspondiente al primer meridiano (2) el mes, dia, horas, minutos y segundos á que corresponde la longitud dada del sol, reduciéndose si así se deseara á tiempo medio civil. Si el año dado fuere posterior á la reforma, del número de dias de los años julianos se quitarán, antes de hacer la resta sobredicha, los dias que para ese año hubiere suprimido la refor-

(1) Aquí llamamos anomalía del sol la distancia angular de este astro á su perigeo, á diferencia de los astrónomos que con la misma voz designan la distancia angular del mismo astro á su apogeo.

(2) Mas delante veremos cual es este primer meridiano.

má, y luego se procederá del modo ya expresado. Todo esto se entenderá mejor con los siguientes ejemplos, en los que se notará desde luego, que la columna del medio contiene el aumento de la precesion anual para un año menos de los que van expresados á la izquierda, de conformidad con lo que dejamos prevenido.

51. PRIMER CASO. Dado el año del mundo y un instante cualquiera de ese año determinar la correspondiente longitud del sol.

Ejemplo 1.º (Época anterior á la reforma) Pídesa el lugar verdadero del sol en la eclíptica para el día 12 de Diciembre á 18 horas, (tiempo medio contado en el primer meridiano) del año del mundo 2164. El tiempo transcurrido, siendo 2163 años y 345, 75 dias, se tiene por la tabla 1.º:

Años.	Dias de los años anomalst.	Aumento de la prec. an.	Dias de los años julianos.
2000	730495,97919	0,52854176	730500
100	36524,7939595	0,026427088	36525
60	21914,8793757	0,0158562528	21915
3	1095,743968785	0,00052354176	1096
T	(1) 0,005704301	0,057135364256	790036

790031,407198286	790031,407198286
Aumento de la prec. 0,057135364256	Dif. 4,592801714
Precesion primitiva 48,60718819288	Dias del a. no dado 345,75
Id. para el año dado 49,17854183544	Suma 350,342801714
Suma de ambas 97,78573002832	350,247989595
	Dif. 0,094812119

Esta primera suma multiplicada por 1081,5 que es la mitad de los años completos transcurridos del mundo, da 105755,267 & que reduciendo á signos, grados, minutos y segundos es... = 0° 29' 22" - 35,2

Parte proporcional de la precesion en 350,34 dias	47,2
Longitud primitiva del perigeo solar	6-15-21-57,2
Longitud del perigeo solar para el día dado	7-14-45-19,6
Movimiento de anomalía que da la tabla 2.º para 350,247989595 dias	11-14-45-31,4
Parte proporcional que corresponde á la fraccion de día 0,094812119	5-45,9
Longitud del sol pedida	6-29-36-36,9

(1) Anotamos con T el tiempo que emplea la luz por término medio en llegar del sol á la tierra.

Ejemplo 2.º (Época anterior á la reforma) Pídesa el lugar verdadero del sol en la eclíptica para el día 25 de Octubre á 20 horas 20 minutos, (tiempo medio contado en el primer meridiano) del año 1753 de nuestra era. El tiempo transcurrido del mundo, siendo 4321, 1752 = 6073 años y 297,847222222 dias, la tabla 1.º da:

Años.	Dias de los años anomalst.	Aumento de la prec. an.	Dias de los años julianos.
6000	2191487,93757	1,758562528	2191500
60	21914,8793757	0,0158562528	21915
13	4748,223864735	0,00317125056	4749
T	0,005704301		2218164

2218151,046514736	2218151,046514736
Aumento de la prec. = 11,60165278336	2218158,6481930
Precesion primitiva 48,60718819288	2218151,046514736
Idem para el año dado = 50,21131097624	Dif. = 1,953485264
Suma de ambas = 98,81902916912	Dias del a. no dado 297,847222222

Esta suma multiplicada por 3036,5 que es la mitad de los años completos transcurridos del mundo, da 300063,982 & que reduciendo á signos, grados & es = 2° 23' 21" - 3,9

Parte proporcional de la precesion en 299,83 dias	41,2
Longitud primitiva del perigeo solar	6-15-21-57,2
Longitud del perigeo solar para el día dado	9-8-43-42,3
Movimiento de anomalía que da la tabla 2.º para 299,247989595 dias	9-23-32-59,3
Parte proporcional que corresponde á la fraccion de día 0,55271	2-29-32-59,3
Longitud del sol pedida	7-2-49-41,9

53. SEGUNDO CASO. Dado el año del mundo y la longitud del sol, determinar el instante de ese mismo año, á que ella corresponde.

Ejemplo 1º (Época anterior á la reforma) Pídese el instante en que se verificó el solsticio de estío del año 431 antes de N. S, Jesucristo: esto es, ¿en qué instante del año—431 (tiempo medio contado en el primer meridiano) la longitud del sol fué de 3°-0'-0"? Este año, siendo el 4321-431=3890 del mundo, los años completos transcurridos son 3889, y la 1ª tabla nos da:

Años	Días de los años anomalíst.	Aumento de la prec. an.	Días de los años julianos
3000-	1095743,968785	0,79281264	1095750
800-	292198,391676	0,211416704	292200
80-	29219,8391676	0,0211416704	29220
9-	3287,231906355	0,00211416704	3288
T-	0,005704301	1,02748518144	1420458
1420449,437239256		48,60718819288 = Prec. primitiva	
205,165579518		49,63467337432 = Id. del año dado,	
1420654,602818774		98,2418615672 = Suma de ambas; y es	

ta suma multiplicada por 1944,5 que es la mitad de los años completos transcurridos del mundo da 191031,2998 & que reduciendo á signos, grados, minutos & es igual á 1°-23'-3"-51,2998 Longitud primitiva del perigeo solar 6-15-21-57, 2

Longitud del perigeo para el año dado 8-8-25-48, 4998 No pudiendo restarse esta cantidad de- 15

3,ªañadirémos á esta longitud dada 12 6-21-34-11,5002 signos, y restando de 15°, y buscando en la tabla 2ª á qué número de días corresponde la resta, vemos que á 6,ª 21,º corresponden 205,164 días: y 8-8-25-48,4998

la parte proporcional de la precesion que corresponde, será..... 27,8799

Luego la longitud del perigeo para el día del solsticio es..... 8°-8'-26'-16"-3797 Longitud dada del sol al tiempo del solsti. 15-0-0-0

Movimiento del sol desde su paso por el perigeo hasta el solsticio..... 6-21-33-43,6203 Movimiento que corresponde á 204,247989595 días..... 6-20-40-50,7986

En consecuencia, tomando la parte proporcional de día que toca á 52'-52,8217 diciendo: si 3457,7774 los recorre el sol en un día, 52'-52,8217 los recorrerá en 0,917589928 y añadiéndola al número de días dicho, será..... 205,165579518 que agregados á los días de los años anomalísticos, dan en to-

talidad..... 1420654,602818774 Mas los días de los años julianos son 1420458

Luego los meses y días del año dado los da la dif. 196,602818774

Se cuentan hasta Junio completo días 181

El solsticio pues tuvo lugar en Julio á los 15,602818774 días, es decir, el 16 de Julio á 14^h 28^m 3,ª 5420736.

Ejemplo 2º. (Época posterior á la reforma) Pídese el instante en que se verificó el equinoccio de primavera del año de nuestra era 1876: es decir, ¿en qué instante del año 1876 [tiempo medio contado en el primer meridiano] la longitud del sol fué de 12°-0'-0'-0"? Este año, siendo el 4321+1876 = 6197 del mundo, los años completos transcurridos son 6196, y la tabla 1ª da:

Años	Días de los años anomalísticos	Aumento de la prec. an.	Días de los años julianos
6000	2191487,93757	1,58562528	2191500
100	36524,7989595	0,026427058	36525
80	29219,8391676	0,0211416704	29220
16	5843,96783352	0,0039640632	5844
T.	0,005704301	1,6371581016	2263089
2263076,549234921		48,60718819288 = P. P.	
		50,24434629448 = Prec. para el año dado	
		98,85153448736 Suma que se	

multiplica por la mitad de los años transcurridos, que es 3098, y da 306242,0538 que en signos, grados & son..... 2° 25' 4" 2,0538

Longitud primitiva del perigeo..... 6-15-21-57,2 Longitud del perigeo para el año dado... 9-10-25-59,2538 Longitud dada del sol para el día del equinoccio..... 12-0-0-0

Mov. del sol desde su paso por el perigeo hasta el equinoccio..... 2-19-34-0,7462 Mov. que corresponde á 79 días..... 2-19-21-7,5866

Id. que corresponde á la fracción de día 0,9217.... 12-53,1596

Hallando ahora la parte proporcional de la precesion que corresponde é 79,9217, y repitiendo las operaciones, será: Parte propor..... 10,8971 Longitud del perigeo.... 9° 10' 25" 59,2538

Id. para el día del eqnin. 9-10-26-10,1509 Longitud dada del sol... 12-0-0-0

Mov. de anomalía en 79,213894847 días... 2-19-33-49,8491

Resulta en consecuencia que el tiempo transcurrido desde el paso del sol por su perigeo hasta el instante del equinoccio, son 79.^a 213894847
 Dias de los años anomalísticos complet. 2263076, 549234921
 Dias de los años julianos, quitados los 12 que para el año dado ha suprimido la reforma 2263155, 763129768
 Dias del año 1876. 78, 703129768
 Por ser bisiesto el año se cuenta hasta fin de Febrero. 69
 Luego el equinoccio de primavera se ha verificado en Marzo á los 18.^a 13.^m 54.^s 4119552; y en tiempo civil el 20 de Marzo á las 6.^h 18.^m 54.^s 4119552 de la mañana.

CAPÍTULO XI.

REVOLUCIONES ANOMALÍSTICA Y SINÓDICA DE LA LUNA.—TABLA DE LAS EPACTAS ASTRONÓMICAS.—MODO DE CALCULAR EN CUALQUIERA ÉPOCA LOS NOVILUNIOS Y PLENILUNIOS MEDIOS Y SI HAN SIDO Ó PUEDEN SER SOLÁPTICOS.—PRIMER MERIDIANO.

54. Si en los términos de la resta y division, que verificamos [16] para obtener la revolucion sideral del sol, corremos la coma siete lugares hacia la derecha, y añadimos al sustraendo el complemento aritmético de las diez últimas cifras de (u) (23) y la cantidad [e] [20], ambas multiplicadas por 10.¹⁵ tendremos: (u) (23) × 10.¹⁵ 752549779885

Complemento de las diez últimas cifras 7450220115

[e] [20] × 10.¹⁵ 239520

El sustraendo (q) (16) multiplic. por 10.⁷ 6496595292622,2256

Suma 6504045752257,2256

El minuendo multip. por 10.⁷ 40979146112660563,5584

Difer. 40972642066908306,3333

Esta diferencia reducida á segundos y partida por 6712126400000000 da para el año sideral en dias siderales el valor: 2458358521014498380

6712126400000000

363.^a 2562916, y en dias solares medios 365.^a 2562916, (a) quedando una resta de 40140" = 669.

55. Esta revolucion sideral del sol partimosla por la revolucion sideral de la luna, que según lo dicho (16) es de

27.^a 321661, y tendremos que la primera contiene á la segunda 365,2562916 ÷ 27,321661 = 13,368744 [a] veces, quedando una resta

de 0.^a 000000036216. Juntado ahora esta resta con la diferencia entre el año sideral obtenido (16) y el que acabamos de obtener, resulta la fracción de dia 0.^a 000066636216. [b]

Disminuyamos tambien la revolucion sideral de la luna en la fraccion 0.^a 0000667. (c) Tendremos entonces: 27.^a 321661 — 0.^a 0000667 = 27.^a 3215943. [d]

Hagamos ahora que la revolucion sideral del sol (a) del párrafo anterior tenga idénticas sus últimas tres decimales con las tres últimas de esta revolucion lunar; la fraccion anterior (b) se convertirá en 0.^a 0000639 (b) pues 365,2563582 — 365,2562943 = 0,0000639

Por la revolucion lunar, (d) así disminuida, partiendo 21600', que es el valor de la circunferencia en minutos, resulta: 21600' ÷ 27,3215943 = 790,583439707982

Restemos de este cociente el movimiento diurno de perigeo lunar (j) (22) 6,684461111044

y tendremos la diferencia. 783,898978596938

por la cual partiendo la circunferencia expresada en minutos, y sacando hasta doce cifras decimales, se tiene para la duración de la revolucion anomalística de la luna: 21600'

— 27.^a 554570920172, la que, si añadimos el

complemento de sus tres últimas cifras 0.00000000828, (1)

quedará de 27.^a 554570921 [e] = 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s 9275744 [1]

56. Del número de revoluciones lunares marcado (a) en el párrafo anterior quitamos una, y su número de dias aumentado con la fraccion marcada [d] repartámosle entre las revoluciones que quedan, y será: 13,368744 — 1 = 12,368744 [a]

Mas la revolucion que se quita, teniendo 27,321661, con la fraccion (d) será 27,321661000828, que repartidos entre 12,368744 revoluciones, tocará á cada una: 2,208927681. Luego sumando este cociente con los dias de cada revolucion sideral,

(1) La Caille hace la revolucion anomalística de la luna de 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s (La Caille *Leçons elementaires d'Astr.* pag. 356); pero Riccioli con mas exactitud la hace de 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s 91666 (Véase Tosca, *Comp. Matem. Tom. VII, Lib. III, pag. 319.*)