

TRADUCCION ^V

2-8676-19

DE LA EXPLICACION, PROBLEMAS Y EJEMPLOS

DE LA SEGUNDA EDICION DE LAS TABLAS NAUTICAS

DE DON JOSÉ DE MENDOZA Y RIOS,

IMPRESA EN LONDRES EN 1809;

QUE INCLUYE TODO LO QUE TIENE LA PRIMERA PUBLICADA EN 1805

QUE FALTA EN ÉSTA, PARA QUE PUEDA SERVIR

IGUALMENTE PARA UNA Y OTRA.



CON UNA MEMORIA ORIGINAL

SOBRE LA PRÁCTICA DE LAS OBSERVACIONES

EN LA MAR,

Y SOBRE VÁRIOS PROBLEMAS INTERESANTES

DEL PILOTAGE ASTRONÓMICO.

POR DON ANTONIO MARTINEZ Y TACON, ALFÉREZ DE

NAVÍO DE LA REAL ARMADA.

EN SAN FERNANDO:

En la Imprenta de la Real Compañía de Guardias Marinas.

TRADUCCION

DE LA EXPLICACION, PROBLEMAS Y EXPERIMENTOS

DE LA SEGUNDA EDICION DE LAS TABLAS NAUTICAS

DE DON JOSE DE MENDOZA Y RIOS

IMPRESA EN LONDRES EN 1802

QUE INCLUYE TODO LO QUE TIENE LA PRIMERA PUBLICADA EN 1782

QUE FALTA EN ESTA, PARA QUE PUEDA SERVIR

IGUALMENTE PARA UNA Y OTRA.



CON UNA MEMORIA ORIGINAL

SOBRE LA PRÁCTICA DE LAS OBSERVACIONES

EN LA MAR,

Y SOBRE VARIOS PROBLEMAS INTERESANTES

DEL PILOTAGE ASTRONÓMICO.

POR DON ANTONIO MARTINEZ Y TACON, ALFARER DE

NAVIO DE LA REAL ARMADA.

EN SAN FERNANDO:

En la Imprenta de la Real Compañía de Guardias Maritimas.

COLECCION COMPLETA DE TABLAS

PARA LOS USOS DE LA NAVEGACION Y ASTRONOMÍA NÁUTICA.

CON FÓRMULAS BREVES, SENCILLAS Y EXACTAS PARA TODOS LOS CÁLCULOS ÚTILES EN LA MAR, PARTICULARMENTE PARA DEDUCIR LA LONGITUD POR DISTANCIAS LUNARES, Y LA LATITUD POR DOS ALTURAS DEL SOL Y EL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS OBSERVACIONES.

POR DON JOSÉ DE MENDOZA Y RIOS, MIEMBRO DE LA
REAL SOCIEDAD DE LÓNDRES.

SEGUNDA EDICION, MEJORADA.

De Fran.^{co} O'Nevez.

LÓNDRES

1809.

COLECCION COMPLETA DE OBRAS

PARA LOS USOS DE LA NAVEGACION Y AERONAUTICA

CON FORMULAS BREVES, SENCILLAS Y EXACTAS PARA TODOS LOS CASOS QUE SE PRESENTAN EN LA MAR, PARTICULARMENTE PARA DETERMINAR LA LONGITUD POR DISTANCIAS EN LA MAR, Y LA LATITUD POR DOS ALTURAS DEL SOL Y EL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS OBSERVACIONES.

POR DON JOSE DE MENDOZA Y RIOS, MIEMBRO DE LA

REAL SOCIEDAD DE LONDRES.

SEGUNDA EDICION, MEJORADA.

LONDRES

1859.

PREFACIO.

Quando emprendí la presente obra me propuse construir y juntar todas las tablas necesarias para facilitar los cálculos del pilotage y astronomia náutica, con las mejores fórmulas que pudiese concertar para resolver los problemas mas útiles en la práctica, de modo que los navegantes lograsen tener en un solo volumen quanto necesitan para sus tareas, sin la asistencia de mas libro que el almanaque náutico. La buena acogida que esta coleccion ha tenido de los Astrónomos y Marineros me hace creer que mi trabajo no ha sido infructuoso; y al dar á luz la presente segunda edicion, he procurado aumentar la utilidad de estas tablas en todo lo que me ha parecido susceptible de mejora.

La fórmula que di entónces para despejar las distancias aparentes de la luna al sol y á las estrellas de los efectos de la refraccion y paralaxe, es sumamente fácil y expedita, pues se reduce á algunas sumas, sin distincion de casos, y los pocos números que entran en esta operacion se buscan con facilidad en las tablas. Posteriormente descubrí que modificando los preceptos del cálculo de estos números, podia conseguir una supresion de dos cifras en cada uno de los quatro que sirven para corregir las distancias; y lo he realizado, como se ve en la tabla X, donde estos números constan de cinco cifras, en vez de siete que tenian en la primera edicion. Con esto he abreviado todavia mas el cálculo de la reduccion de las distancias, y me lisonjeo que la fórmula que presento para la solucion de este importante problema de la astronomia náutica, combina quantas ventajas pueden inducir á los navegantes á hacer frecuente uso de ella, y que contribuirá á generalizar mas la práctica de determinar la longitud por distancias lunares.

El cálculo de la hora verdadera por la altura de un astro se facilita por las tablas de los logaritmos senos, secantes, versos, coversos, &c. que he dado con los argumentos en partes de círculo y en tiempo, de 15 en 15 segundos de grado, y de segundo en segundo de hora, hasta 180° ó 12h, de modo que no necesitan partes proporcionales en su aplicacion á los usos generales de la astronomia náutica. Aprovecho la ocasion para recomendar el uso de esta tabla, que se puede extender á todas las operaciones de la trigonometria, con ventaja en muchas, por el modo en que he dispuesto los medios senos versos, cuyas expresiones naturales y logarítmicas que se extienden hasta el diámetro, hace mucho tiempo que calculé, aunque no las he publicado hasta incluirlas en mis tablas de 1801.

En la primera edicion de esta obra puse dos tablas auxiliares, para el cálculo de la latitud por dos alturas del sol y el intervalo de tiempo entre las observaciones; pero no resultando tan ventajosas como deseaba hacerlas, por razon de las dobles partes proporcionales, que no me fué posible manifestar en toda su extension dentro de los límites de la página, con la misma sencillez que en otros casos, doy ahora otra fórmula para este problema, que aunque necesita de algunas cifras mas se hallará preferible á la primera en la práctica, y solo requiere el uso de los logaritmos de los senos, versos, &c.

Con idea de ampliar el uso de las tablas he aumentado la explicacion considerablemente, incluyendo varios problemas que no estaban en la primera edicion, particularmente uno para hallar la latitud por la altura de la estrella polar, por medio de la tabla de diario, y todos los que se refieren al uso de los cronómetros para determinar la longitud.

PREFACIO.

Quando emprendí la presente obra me propuse construir y formar todas las tablas necesarias para facilitar los cálculos del piloto y astronómicos náuticos, con las mejores fórmulas que pudiese concebir para resolver los problemas más útiles en la práctica, de modo que las navegantes lograsen tener en un solo volumen cuanto necesitan para sus tareas, sin la asistencia de un libro que el almanaque náutico. La buena acogida que esta colección ha tenido de los Astrónomos y Marineros me hizo creer que mi trabajo no ha sido infructuoso; y al dar á luz la presente segunda edición, he procurado aumentar la utilidad de estas tablas en todo lo que me ha parecido susceptible de mejora.

La fórmula que di entonces para despegar las distancias aparentes de la luna al sol y á las estrellas de los efectos de la refracción y paralaje, es sumamente fácil y expedita, pues se reduce á algunas sumas, sin distinción de casos, y los pocos números que entran en esta operación se pueden consultar en las tablas. Posteriormente descubrí que modificando los preceptos del cálculo de estos números, podía conseguir una precisión de dos cifras en cada uno de los cuatro que sirven para corrigir las distancias; y lo he realizado como se ve en la tabla X, donde estos números constan de cinco cifras, en vez de siete que tenían en la primera edición. Con esto he abreviado todavía más el cálculo de la reducción de las distancias, y me he propuesto que presenta para la solución de este importante problema de la astronomía náutica, combina algunas ventajas que se añaden á las ya mencionadas, á saber: á hacer más cómodo el uso de ella, y que contribuya á generalizar más la práctica de determinar la longitud por distancias lunares.

El cálculo de las horas verdaderas por la altura de un astro se facilitó por las tablas de los logaritmos secantes, versos, covecos, &c. que he dado con sus suplementos en partes de círculo y en tiempo, de 15 en 15 segundos de grado, y de segundo en segundo de hora, hasta 180° de latitud, de modo que no necesitó tan partes proporcionales en su aplicación á los usos generales de la astronomía náutica. Aprovecho la ocasión para recomendar el uso de esta tabla, que se puede extender á todas las operaciones de la trigonometría, con ventaja en muchas, por el modo en que he dispuesto los medios versos, cuyos expresiones náuticas y logarítmicas que se extienden hasta el diámetro, hace mucho tiempo que calculo, aunque no las he publicado hasta incluir en mis tablas de 1801.

En la primera edición de esta obra puse dos tablas auxiliares, para el cálculo de la latitud por dos alturas del sol y el intervalo de tiempo entre las observaciones; pero no resultando tan ventajosas como deseaba hacerlas, por razón de las dobles partes proporcionales, que no me hubiese permitido en toda su extensión dentro de los límites de la página, con la misma sencillez que en otros casos, doy ahora otra fórmula para este problema, que aunque necesita de algunas cifras más se hallará preferible á la primera en la práctica, y solo requiere el uso de los logaritmos de los secos, versos, &c.

Con idea de ampliar el uso de las tablas he aumentado la explicación considerablemente, incluyendo varios problemas que no estaban en la primera edición, particularmente uno para hallar la latitud por la altura de la estrella polar, por medio de la tabla de diámetros, y todos los que se refieren al uso de las tablas para determinar la longitud.

EXPLICACION DE LAS TABLAS

EXPLICACION Y USO DE LAS TABLAS;

CON PROBLEMAS Y EJEMPLOS.

EXPLICACION Y USO DE LAS TABLAS;

CON PROBLEMAS Y EJEMPLOS.

EXPLICACION DE LAS TABLAS.



Antes de empezar la explicacion de las tablas haré las siguientes advertencias generales:

Como los minutos y segundos de círculo difieren tanto de los minutos y segundos de tiempo, me ha parecido conveniente distinguirlos, dándoles signos ó indicaciones diferentes, para mayor claridad y evitar equivocaciones. Consiguientemente he adoptado para los de tiempo las iniciales de sus nombres, denotando una *m* los minutos, una *s* los segundos, &c. así como usamos de una *h* para indicar las horas; los signos °, ', "", &c. quedarán destinados para señalar únicamente las divisiones de círculo.

Una *C.* colocada delante del número de la tabla, indica que aquella página es continuacion del asunto ó tabla que contienen las antecedentes.

Quando no expreso lo contrario hago siempre uso del tiempo astronómico, á imitacion del almanaque náutico, suponiendo que el dia empieza á medio dia, doce horas despues que el dia civil, y contándolo hasta las 24 horas, ó hasta el siguiente medio dia.

Las longitudes geográficas se refieren al meridiano del Observatorio antiguo de Cádiz, segun es costumbre entre todos los Marineros Españoles, por estar construidas nuestras cartas para él. Conviene no confundirlo con el del Observatorio Real de la Isla de Leon, al que se necesita reducir las horas para los usos del almanaque: ambos meridianos distan entre sí 2185 ó 5'..22", que el de Cádiz está al O.

Los números de las páginas están en su parte inferior, entre paréntesis.

TABLA I.

Depresion de horizonte.

Esta tabla contiene la cantidad de la inclinacion del horizonte de la mar respecto al verdadero, segun la elevacion del ojo del observador sobre la superficie de la mar, medida en pies ingleses; en ella se ha atendido al influxo de la refraccion horizontal. La depresion se resta de las alturas tomadas en la mar con los instrumentos de reflexion, excepto quando la observacion se hace de espaldas con octante, en cuyo caso se ha de sumar. (*Nota 1.a*)

TABLA II.

Depresiones á diferentes distancias del observador.

Quando la tierra se interpone, y oculta el horizonte en el vertical de un astro, la depresion para aquel punto se puede hallar por esta tabla, respecto á la distancia del observador á él y su elevacion. Los Marineros, por su práctica, pueden casi siempre estimar esta distancia con la aproximacion suficiente; pero si se quiere que la depresion sea enteramente exácta, se procederá como sigue.

Dos observadores toman la altura del sol en el mismo instante, el uno desde la cofa, ó mas arriba si puede, y el otro en la cubierta debaxo de él. Se miden las elevaciones de los dos sobre la superficie de la mar. Se multiplica la diferencia de las alturas, reducida á minutos, por la elevacion menor en pies de Búrgos, y se parte el producto por la diferencia de las dos elevaciones, tambien en pies, lo que dará un primer cociente. Se multiplica la diferencia de ambas elevaciones por el número constante 0,259, y se parte el producto por la diferencia de las alturas, lo que dará un segundo cociente. La suma de ambos cocientes será la depresion en minutos, correspondiente al observador ménos elevado, ó la que debe substraerse á la altura menor.

Haciendo uso en esta operacion de la elevacion mayor, resultará la depresion que le corresponde, ó la de la mayor altura.

EXEMPLO.

Un observador en la cofa, estando elevado 99 pies sobre la mar, midió la altura del sol, que halló ser 41° 37'; al mismo tiempo otro en el pasamano, estando elevado 24 pies, midió la altura de 41°..25'.

Elev. en la cofa.	99 pies	Alt. obs. ☉	41°..37'	Dif. 75.
Elev. en el pasam.	24	Alt. obs. ☉	41.. 25	Dif. 12'
	12' X 24			
1.er cociente.	=		3'8	} Dep. en el pasam. - 5½
	75 X 0.259			
2.º cociente.	=		1,6	
	12			
Alt. del ☉ observada en el pasam. correg. de dep.			41..19½	

La depresion correspondiente al observador de la cofa se hubiera hallado ser 15'8 + 1'6 = 17'4. (*Nota 2.a*)

TABLA III.

Correcciones para el desvio.

El anteojo de los instrumentos de reflexi3n est1 colocado de modo que siempre se conserva paralelo 1 su plano; pero algunas veces no se puede observar el contacto de las im1genes en la direcci3n del eje de la visi3n, 3sto es, en el centro del objetivo. En estos casos el desvio de la visual se puede estimar 3 medir, y esta tabla da la correcci3n que se ha de restar al 1ngulo observado para obtener el verdadero.

TABLA IV.

Contracciones de los semidi1metros.

Quando el sol y la luna tienen poca altura, la refracci3n que padece el limbo inferior es mayor que la del superior, y aparece el di1metro vertical de estos astros algo menor que el horizontal, 1 quien las refracci3nes no afectan, y todos los dem1s di1metros obl3cuos quedan tambien proporcionalmente disminuidos. Esta correcci3n se subtrae del semidi1metro de altura, quando se quiere corregir con toda precisi3n las distancias lunares, para determinar la longitud. (Nota 3.a)

TABLA V.

Semidi1metros de altura de la luna.

El almanaque trae el semidi1metro horizontal de la luna, y con 3l y la altura aparente se halla 1 ojo en esta tabla el semidi1metro en altura. Para 3sto se busca la columna del semidi1metro horizontal, y se toma el n1mero de ella que corresponde al argumento mas pr3ximo 1 la altura aparente; 1 este n1mero se suman de memoria los segundos reservados, y se tiene el semidi1metro de altura.

EXEMPLO.

Sea la altura del m1rgen inferior de la luna $25^{\circ}..43'..13''$, y su semidi1metro horizontal $15'..48''$. Para $15'..40''$, de semidi1metro horizontal, y 26° de altura, da la tabla $15'..47''$; a1adiendo 1 3stos los $8''$ que se reserv1ron, se tendr1 el semidi1metro de altura $15'..55''$.

TABLA VI.

Correcciones (subtractivas) de las alturas aparentes del sol y estrellas.

Por un efecto de la refracci3n que los rayos de luz padecen al atravesar nuestra atm3sfera, los cuerpos celestes aparecen mas altos de lo que est1n en realidad, de una cantidad que es la mayor quando est1n en el horizonte, y disminuye gradualmente hasta desvanecerse en el zenit. Esta tabla da, en la primera columna, la correcci3n que por este motivo se ha de substraer de las alturas observadas de las estrellas.

La paralaxe del sol disminuye el efecto de la refracci3n, y la diferencia de ellas se manifiesta en la segunda columna, para aplicar de una vez el resultado de ambas correcciones 1 la altura del sol.

Las correcciones se hallan 1 ojo en la tabla, sin que en ellas quepa un segundo de error, y mas adelante se dar1n muchos ejemplos de su uso.

Las refracci3nes que da la tabla corresponden al estado medio de la atm3sfera, que determinan la altura de 29,6 pgs. del bar3metro ingles, y de 50 grados del term3metro de Fahrenheit. Para adaptarlas 1 qualquier otro peso y temperatura de la atm3sfera, se puede usar la siguiente regla.

R3stense los grados del term3metro de 450, y s1mense el logaritmo del residuo, el de la altura del bar3metro en pulgadas, el de la refracci3n media, y el logaritmo constante 5.92665 , y la suma, quitando 10 de la caracter3stica, ser1 el logaritmo de la refracci3n corregida.

EXEMPLO.

Estando el bar3metro en 30,7 pgs. y el term3metro en 35 grados, se busca la refracci3n correspondiente 1 $2^{\circ}..5'$ de altura.

	450		
Term3metro.	35		
Residuo.	415	Log.	2.61805
Bar3metro.	30,7	L.	1.48714
Refracci3n media.	18'..11''	L.	3.03782
		L. constante.	5.92665
Refracci3n corregida.	19..34	L. (suma)	3.06966

Por este estilo se pueden hallar las correcciones ex1ctas de las alturas aparentes del sol y estrellas, adaptando por la regla dada las correcciones medias tomadas en la tabla, al estado en que se halla la atm3sfera. La parte de la correcci3n que depende de la paralaxe del sol, no se halla sujeta 1 la misma alteraci3n; pero esta cantidad es tan peque1a que no merece atenci3n.

Quando se aspire á mucha exáctitud en el resultado, convendrá no dexar de corregir las refracciones medias respecto al estado del termómetro y barómetro, si las alturas son muy baxas, por exemplo menores de 10°; pero si las alturas son mayores de 20° no será esta atencion necesaria para los usos de la astronomia náutica.

TABLA VII.

Correcciones complementales (aditivas) de las alturas aparentes del sol y estrellas.

Esta tabla está dispuesta del mismo modo que la antecedente, y no requiere explicacion particular.

TABLA VIII.

Correcciones (aditivas) de las alturas aparentes de la luna.

La paralaxe horizontal de la luna se halla en el almanaque náutico. La paralaxe disminuye á proporcion que la altura aumenta, y hace aparecer la luna mas baxa de lo que está. La refraccion disminuye este efecto, porque obra en sentido contrario. La presente tabla da el resultado de estas dos correcciones, que se ha de sumar á la altura aparente de la luna, para obtener la verdadera.

Los números se hallan á la vista para el minuto mas próximo, y las partes proporcionales correspondientes á los segundos de paralaxe se manifiestan para cada seccion de dos grados, de modo que con solo añadirlos á los primeros se tiene la correccion que se busca.

En alturas baxas se puede adaptar á estas correcciones las del estado de la atmósfera, del modo siguiente: hállese la refraccion correspondiente á la altura dada, corregida de las equaciones de termómetro y barómetro (explicacion de la tabla VI.), y compárese con la refraccion media, que es la correccion de las alturas aparentes de las estrellas: la diferencia de ellas añadida ó quitada á la correccion de la tabla VIII, segun que la refraccion media sea mayor ó menor que la calculada, dará la correccion que se busca de la altura aparente de la luna.

Las partes de ésta y de la siguiente tabla que dependen de los mismos argumentos, se han impreso en páginas opuestas, de modo que se puede usar de las dos cada vez que se abra el libro.

TABLA IX.

Argumentos auxiliares para la tabla X.

La disposicion de esta tabla es semejante á la precedente, y su uso se diferencia solo en que requiere una correccion adicional, correspondiente á la altura del sol ó de la estrella, que se manifiesta en el canto de la página.

TABLA X.

Número I para la suma de alturas aparentes } y argumento auxiliar.
y Número III para la distancia aparente . . . }
Número II para la suma corregida de alturas
Número IV para hallar la distancia corregida.

Todos los números de esta tabla se dan, en dos páginas opuestas, para cada grado completo, cuyos minutos forman el argumento lateral. Los números I y III dependen de dos argumentos, pero solo necesitan partes proporcionales para los segundos del de arriba, que es el auxiliar, y éstas se hallan colocadas al lado de la columna de los minutos, refiriéndose á ellos como si fuesen segundos. Téngase presente que todas las partes correspondientes á los segundos son aditivas, y que se deben sacar aun quando el número de los segundos sea 0."

La ordenacion de los números IV para hallar las distancias corregidas, es semejante á la de los números II.

Todos los números se componen solo de cinco cifras, pero la primera se expresa solamente al principio de cada faxa ó seccion de cinco líneas, y tambien quando se muda. Muchas veces sucede, en los números I y III, que estas mutaciones se verifican en un punto intermedio de la misma línea. Esto se conoce quando otra cifra en un paréntesis sigue á la primera. Entónces, en el discurso de la línea, la segunda cifra del número, ó la primera de las quatro, cambia de 9 á 0, ó á la inversa. Las que están á la izquierda del punto en que se verifica este cambio corresponden á la primera cifra, y las que están á la derecha corresponden á la cifra del paréntesis.

EXEMPLOS.

Con la suma de alturas aparentes 67°..56', y el argumento auxiliar 19'..34'', se busca el número I.

Número I para 67°..56', y argumento auxiliar 19' 27917
Parte para 34'' 110

Número I buscado 28027

Con la distancia aparente 129°..2', y el argumento auxiliar 32'..0'', se busca el número III.

Número III para 129°..2', y argumento auxiliar 32' 19273
Parte para . . . 0'' 322

Número III buscado 19595

Con la suma corregida de alturas $84^{\circ}..43'..47''$, se busca el número II.

Número II para $84^{\circ}..43'$	09156
Parte para $47''$	63
Número II buscado	<u>09219</u>

Con el número IV 17014, en la página (107) ó las contiguas, se busca su correspondiente distancia corregida.

El número IV 16849	} Distancia corregida buscada $38^{\circ}..27'..55''$
17014	
Diferencia . . . 165 . . . á . . . 55''	

TABLA XI.

Correcciones substractivas de la paralaxe horizontal equatorial de la luna, por razon del aplanamiento terrestre.

En ésta y otras tablas en que considero la tierra como elipsóide, supongo que el exe del mundo es al diámetro del equador como 320 á 321; pero siendo esta atencion un mero objeto de curiosidad, poco útil en la práctica, reservo la explicacion de lo concerniente á estos cálculos para mi tratado de Pilotage. (N^o 4.^a)

TABLA XII.

Correcciones aditivas á las distancias lunares por causa del aplanamiento de la tierra.

TABLA XIII.

Logaritmos para calcular las correcciones que se han de restar á las distancias lunares, por razon del aplanamiento de la tierra.

TABLA XIV.

Logaritmos proporcionales.

Estos logaritmos proporcionales, inventados por el sábio Dr. Maskelyne, Astrónomo Real, tienen su peculiar aplicacion para hallar la hora verdadera en el meridiano del almanaque, por la distancia observada de la luna al sol, ó á una estrella. El argumento superior contiene los grados y minutos, y el lateral los segundos, y ambos sirven para círculo ó tiempo. Asi el logaritmo proporcional de $6^{\circ}..9'..27''$, ó $6h..9m..27s$, es 127984.

TABLA XV.

Logaritmos de los números naturales.

Tiene ésta tabla dos argumentos, uno para los números naturales, y otro para los grados ú horas, minutos y segundos; por medio de éste se puede hallar con brevedad el logaritmo de un número qualquiera de segundos contenido en una expresion menor de $2^{\circ}..50'$ ó $2h..50m$.

Para componer el número que se busca se han de juntar las cifras de la cabeza de cada columna con el argumento lateral. Las horas ó grados están señalados en lo alto de cada página. De este modo se hallará que 3.94086 es logaritmo del número 8727, como de $2^{\circ}..25'..27''$ ó $2h..25m..27s$.

Esta tabla facilita los cálculos de las expresiones sexâgesimales, ahorrando la incomodidad de reducir los grados ú horas, y minutos, á segundos.

Quando se necesiten logaritmos de números excedentes á 10199, se pueden tambien hallar por medio de esta tabla, del modo siguiente: tómesese en la tabla el logaritmo correspondiente á las quatro primeras cifras del número dado, y su diferencia con el siguiente. Multiplíquese ésta por el excedente del número dado sobre quatro cifras, y quitando del producto la última cifra, si el número dado consta de 5, ó las dos últimas, si consta de 6 &c. (aumentando de una unidad la última cifra que queda, si las suprimidas son mas de 5 ó 50) el resultado será lo que se ha de añadir al primer logaritmo para obtener el que se busca; además se añadirá una unidad á la característica en el primer caso, dos en el segundo, &c.

Por exemplo si se busca el logaritmo de 32979, se hallará que el logaritmo de 3297 es 3.51812, y la diferencia entre éste y el siguiente 13, que multiplicada por 9 da 11.7 ó 12, que se ha de añadir al primer logaritmo para tener el que se busca 4.51824.

He insertado en la tabla la característica de los logaritmos por razon de las sexâgesimales; pero por lo demás era excusado expresarla, pues siempre es igual al número de cifras de que se componen los enteros del número dado, ménos una. Por esta regla se conoce á primera vista que la característica del número dado debe ser 4; pero si dicho número fuese 3297.9 seria su característica 3; el logaritmo de 2714 es 3.43361, pero el de 271.4 es 2.43361.

TABLA XVI.

Logaritmos de los senos, cosenos, secantes y cosecantes, versos, covertos, suversos y sucovertos.

Adviértase que lo que para mayor brevedad llamo yo aquí logaritmos versos, covertos, &c. son los lo-

garitmos de la mitad del seno verso, la mitad del coseno verso &c. que he hallado de mucha utilidad para facilitar los cálculos de la astronomía náutica.

Esta tabla tiene dos argumentos, uno en partes de círculo y otro en tiempo, que se extienden hasta 180° ó 12h.

Los argumentos seno, coseno, &c. se refieren al grado y hora que se hallan marcados en la misma línea, en lo alto ó bajo de las columnas laterales. *

Los minutos de tiempo se expresan solo una vez, al principio de cada faxa de cinco líneas, en el renglon superior del argumento de la izquierda, y en el inferior del argumento de la derecha.

En línea seguida con cada minuto de grado, ó quatro segundos de tiempo, de argumento lateral, están los logaritmos senos, cosenos, &c. para cada 15'' ó 1s intermedios; pero las primeras cifras solo se expresan una vez, al principio de cada faxa, un poco separadas de las demas; y las cifras restantes que están en las otras columnas, se agregan á las primeras, segun los argumentos, para formar los logaritmos que se buscan. Si acaece en una línea, en la primera cifra de las tres últimas, un cambio de 0 á 9, ó á la inversa, se coloca un asterisco á la parte de fuera para denotarlo; en cuyo caso las cifras primeras mas altas se han de usar ántes, y las bajas despues, del parage donde dicho cambio se verifica. Por exemplo, en la página (416), el logaritmo seno de 14°..12'..30'' es 9.38996, y el logaritmo seno de 14°..12'..45'' es 9.39008.

Quando el cambio sucede en la primera línea de la página, la precedente primera cifra ó cifras se colocan en la misma línea, delante del asterisco; y quando el cambio está en la última línea, las primeras cifras siguientes se colocan allí, entre paréntesis, y delante del asterisco. Por exemplo en la página (382) el logaritmo seno de 0°..0'..15'' es 5.86167, y el logaritmo seno de 0°..0'..30'' es 6.16270; y en la página (395), el logaritmo verso de 6°..59'..15'' es 7.56980, y el logaritmo verso de 6°..59'..30'' es 7.57032.

Con la inspeccion de esta tabla se ve que cada logaritmo corresponde á quatro argumentos en partes de círculo, y otros tantos en tiempo. Asi en la página (428), el número 9.96285 es el logaritmo coseno de 23°..21'..45'', ó 1h..33m..27s, el logaritmo seno de 113°..21'..45'', ó 7h..33m..27s, el logaritmo seno de 66°..38'..15'', ó 4h..26m..33s, y el logaritmo coseno de 156°..38'..15'', ó 1ch..26m..33s. Al tomar el arco que corresponde á un logaritmo seno, coseno, &c. dado, se elegirá la expresion mas adecuada al objeto del cálculo.

Los dos argumentos de esta tabla ofrecen un modo muy fácil de convertir grados, minutos y segundos de círculo, en horas, minutos y segundos, &c. de tiempo, y á la inversa. Los segundos de círculo excedentes de las quincenas, se reducirán con facilidad á terceros de tiempo multiplicándolos por 4, lo que puede hacerse de memoria. Quando terceros de tiempo se hayan de reducir á segundos de círculo no habrá mas que sacar la quarta parte de ellos.

Por exemplo, redúzcanse á tiempo 133°..27'..58''

133°..27'..45''	.....	= 8h..53m..51s. Ot
13	..... (4 X 13)	= 52
<hr/>		
133°..27'..58	.....	= 8..53..51..52.

Redúzcanse 5h.14m.31s.49t á partes de círculo

5h.14m.31s	.....	= 78°..37'..45''
49t	..... (49)	= 12
<hr/>		
5..14..31..49	.....	= 78..37..57

TABLA XVII.

Para convertir signos en grados ó horas.

TABLA XVIII.

Para convertir segundos de círculo en segundos y decimales de tiempo.

TABLA XIX.

Para convertir decimales de un segundo de tiempo en segundos y decimales de círculo.

El objeto de las tres tablas antecedentes es facilitar la reduccion de las partes de círculo á tiempo, y á la inversa, quando los números contienen signos ó decimales de segundo, tanto de círculo como de tiempo.

TABLA XX.

Diferencia entre la altura meridiana del sol, y la que tiene un minuto ántes ó despues de medio dia.

Esta tabla no se debe usar en los parages señalados con asterisco.

Al sacar los números se puede usar de partes proporcionales, del modo siguiente.

* Los argumentos laterales de la izquierda para minutos de círculo, y para sus correspondientes minutos y segundos de tiempo, se han de usar con los respectivos argumentos de la cabeza de la página para los grados y horas; y los argumentos laterales de la derecha con los del pié de la página.

EXEMPLO.

Latitud N. 14°..46'	Declinacion del ☉ N. 4°..37'..15"	
Para 14° de latitud y 4° de declinacion	}	11''0
de la misma especie		
Dif. para 1° de lat.—1''1 (60':1''1::46: x)	Parte prop.—0''8	} 0, 1
Dif. para 1° de decl. +1, 2 (60:1, 2::37: x)	Parte prop. +0, 7	
Diferencia que se busca		10, 9

TABLA XXI.

Multiplicadores para el uso de la tabla antecedente.

Esta tabla no necesita explicacion. Para 7m..28s de intervalo el multiplicador es 55,8

TABLA XXII.

Catálogo de las estrellas principales.

Las ascensiones rectas y declinaciones de las principales estrellas, hasta el número de 60, (las mismas que se diéron en las tablas auxiliares del Dr. Maskelyne) se han determinado para el principio del año de 1800, y se pueden reducir á qualquier época por medio de las variaciones anuales. Los signos + ó — puestos á cada variacion significan que se han de añadir ó quitar para los años siguientes. Pero si las situaciones de las estrellas se necesitan para una época anterior á 1800, se aplican estas variaciones con signo contrario.

EXEMPLO.

Se pide la ascension recta y declinacion de la estrella Régulo, colocada en el corazon del Leon, el 3 de Septiembre de 1812.

Desde el principio de 1800 hasta el 3 de Septiembre de 1812, van 12 años y 9 meses; ésto es $12\frac{9}{12}$ años.

Ascension recta para 1800	9h..57m..42s38
Variacion anual + 3s212 $\times 12\frac{9}{12} = 40s953$	+40,95

Ascension recta pedida	9..58..23,33.
----------------------------------	---------------

Declinacion para el principio de 1800	12°..56'..25" N.
---	------------------

Variacion anual—17''19 $\times 12\frac{9}{12} = 219''18$	— 3..39
--	---------

Declinacion pedida	12..52..46 N.
------------------------------	---------------

TABLA XXIII.

Aceleracion de las estrellas fixas en tiempo medio.

Con el auxilio de esta tabla se puede convertir tiempo sidéreo en tiempo medio é inversamente. Con la aceleracion diaria se puede determinar la marcha de un cronómetro, por los pasos observados de una estrella fixa por el meridiano, segun una operacion muy sencilla que se explica en el problema XIX.

TABLA XXIV.

Circunstancias en que es ventajoso observar la altura del sol para hallar la hora verdadera.

La observacion mas favorable para hallar la hora verdadera es la de la altura del sol quando está en el vertical primario, ó en sus inmediaciones. El primer caso se verifica quando la latitud es de la misma especie y mayor que la declinacion. La presente tabla manifiesta lo que dista del medio dia el instante mas ventajoso para la determinacion de la hora, y puede guiar en la eleccion de observaciones. Suponiendo, por exemplo, que la embarcacion está en 27° de latitud N, y que la declinacion del sol es 12° N, se hallará que la altura se ha de tomar á 4h..21m ántes ó despues de medio dia, ésto es á las 4h..21m de la tarde, ó á las 7h..30m de la mañana.

Esta tabla se refiere únicamente á las circunstancias de ser la latitud y la declinacion del sol de la misma especie. En otros casos el sol se acerca lo mas al vertical primario quando está en el horizonte; pero como la incertidumbre é irregularidades de las refracciones son entónces muy considerables, se aconseja no observar la altura miéntras el sol está ménos elevado sobre el horizonte de 3° á 4°.

TABLA XXV.

Diferencias entre 6h y la mitad del tiempo de la apariencia diurna del sol sobre el horizonte.

La hora civil de salir y ponerse el sol se halla por medio de estos arcos. Quando la declinacion es de la especie del polo elevado, el complemento á 6h del arco de la tabla es la hora de salir, y el mismo arco au-

mentado de 6.h es la hora de ponerse. Quando la declinacion es de la especie del polo depresso se verifica lo contrario.

Por exemplo en la latitud N. 20.º, siendo la declinacion del sol 16º N, es el arco de la tabla 0h..24m; por consiguiente la hora de salir el sol es 5h..36m y la de ponerse 6h..24m. Y en la latitud S. 44º, siendo la declinacion del sol 18.º N, el arco de la tabla es 1h..13m; por consiguiente la hora de salir es 7h..13m y la de ponerse 4h..47m.

La duracion del dia y de la noche, no contando con el crepúsculo, ésto es, el tiempo que el sol está sobre el horizonte ó debajo de él, se deducirán fácilmente, pues la duracion del dia será igual al duplo de la hora de ponerse el sol, y la duracion de la noche al duplo de la hora de salir.

Asi en el último de los exemplos precedentes la duracion de la noche será 14h..26m, y la del dia 9h..34m (Nota 5.a).

El uso de esta tabla con los argumentos mas próximos á los datos, será suficiente para los usos generales de la navegacion. Si se quiere mas exáctitud se puede hacer el cálculo segun las reglas del problema III, lo que es mas facil que tomar partes proporcionales para los minutos y segundos de latitud y declinacion.

Las horas de salir y ponerse de una estrella, ó de qualquier otro cuerpo celeste, se pueden hallar tambien por medio de esta tabla; pero no es mi objeto entrar en los pormenores de estos cálculos.

TABLA XXVI.

Amplitudes del sol.

El uso de esta tabla no requiere mucha explicacion. La amplitud ortiva del sol se cuenta desde el E, y la occidua desde el O, y ambas hácia el N. ó hácia el S, segun la especie de la declinacion.

Por exemplo la amplitud ortiva del sol en la latitud N. 21º, siendo su declinacion 6º N, será E. 6º..25' N.

La declinacion del sol se halla en el almanaque náutico para la hora de su orto y ocaso en qualquier parte (véase el problema I.), y con ella y la latitud se averiguará por este estilo fácilmente la amplitud. Esta resulta para el instante en que el sol está en el horizonte verdadero, y no en el de la mar. Para hacer uso de ella con el fin de averiguar la variacion de la aguja, se ha de marcar con ésta la amplitud del centro del sol, quando su limbo inferior aparezca elevado sobre el horizonte un espacio algo excedente al de un semidiámetro. La comparacion entre la amplitud marcada y la hallada en la tabla, dará la variacion de la aguja, con suficiente exáctitud para los usos generales del pilotage.

Supongamos, por exemplo, que para la situacion y hora del cálculo antecedente, la amplitud marcada del modo expresado fuera

Amplitud verdadera por la tabla	E. 19º..3' N.
Variacion de la aguja	E. 6..25 N.
	12..38 NE.

Conviene usar de esta tabla quando las amplitudes se buscan para el grado justo de latitud y declinacion. Pero quando, para operar con exáctitud, no se quiere despreciar los minutos de estos dos argumentos, en vez de tomar partes proporcionales, será mas conveniente calcular la amplitud por logaritmos, por la fórmula que se dá en el problema IV.

TABLA XXVII.

Equaciones para el medio dia determinado por las alturas correspondientes.

La marcha de un péndulo, ó reloj, se puede determinar observando el sol en la misma altura, en la mañana y tarde. Para ésto se saca el promedio de sus horas en ambas observaciones, que se llama medio dia aproximado; y á éste se aplica una correccion para deducir la hora que señalaba dicho reloj ó péndulo en el momento de ser medio dia verdadero. Esta equacion se halla fácilmente en la presente tabla.

La equacion está dividida en dos partes, y ambas tienen por argumento la longitud del sol, que se ha de buscar ántes en el almanaque náutico, y el intervalo ó tiempo corrido entre las observaciones: la primera parte, además, se ha de multiplicar por la tangente de la latitud del lugar, partiendo el producto por el radio. Los signos puestos al frente de cada faxa manifiestan si la parte á que corresponden se ha de sumar ó restar al medio dia aproximado, para obtener el medio dia verdadero; pero si la observacion se hace en el hemisferio del S, se cambia el signo á la primera parte de la equacion. Un exemplo aclarará estas reglas.

EXEMPLO.

El 19 de Enero de 1812 (tiempo civil) se hizo la observacion siguiente en el castillo de S. Juan de Ulúa de Veracruz, situado en latitud N. 19º..12'..17", y longitud O. de Cádiz 89º..51'..16", para hallar el estado absoluto del cronómetro de Pennington n.º 465, con dos sextantes * y un horizonte artificial.

Apulsos en	Horas de la mañana	Horas de la tarde	Intervalos	Medios dias aprox.
39º..27'..37"	2h..27m..45s	10h..23m..55s	7h..56m..10s	6h..25m..50s
2	29..5	22..35	53..30	50
42..56..3	30..26,5	21..15	50..48,5	50,7
2	35..56	15..44,5	39..48,5	50,2
	37..16,5	14..24,5	37..8	50,5
	38..37	13..3,5	34..26,5	50,2
Sumas			271..52,0	1,8
Intervalo medio			7..45..18,7	

* Con la idea de no mover sus índices, pero se puede hacer con uno solo moviéndole.

Medio día aproximado en el cronómetro 6h..25m..50s30.

Hora en la Isla 6h..00m, día 19. Longitud del ☉ 9 signos 28°,6.

<u>Longitudes ☉</u>	<u>Intervalos.</u>	<u>1.a parte.</u>	<u>Dif.</u>	<u>2.a parte.</u>	<u>Dif.</u>
9°..25°	7h..40m	8,36		1873	
10..00	7..40	9,82	+ 1,46	1,93	+ 0,20
9..25	8..00	8,50	+ 0,14	1,63	- 0,10
5° : + 1°46::3°,6 : + 1805				5° : + 0°20::3°,06 : + 0 14	
20m : + 0,14::5m. : + 0,03				20m : - 0,10::5m : - 0,02	
		+ 1,08			+ 0,12
		8,36			1,73
Para 9°..28°,6 y 7h..45m. 1.a parte		- 9,44		2.a parte - 1,85	
Logaritmo 1.a parte		0,97497			
Log. seno de la latitud		9,51711			
Log. secante de la latitud		0,02487			
Log. 1.a parte correg.	(suma)	0,51695			- 3,29
Equacion total					- 5,14
Medio día aproximado				6h..25m..50,30	
Medio día verdadero en el cronómetro.				6.. 25.. 45,10	

TABLA XXVIII.

Para convertir tiempo medio en partes de equador.

Esta tabla puede servir para reducir á grados &c. de círculo, las horas, minutos, &c. de un péndulo ó cronómetro, que está arreglado al tiempo medio.

TABLA XXIX.

Valor, en minutos de equador, de un grado de los respectivos paralelos en la esfera y elipsóide.

TABLA XXX.

Valor en minutos del equador de cada grado de latitud en la elipsóide, y de la porcion de meridiano comprendida entre el equador y los respectivos paralelos.

Estas tablas no necesitan explicacion por ahora.

TABLA XXXI.

Distancia del horizonte visible de la mar al observador, respecto á su elevacion sobre el agua, y á otros objetos, segun la cantidad que tienen depresa debajo del mismo horizonte.

Esta tabla sirve para hallar la distancia de un buque á qualquier otro objeto, cuya cantidad depresa debajo del horizonte sea conocida. Supongamos, por exemplo, que un observador en el alcázar de una embarcacion, estando elevado sobre el agua 19 pies, empieza á ver la luz de una linterna, cuya elevacion sobre la superficie de la mar, ó parte depresa debajo del horizonte, sabe que es de 77 pies; y queriendo averiguar la distancia á que está de ella operará del modo siguiente.

Distancia para 19 pies de Búrgos = 17 pies ingleses	4,735 millas
Distancia para 77 p. b. = 70 p. i.	9,609
Distancia que se busca (suma)	14,344

Si la base del objeto está en el horizonte de la mar, la distancia del observador á él será la correspondiente á su elevacion.

TABLA XXXII.

Correcciones que se han de aplicar al establecimiento de un puerto, para hallar la hora de la pleamar en qualquier día intermedio entre el novilunio y plenilunio.

Con el auxilio de esta tabla se puede hallar la hora de la pleamar para qualquier día, en un puerto ó parage de establecimiento conocido. Para ésto se reduce la hora de la fase mas inmediata de la luna en la Isla, que trae el almanaque, al meridiano del lugar de que se trata, sumándole ó restándole la diferencia de lon-

gitud en tiempo. Con el intervalo entre esta hora reducida y el dia dado, se buscará en la tabla la correccion que se ha de aplicar á la hora del establecimiento, para obtener la hora aproximada de la pleamar del dia dado. * Y aplicando de nuevo á la hora del establecimiento la correccion correspondiente al intervalo entre la hora reducida de la fase y dicha hora aproximada, resultará la hora astronómica de la primera pleamar en aquel dia.

Para hallar la hora de la segunda pleamar, se aumenta ó disminuye de 12h. el último intervalo, segun que el dia propuesto caiga ántes ó despues de la fase; y aplicando como ántes la correccion correspondiente, á la hora del establecimiento, se tendrá la hora de la segunda pleamar. (Nota 6.a)

EXEMPLO.

Se quiere hallar la hora de la primera y segunda pleamar en Puerto Praya, en la isla de Santiago, el 2 de Agosto de 1812.

	d h m
Hora del último cuarto de la luna en la Isla, Julio.	30..11..52
Longitud de Puerto Praya O. $17^{\circ}..13'$ =	-1.. 9
<hr/>	
Hora del último cuarto en Puerto Praya.	30..10..43
Dia dado.	2
<hr/>	
Intervalo despues del último cuarto.	2..13..17
Correccion para este intervalo.	+ 8..18
Establecimiento de Puerto Praya	11..00
<hr/>	
Suma.	2..19..18
	- 12.. 0
Hora aproximada de la pleamar, Agosto.	2.. 7..18
Hora del último cuarto, Julio	30..10..43
<hr/>	
Intervalo despues del último cuarto.	2..20..35
Correccion para este intervalo.	+ 8..38
Establecimiento.	11.. 0
<hr/>	
Suma.	19..38
	- 12
Hora pedida de la primera pleamar.	7..38
Intervalo despues del último cuarto, aumentado de 12h	3.. 8..35
Correccion para este intervalo aumentado.	+ 9.. 8
Establecimiento.	11.. 0
<hr/>	
Hora pedida de la segunda pleamar.	20.. 8

TABLA XXXIII.

Latitudes y longitudes de los lugares.

Está copiada de la última edicion de las tablas auxiliares del Dr. Maskelyne. Contiene las latitudes de los lugares, con sus longitudes en grados y horas, contadas del meridiano del Observatorio Real de Greenwich (Nota 7.a) : como tambien los establecimientos de las mareas en todos los parages que los tienen determinados.

TABLA XXXIV.

Diferencias de latitud y apartamientos para quartas de rumbo, y quartas partes de quarta.

Esta tabla y la siguiente son muy conocidas, y forman lo que los navegantes llaman *tablas de diario*. El plan que me he propuesto no me permite entrar en la explicacion de sus usos en el pilotage. He extendido la distancia hasta 480 millas.

A la cabeza y al pié de esta tabla he puesto el valor correspondiente de las quartas y sus quartas partes, en grados, minutos y segundos, para facilitar la reduccion. Por exemplo, en la página (528) se vé que 1 quarta y $\frac{1}{4}$ es igual á $14^{\circ}..3'..4''$, y $6\frac{1}{4}$ quartas son iguales á $75^{\circ}..56'..15''$.

* Las correcciones de la tabla son substractivas en las columnas anteriores al novilunio y plenilunio; en todas las demas son aditivas.

TABLA XXXV.

Diferencias de latitud y apartamientos para los grados de rumbo.

A los argumentos de esta tabla he añadido la expresion en tiempo de cada ángulo de rumbo, considerado como horario, en disposicion que alcance de 0^h á 24^h, con la idea de facilitar el cálculo de latitud por la altura de la estrella polar. (Nota 8.)

TABLA XXXVI.

Partes meridionales.

Se dan para todos los minutos del cuadrante, añadiendo dos decimales á los números acostumbrados, para las aplicaciones que requieren mucha exáctitud.

TABLA XXXVII.

Latitudes reducidas, para usarlas como argumento en la tabla antecedente, quando las partes meridionales se quieran en la elipsóide.

Las partes meridionales de la tabla antecedente están calculadas bajo la suposicion de que la tierra es esférica. Si se desea buscar las correspondientes á la elipsóide, se tomarán en esta tabla las latitudes reducidas, que se han de usar como verdaderas para hallarlas en la tabla XXXVI. *

Por exemplo, si se quiere buscar las partes meridionales correspondientes á 28°..43' en la elipsóide, se hallará primero la latitud reducida en la tabla XXXVII, que es 28°..33'..58'', con la qual se buscarán las partes meridionales en la tabla XXXVI, que son 1789,73.

TABLA XXXVIII.

Partes de las variaciones en 24^h y 12^h, proporcionales á otros intervalos.

Los elementos de los movimientos del sol y de la luna, que contiene el almanaque náutico, están determinados para el medio dia, ó para el medio dia y media noche de cada dia en la Isla, ésto es, para cada 24^h ó 12^h. Para reducir aquellos elementos á qualquier época intermedia, se les debe aplicar partes proporcionales de las variaciones, que se hallan fácilmente con esta tabla, respecto á las variaciones ó intervalos.

Los argumentos altos, que contienen los intervalos, y las expresiones equivalentes en grados y minutos de longitud, se han de usar para las variaciones que se verifican en 24^h; es decir para los elementos que las efemérides dan solo para medio dia, como la ascension recta y declinacion del sol, &c. Los intervalos contenidos en los argumentos bajos, se deben usar para las variaciones que se verifican en 12^h, como la ascension recta y declinacion de la luna, su paralaxe horizontal, &c.

La variación ó argumento lateral tiene tres signos sexâgesimales, de modo que se puede tomar para grados, minutos ó segundos; y la cabeza de cada columna contiene tres filas de signos correspondientes, de las quales la alta, la media y la baja se han de usar con los signos que tiene la variacion que está en igual situacion relativa. De este modo en la página (594), para 1^h de intervalo en 24^h, da la tabla 1°..2'..30'' si la variacion es de 25°, ó 1'..2''..30''' si la variacion es de 25', ó 1''..2'''..30iv si la variacion es de 25''. Y en la página (602), para 47^m de intervalo en 24^h, la parte proporcional es 1°..8'..32''..30''' , ó 1'..8''..32'''..30iv, ó 1''..8'''..32iv..30v, segun la variacion sea 35°, ó 35', ó 35''. Pero los quartos &c., se pueden siempre despreciar, añadiendo uno á los terceros, si son mas de 30v, y asi estos números serán 1°..8'..32''..30''' ; 1'..8''..32''' ; 1''..9'''

La parte proporcional para qualquier variacion dada, se puede determinar con facilidad, tomando separadamente los números de la tabla para los grados, los minutos y los segundos, y sumándolos todos. Suponiendo, por exemplo, que se quiere buscar la parte proporcional para 49^m de intervalo, siendo la variacion 46°..39'..45'' en 24^h, se hallará en una misma columna, como sigue:

	Variacion.	
Para 49 ^m de intervalo, y	{ 46°	1°..33'..55''..00'''
	{ 39'	1..19..37
	{ 45''	1..32
Parte proporcional		<u>1..35..16..9.</u>

Los terceros se pueden siempre omitir en la suma, añadiendo uno á los segundos si son mas de 30''; á cuya circunstancia se atenderá al tiempo de escribir los números, omitiendo los terceros. En cuyo caso la parte proporcional hallada será 1°..35'..16''.

Los argumentos de las dos primeras páginas de la tabla contienen los intervalos para cada hora, respecto á las variaciones en 24^h, y para cada media hora, respecto á las variaciones en 12^h; los intervalos de las otras páginas son minutos para 24^h, y medios minutos para 12^h. De este modo el intervalo dado puede com-

* Se ha calculado esta tabla suponiendo el aplanamiento de $\frac{1}{230}$, sobre el principio demostrado por el sábio Mr. Delambre, en el Conocimiento del tiempo para el año XIII.

ponerse de estos dos argumentos, sacando sus números, y sumándolos juntos, para obtener la parte proporcional buscada. Por ejemplo, si el intervalo es 17h..49m, y la variación en 24h 49°, tendríamos:

Variación.	
Para el intervalo de { 17 ^h 49 ^m } y ... 49°	34°..42'..30''..0''' 1..40..2..30
Parte proporcional	36..22..32

Por la explicación dada, ó por la mera inspección de la tabla, se vé como se pueden hallar las partes proporcionales para cualquier intervalo y variación. Los ejemplos siguientes aclararán aun mas este procedimiento. Adviértase, además, que aunque para evitar confusión en la tabla, los signos sexagesimales contenidos en ella se han referido solo á las divisiones de círculo, se puede usar tambien de ella para variaciones expresadas en tiempo, con solo mudar los grados en horas, y tomar los minutos de grado como minutos de tiempo &c.

Los números de la tabla se refieren á la división sexagesimal, pero algunas veces los segundos están divididos en décimos, en lugar de terceros; en cuyo caso será fácil reducir de memoria el número de terceros hallado en el resultado á décimos de segundo, sacando su sexta parte, lo que se puede continuar, si se quiere, hasta obtener centésimos, &c. de segundo. Por ejemplo, 51 se pueden convertir en 0.81, ó 0.808, &c.

Quando la variación de que se ha de hallar parte proporcional contiene décimos de segundo, como sucede en la longitud del sol y en la equación de tiempo, se pueden reducir fácilmente á sexagesimales de memoria, multiplicándolos por seis. Por ejemplo, quando se haya de buscar la parte de la variación para 16s8, se buscará para 16s..48t. Y los demas decimales se pueden reducir del mismo modo, multiplicándolos siempre por seis, y quitando la última cifra del producto si hay centésimos de segundo, dos cifras si hay milésimos, &c. Por ejemplo, 21s53 equivalen á 21s..32t.

EJEMPLO 1.º

Con la variación 3°..29'..54'' en 24h, y el intervalo 21h..43m, se busca la parte proporcional.

Variación.	
Para 21h de intervalo, y . . .	3° 2°..37'..30''..0''' 29' 25..22..30 54'' 47..15
Para 43m de intervalo, y . . .	3° 5..22..30 29' 51..57 54'' 1..37
Parte proporcional	3..9..56

EJEMPLO 2.º

Variación en 24h, 4h..56m..18s, intervalo 13h..27m.

Variación.	
Para 13h de intervalo, y . . .	4h 2h..10m..00s..0t 56m 30..20..0 18s 9..45
Para 27m de intervalo, y . . .	4h 4..30..00 56m 1..3..0 18s 20
Parte proporcional	2..46..3..5
ó	2..46..3,1

EJEMPLO 3.º

Variación en 12h, 7°..32'..24'', intervalo 9h..51m.

Variación.	
Para 9h..30m de intervalo, y . . .	7° 5°..32'..30''..0''' 32' 25..20..0 24'' 19..0
Para 51m de intervalo, y	7° 12..15..0 32' 56..0 24'' 42
Parte proporcional	6..11..21

EXEMPLO 4.º

Variacion en 24h 18^s9, intervalo 19h..35m

	Variacion.	
Para 19h. de intervalo, y	{ 18 ^s	14s..15t.
	{ 54 ^t	43
Para 35m. de intervalo, y	{ 18 ^s	26
	{ 54	1
Parte proporcional		<hr/> 15..25
		<hr/> 15,4

Las partes proporcionales de las variaciones en 24h, para los segundos de intervalo, se pudieran hallar usando de dichos segundos de intervalo como de los minutos, y reduciendo los signos sexagesimales de la cabeza de las columnas á inmediata menor denominacion; pero se necesitarán rara vez. Aun los segundos de las variaciones se pueden despreciar en muchos casos, tomando las partes proporcionales solamente para los grados ú horas y minutos.

TABLA XXXIX.

Equaciones de las segundas diferencias para 12h.

Las variaciones de la ascension recta y declinacion de la luna, &c. no siendo uniformes, quando se usa en ellas de partes proporcionales, es necesario, ademas, aplicar una equacion por la segunda diferencia, que es la diferencia de las primeras diferencias. Esta equacion se aplicará con el mismo signo de la parte proporcional, ó con el contrario, segun que las variaciones disminuyan ó aumenten.

Los números para los minutos y segundos que no están en el argumento, se hallarán tomándolos primero para las decenas y despues para las unidades, y sumándolos. Así para 9h..10m despues de medio dia, y 16' de segunda diferencia, la correccion es 54''1 + 32''5 = 1'..26''6.

(Faint, illegible table content)

EXEMPLO 2.º

(Faint, illegible table content)

EXEMPLO 3.º

(Faint, illegible table content)

PROBLEMAS Y EJEMPLOS.

PROBLEMA I.

Conocida la longitud de un buque, hallar la ascension recta, declinacion, &c. del sol ó de la luna, para qualquier hora en aquel meridiano, por medio del almanaque náutico.

1. Redúzcase la longitud á tiempo, y segun sea oriental ú occidental, réstese ó súmese con la hora dada, para tener la hora reducida al meridiano de la Isla. Si la suma es mayor de 24h, el exceso será la hora correspondiente en la Isla el siguiente dia. Quando la longitud, aunque mayor, se ha de restar de la hora dada, se aumenta ésta de 24h, y el residuo será la hora correspondiente de la Isla el dia anterior.

2. Tómese en el almanaque náutico la ascension recta, declinacion &c. para el medio dia ó media noche anterior mas inmediato y la variacion para las 24h ó 12h siguientes, que es la diferencia entre el dato tomado, y el del siguiente medio dia ó media noche.

3. Con esta variacion, y la hora reducida, (que para los elementos de la luna se ha de disminuir de 12h, si pasa de ellas), se hallará en la tabla XXXVIII, usándola como intérvalo, la parte proporcional. Esta añadida ó quitada á la precedente declinacion, ascension, &c. producirá la que se busca.

4. Quando se quiera hallar la declinacion del sol, ó su ascension recta &c, para el medio dia abordo, no será preciso reducir la hora; y la parte proporcional de la variacion se hallará de una vez, usando del argumento superior como grados y minutos de círculo. Para ésto bastará sacar la declinacion para el mismo medio dia, y la variacion en las 24h precedentes si el buque está al E, ó en las siguientes si está al O, poniéndole su signo respectivo. Despues se hallará la parte proporcional, tomando la diferencia de longitud en el argumento alto, y ésta se aplicará á la declinacion del almanaque, con el mismo signo de la variacion.

NOTA.

El semidiámetro del sol se expresa en el almanaque de seis en seis dias, y para los intermedios, por la pequeñez de sus variaciones, se puede tomar á ojo sin error de 1." Por exemplo el semidiámetro del sol el dia 11 de Octubre de 1812 se hallará ser de 16'.4"

EJEMPLO 1.º

Se busca la declinacion del sol para el medio dia del 3 de Febrero de 1812, estando en longitud O. 113º.34'.

Declinacion del ☉ el 3 de Febrero á medio dia en la Isla . . .	16º.45'.20"S.	
Variacion en las 24h siguientes — 17'.36"		} — 5.33
Parte proporcional para 113º.34' de longitud		
Declinacion pedida	16.39.47 S.	

EJEMPLO 2.º

Dia 16 de Junio de 1812, á las 4h.27m.50s, en longitud E. 93º.18'. Se pide la ascension recta del sol.

Hora abordo, el 16 de Junio	4h.27m.50s	
Longitud E. 93º.18' =	6.13.12	
Hora en la Isla, el 15	22.14.38	
Ascension recta del ☉ el 15 á medio dia en la Isla	5.34.31,5	
Variacion en 24h, + 4m.9.18. Parte prop. á 22h.15m, 3m.51s.7t =	+ 3.51,1	
Ascension recta pedida	5.38.22,6	

EJEMPLO 3.º

El 1.º de Enero de 1812, á las 11h.35m.41s, en longitud O. 71º.23', se pide la paralaxe horizontal de la luna.

Hora abordo, dia 1.º	11h.35m.41s	
Longitud O 71º.23' =	+4.45.32	
Hora reducida.	16.21.13	
Paralaxe horizontal de la luna, el 1.º á media noche en la Isla	54'.58"	
Variacion en 12h, — 12". Parte proporcional á 4h.21m	— 4.	
Paralaxe horizontal pedida.	54.54	

EXEMPLO 4.º

El 7 de Octubre de 1812, en longitud E. 57º.36', á las 17h.46m, se pide la equacion de tiempo.

Hora abordo, dia 7	17h.46m
Longitud E. 57º.36' =	3..50
<hr/>	
Hora reducida.	13..56
<hr/>	
Equacion de tiempo, el 7, á medio dia, en la Isla	12m.9s2
Variacion en 24h, +1534 ó 16s.24t. Parte prop. á 13h.56m, 9s.31t =	+ 9,5
<hr/>	
Equacion de tiempo pedida	12..18,7

EXEMPLO 5.º

Dia 4 de Marzo de 1812. Longitud E. de Cádiz 6º.4'. Hora abordo 20h.16m. — Se pide la declinacion de la luna.

Hora abordo dia 4	20h.16m
Longitud E. 6º.4' =	— 24
<hr/>	
Hora en la Isla	19..52.
<hr/>	
Declinacion de la ☾ el 4 á 18h en la Isla	15º.18'S.
Variacion en 6h + 33'. Parte proporcional á 1h 52m.	+ 10..17"
<hr/>	
Declinacion de la luna	15..28..17 S.

NOTA.

En el almanaque Español, donde la declinacion de la luna está calculada de 6h en 6h, se puede omitir la correccion de las segundas diferencias; pero no en los demas almanaques, donde solo se da de 12h en 12h. Para ésto se toman en el almanaque dos datos antecedentes, y dos siguientes, que comprehenden al que se busca; se sacan sus tres diferencias, y las dos diferencias de éstas, que se llaman segundas diferencias, y promediándolas se obtiene la segunda diferencia media, con la qual, y el intervalo, se halla en la tabla XXXIX. la equacion correspondiente. Esta, y la parte proporcional de la variacion al intervalo, se aplican con sus signos respectivos (Explicacion de la tabla XXXIX.) á la declinacion de la época anterior inmediata, y resulta la declinacion que se busca.

No me extenderé sobre el modo de determinar los signos de las primeras y segundas diferencias. El que no lo tenga presente puede verlo en qualquier tratado de Cosinografia, ó en la explicacion del almanaque.

Supongamos, por via de exemplo, que el dia 30 de Junio de 1813 á 19h.42m, en longitud O. de Cádiz 89º.5', se quiere hallar la declinacion de la luna, con un almanaque ingles.

Hora abordo, Junio 30	19h.42m.
Longitud O. de Cádiz 89º.5' = 5h.36m }	+ 6..21
Cádiz al O. de Greenwich	25
<hr/>	
Hora en Greenwich, 1.º de Julio	2..3

	Declin. ☾	1.ª dif.	2.ª dif.	2.ª dif. media.
Junio 30, á media noche	16º.41' N			
Julio 1.º, á medio dia	15..9	— 1º.32'		
á media noche	13..26	— 1..43	— 8	— 9'.30"
Julio 2, á medio dia	11..55	— 1..51		

Declinacion, Julio 1.º, á medio dia	15º.9. N.
Variacion en 12h, — 1º.43'. Parte proporcional á 2h.3m, — 17'.36" }	— 16..56
Correccion para — 9'.30" 2.ª diferencia, y	2..3, . . + 40
<hr/>	
Declinacion de la luna, N.	14..52..4

La ascension recta de la luna varía con bastante uniformidad, y por tanto no se necesita emplear en ella las segundas diferencias.

PROBLEMA II.

Corregir la altura observada de una estrella, ó del limbo del sol ó de la luna, para obtener la altura verdadera del centro.

1. Tómese en la tabla I. la depresion, y réstese de la altura observada, para tener la altura ap-

rente de la estrella, ó del limbo observado del sol ó de la luna.

Quando la tierra se interponga en la observacion de la altura, se determinará la depression ó por la tabla II, ó por el método dado en su explicacion.

2. Si se trata del sol, hállese en el almanaque su semidiámetro para el dia dado, y súmese ó réstese á la altura aparente, segun que el limbo observado sea el inferior ó el superior; lo que dará la altura aparente del centro. *

Si se trata de la luna, hállese en el almanaque su semidiámetro y paralaxe horizontal, para la hora reducida (Problema I.); y con el semidiámetro horizontal búsquese en la tabla V. el semidiámetro aumentado, respecto á la altura del limbo: este semidiámetro se ha de sumar ó restar de dicha altura aparente, segun la observada sea del limbo inferior ó superior, para obtener la altura aparente del centro.

3. La correccion que se ha de aplicar á la altura aparente ya hallada, para deducir la verdadera, se buscará en la tabla VI, para las estrellas ó para el sol; ó por medio de la tabla VIII. para la luna, respecto á su paralaxe horizontal hallada ántes; y estas correcciones se han de añadir ó restar á las alturas aparentes, segun se especifica á la cabeza de sus tablas respectivas.

ESCOLIO.

El problema inverso de reducir á aparente la altura verdadera de una estrella, del sol **, ó de la luna, se resolverá por un procedimiento enteramente inverso del precepto 3 del antecedente. Por tanto la correccion sacada de la tabla VI. para una estrella, ó para el sol, se ha de añadir, y la correccion sacada de la tabla VIII. para la luna, se ha de substraer de la altura verdadera. Esto, con todo, solo dará al principio una altura aparente aproximada; pero la exácta se podrá obtener repitiendo la misma operacion, sacando otra vez de la tabla la correccion correspondiente á la altura aparente aproximada, y aplicándola á la verdadera.

NOTA.

Estas reglas se ilustrarán con vários exemplos en los siguientes problemas.

PROBLEMA III.

Hallar el arco semidiurno del sol, y determinar sus horas de salir y ponerse, y la duracion del dia y de la noche, en qualquier tiempo y lugar.

1. Hállese en el almanaque la declinacion del sol para medio dia, en el meridiano propuesto. (Problema I.)

2. Súmense el logaritmo seno y el logaritmo secante de la declinacion con el logaritmo seno y el logaritmo secante de la latitud, y quitando las decenas de la característica de la suma, búsquese en los cosenos, y su correspondiente arco en tiempo, mayor de 6h si la declinacion y latitud son de una misma especie, y menor si son de contraria, será el arco semidiurno.

En este cálculo se puede despreciar los segundos, usando de los datos al minuto próximo.

3. El arco semidiurno manifiesta la hora de ponerse el sol, y su complemento á 12h es el arco seminocturno, que manifiesta la hora civil de salir. El duplo del arco semidiurno es la duracion del dia, ésto es, el tiempo que el sol está sobre el horizonte; y el duplo del arco seminocturno es la duracion de la noche, ó el tiempo que el sol está debajo del horizonte.

EXEMPLO.

Dia 6 de Febrero de 1812. Latitud N. 32°.16'. Longitud O. 43°.6'. Se pide el arco semidiurno &c.

Declinacion del ☉ por el almanaque S. 15°.50'.	}	L. seno	9.43591
		L. sec.	0.01680
Latitud N. 32°.16'.	}	L. seno	9.72743
		L. sec.	0.07285
Arco semidiurno, ú hora de ponerse el ☉		5h. 18m. 44s.	L. cós. (suma) 9.25299
Arco seminocturno, ú hora civil de salir el ☉		6. 41. 16	
Duracion del dia		10. 37. 28	
Duracion de la noche		13. 22. 32	

ESCOLIO.

Adviértase que las horas de salir y ponerse el sol, halladas por el problema antecedente, ó por la tabla XXV., se refieren al momento en que el centro del sol corta el horizonte verdadero, y no el de la

* El semidiámetro hallado en el almanaque se debe corregir de la contraccion que proviene de la diferencia de refracciones (tabla IV.) entre limbo y centro, para tener con toda exáctitud la altura aparente de éste; pero esta correccion se desprecia generalmente, por que solo puede producir error sensible en alturas muy bajas.

** Quando hablo de la altura aparente ó verdadera del sol ó de la luna, sin expresar á que limbo corresponde, me refiero á la del centro.

mar; y que la elevacion del observador, la refraccion horizontal y la paralaxe del sol, producen algun intervalo de tiempo entre ambos instantes. Si se necesita la hora del nacer ó ponerse aparente del limbo inferior del sol, se puede hallar del modo siguiente: réstese el semidiámetro del sol = 16' de la depresion aumentada de 33'; y usando del residuo como altura verdadera del sol, hállese su horario, como se expresa en el problema VI, aunque con estas variaciones en su precepto 4.º: que en lugar del logaritmo coseno de la semisuma, se ha de tomar su logaritmo seno, y en vez del logaritmo seno de la diferencia, se ha de tomar su logaritmo coseno: de este modo se obtendrá el horario del sol, igual á su arco semidiurno aparente, hora de cortar el limbo inferior al horizonte de la mar al ponerse, complemento á 12h. de la hora civil del nacer aparente de dicho limbo &c.

Si se buscasse la hora civil de salir ó ponerse &c., quando el limbo superior del sol toca al horizonte de la mar, la única variacion que se ha de hacer á la regla antecedente, es añadir 16' (en vez de substraerlos) á la depresion aumentada de 33'. Y omitiendo los 16' del semidiámetro, se referirá el cálculo al momento en que el centro del sol está en dicho horizonte visible.

EXEMPLO.

Con los mismos datos del exemplo antecedente se quiere hallar las horas de salir y ponerse aparentemente el limbo inferior del sol, siendo la elevacion del observador 27 pies.

Depresion + 33'	0°..38'	
Semidiámetro del ☉	16	
<hr/>		
Altura.	(dif.)	0..22
Distancia polar del ☉	105..50	L. cosec. 0.01680
Latitud.	32..16	L. sec. 0.07285
<hr/>		
Suma	138..28	
Semisuma	69..14	L. seno 9.97083
Diferencia	68..52	L. cos. 9.55695
<hr/>		
Arco semidiurno, ú hora de ponerse el ☉	5h..20m..34s	L. verso (suma) 9.61743
<hr/>		
Arco seminocturno, ú hora civil de salir el ☉	6..39..26	
Duracion del dia	10..41..8	
Duracion de la noche.	13..18..52	

PROBLEMA IV.

Hallar la amplitud del sol, al salir ó ponerse, para un dia y lugar dados.

1. Hállese en el almanaque náutico la declinacion del sol para la hora estimada de salir ó ponerse (Problema I.).

2. Súmense el logaritmo seno de la declinacion y el logaritmo secante de la latitud; la suma será el logaritmo secante de la amplitud.

La amplitud del sol se cuenta desde el E. al salir, y desde el O. al ponerse, y hácia el N. ó el S., en conformidad con la especie de la declinacion.

EXEMPLO.

El 24 de Febrero de 1812, en latitud 35°..36' S., y longitud E. 56°..10', se busca la amplitud ortiva del sol, siendo la hora estimada 17h½.

Hora estimada abordo, Feb. 24.	17h..30m	
Longitud E. 56°..10' =	3..45	
<hr/>		
Hora en la Isla.	13..45	
<hr/>		
Declinacion del ☉ entonces (alm. náut.) S.	9°..33'	L. seno. 9.21987
Latitud.	35..36	L. sec. 0.08986
<hr/>		
Amplitud.	E. 11..46 S.	L. seno. (suma) 9.30973

Comparando la amplitud verdadera calculada del sol con la marcada con la aguja, se determina la variacion de ésta. Adviértase, sin embargo, que la amplitud hallada por la regla antecedente es la que tiene el sol quando está en el horizonte verdadero, y no en el de la mar. Para usar de ella, con el objeto de averiguar la variacion, se ha de marcar el centro del sol quando su limbo inferior esté elevado sobre el horizonte un espacio algo excedente al de la mitad de su diámetro. La comparacion entre la amplitud marcada y la verdadera, (calculada como se ha expuesto, ó hallada en la tabla XXVI.) dará en este caso la variacion de la aguja, con la exactitud suficiente para los usos del pilotage.

Supongamos, en el exemplo anterior, que la amplitud marcada, como se ha dicho, al salir el sol, fue se E. 32° S.; se dirá:

Amplitud verdadera	E.	11°..46' S.
Marcacion.	E.	32 .. 0 S.
<hr/>		
Variacion de la aguja.	N.O.	20..14.

Si se quiere operar con mas exáctitud, se hará la marcacion quando el limbo inferior del sol esté tan-
 gente al horizonte, para compararla con la amplitud aparente que tiene en aquel mismo instante, calculada
 de este modo: réstense 16' (semidiámetro del sol) de la depresion aumentada de 33'; y con el residuo, co-
 mo altura verdadera del ☉, hágase el cálculo del problema V, con algunas alteraciones, que se reducen á
 que en el precepto 4 se han de tomar los logaritmos senos de la semisuma y diferencia, en lugar de los lo-
 garitmos cosenos, y á que la suma de los quatro logaritmos se ha de buscar en la tabla XVI, en las colum-
 nas de coversos ó sucoversos, y tomar su correspondiente arco menor que el quadrante, que será la ampli-
 tud pedida.

Esta regla se refiere al momento en que el limbo inferior del sol aparece tangente al horizonte de la mar,
 porque es la marcacion que se hace con ménos incertidumbre (*Nota 2.a*); pero si se quiere la amplitud pa-
 ra el instante en que el limbo superior del sol se vé en dicho horizonte, se hallará del mismo modo, aña-
 diendo 16' (en lugar de restarlos) á la depresion aumentada de 33'. La amplitud para el instante en que el
 centro del sol aparece en el horizonte de la mar, se puede tambien hallar, omitiendo en el cálculo los 16'
 del semidiámetro.

EXEMPLO.

En latitud N. 46°..38', siendo la elevacion del observador 21 pies, y la declinacion del sol 21°..27' S,
 se busca la amplitud aparente para el instante de estar en el horizonte de la mar el limbo inferior del sol.

Depresion + 33'	. . . . .	0°..37'		
Semidiámetro del ☉	. . . . .	— 16		
<hr/>				
Altura (residuo)	. . . . .	00..21	L. sec.	. . . . . 0.00001
Latitud	. . . . .	46..38	L. sec.	. . . . . 0.16326
Distancia polar del ☉	. . . . .	III..27		
<hr/>				
Suma	. . . . .	158..26		
Semisuma	. . . . .	79..13	L. seno.	. . . . . 9.99226
Semisuma — distancia polar	. . . . .	32..14	L. seno.	. . . . . 9.72709
<hr/>				
Amplitud aparente ☉	. . . . .	O. 31..45	S. L. sucov.	. . . . . (suma) 9.88256
<hr/>				
Amplitud marcada en el mismo instante.	. . . . .	O. 21..16	S.	
<hr/>				
Variacion	. . . . .	NO. 10..29.		

PROBLEMA V.

Hallar el azimut del sol por medio de su altura observada.

- Hállese en el almanaque la declinacion del sol para la hora de la observacion (Problema I.); y con ella dedúzcase la distancia del sol al polo elevado, restándola ó sumándola con 90°, segun que la declina-
 cion y latitud sean de una misma ó de contraria especie.
- Corrijase la altura observada del sol.
- Súmense la distancia polar del sol, su altura y la latitud; sáquese la semisuma, y la diferencia entre
 la semisuma y la distancia polar.
- Súmense el logaritmo secante de la altura, el logaritmo secante de la latitud, el logaritmo coseno de
 la semisuma, y el logaritmo coseno de la diferencia; la suma, quitando las decenas de la característica, será
 el logaritmo verso del azimut, contado del punto cardinal correspondiente al polo elevado.

ESCOLIO.

Este problema es muy útil para determinar la variacion, observando la altura del sol al mismo tiempo que
 se marca su azimut con la aguja, y comparando el azimut magnético con el verdadero que se ha calculado,
 del modo que se explicó hablando de la amplitud. (Explicacion de la tabla XXVI. y problema IV.).
 En este cálculo se pueden despreciar los segundos.

EXEMPLO.

El 6 de Julio de 1812, en 28°..30' de latitud N, y 42°..21' de longitud O, á las 19h..42m por un
 relox ordinario, se observó, hácia la parte de oriente, la altura del ☉ 9°..58'..45'', en 17½ pies de eleva-
 cion. Al mismo tiempo se marcó el azimut magnético S. 87°..E. Se quiere hallar el azimut verdadero, para
 deducir la variacion de la aguja.

Hora aproximada abordo, 6 de Julio	. . . . .	19h..42m
Longitud O. 42°..21' =	. . . . .	+ 2..49
<hr/>		
Hora en la Isla	. . . . .	22..31
<hr/>		
Declinacion del sol entónces (alm. náut.)	. . . . .	22°.. 37' N.

Altura observada ☉	9°..59'		
Dépression	— 4		
	<hr/>		
	9..55		
Semidiámetro	+ 16		
	<hr/>		
	10..11		
Corrección de altura	— 5		
	<hr/>		
Altura verdadera del ☉	10.. 6	L. sec.	0.00678
Latitud	28..30	L. sec.	0.05610
Distancia polar del ☉	67..23		
	<hr/>		
Suma	105..59		
Semisuma	52..59	L. cos.	9.77963
Semisuma—dist. polar	14..24	L. cos.	9.98614
			<hr/>
Azimut verdadero del ☉	N. 69..38	E. L. suv.	(suma) 9.82865
Azimut magnético S. 87.° E, ó	N. 93°.. 0	E.	<hr/>
Variación. NO.	23..22		

PROBLEMA VI.

Hallar la hora verdadera que se cuenta en el instante en que se observó una altura del sol.

1. Con la longitud y la hora aproximada, hállese en el almanaque la declinación del sol para el momento de la observación (Problema I.).
2. Redúzcase la altura observada á verdadera (Problema II.).
3. Con la declinación conclúyase la distancia polar (Problema V), y súmese con la latitud y la altura; sáquese la semisuma, y la diferencia entre la semisuma y la altura.
4. Búsqüense los logaritmos cosecante de la distancia polar, secante de la latitud, coseno de la semisuma, y seno de la diferencia. La suma, despreciando las decenas de la característica, será el logaritmo verso del horario del sol, para el instante en que se observó la altura.
5. El horario del sol es la hora verdadera si la altura se tomó por la tarde; pero si se tomó por la mañana, se ha de restar el horario de 24h, para obtener la hora astronómica del día antecedente.

EXEMPLO.

El 11 de Febrero de 1812, en latitud S. 23°..20', y longitud O. 27°..27', se observó la altura del margen inferior del sol 45°..10'..10" en 15 pies de elevación. La hora aproximada entónces era 20h..57m..30s (8h..57m..30s de la mañana por un reloj). Se quiere saber la hora verdadera en el momento de la observación.

Hora estimada abordo, 11 de Febrero	20h..57m		
Longitud O. 27°..27' =	+ 1..50		
	<hr/>		
Hora en la Isla	22..47		
Altura verdadera del ☉	45°..21'..53"		
Declinación del ☉ (alm. náut.)	13°..58'..18" S.		
Distancia polar del ☉	76.. 1..42	L. cosec.	0.01304
Latitud	23..20..00	L. sec.	0.03706
Altura	45..21..53		
	<hr/>		
Suma	144..43..35		
Semisuma	72..21..47	L. cos.	9.48141
Diferencia	26..59..54	L. seno.	9.65702
			<hr/>
Horario oriental del ☉	3h.. 5m.. 4s	L. verso.	(suma) 9.18853
Hora verdadera	20..54..56		

PROBLEMA VII.

Hallar la hora verdadera, por la altura observada de una estrella.

1. Hállese, por la tabla XXII., la ascension recta y la declinación de la estrella para la época dada.
2. Redúzcase á verdadera la altura observada. (Problema II.).
3. Con la declinación, la altura verdadera, y la latitud, calcúlese el horario de la estrella (ó su distan-

cia al meridiano), siguiendo los preceptos 2 y 3 del problema VI.

4. Si la altura se ha observado á la parte del O, súmese el horario con la ascension recta de la estrella; pero si se ha observado á la parte del E. réstese el horario de la ascension recta, aumentada de 24h en caso necesario; la suma (quitándole 24h si resulta mayor que esta cantidad), ó el residuo, será la ascension recta del meridiano.

5. Sáquese del almanaque la ascension recta del sol para el medio dia dado, y su variacion en las 24h que comprehenden el instante de la observacion.

6. Si la hora reducida al meridiano de la Isla se sabe con exactitud (como sucede en el exemplo II. del problema XXII.), hállese la ascension recta del sol para aquel momento, y réstese de la ascension recta del meridiano, (aumentada de 24h, si es necesario); el resultado será la hora verdadera que se pide.

Si no se sabe con alguna seguridad la hora de abordo, se procederá segun las siguientes reglas.

7. Réstese la ascension recta del sol para medio dia, de la ascension recta del meridiano (aumentada si es menester de 24h), y el resultado será la hora aproximada abordo.

8. Con la diferencia de longitud hállese la hora reducida (Problema I. precepto 1.), y sáquese el intervalo entre ella y el medio dia anterior. Hállese la parte proporcional de la variacion de la ascension recta para este intervalo; la que sumada ó restada á la hora aproximada de abordo, segun que la hora reducida sea anterior ó posterior á dicho medio dia, producirá la hora verdadera que se busca.

EXEMPLO.

El 1.º de Marzo de 1812, á 9h.32m.9s por un reloj, estando en latitud N. 28º.7' y longitud O. 36º.6', se observó la altura de Aldebaran, á la parte del O, de 32º.11'.45'', en 17½ pies de elevacion: se quiere saber la hora verdadera de abordo en aquel instante.

Ascension recta de *Aldebaran* el 1.º de Marzo. (Tabla XII.) 4h.25m.9s

Declinacion N. 16º.7'.20''

Altura verdadera 32.16.18

Distancia polar de la * . . 73º.52'.40'' . . L. cosec. . . 0.01742

Latitud 28.7.00 . . L. sec. . . 0.05454

Altura * 32.16.18

Suma 134.5.58

Semisuma 67.2.59 . . L. cos. . . 9.59099

Diferencia 34.56.41 . . L. seno. . . 9.75799

Horario occidental de la * L. verso (suma) 9.42094 4h.7m.8s0

Ascension recta de la * 4.25.9.1

Ascension recta del meridiano (suma) 8.32.17.1

Ascension recta del ☉, el 1.º de Marzo á medio dia en la Isla 22.49.15.1

(Variacion de la ascension recta en las 24h siguientes 3m.44s1).

Hora aproximada abordo (diferencia) 9.43.2.0

Longitud O 36º.6' = + 2.24.24.0

Hora aproximada en la Isla 12.7.26.0

Parte proporcional de 3m.44s á 12h.7m — 1m.53.6t. — 1.53.1

Hora aproximada abordo 9.43.2.0

Hora verdadera abordo 9.41.8.9

PROBLEMA VIII.

Hallar la altura verdadera ó aparente del sol, para un lugar y tiempo dados.

1. Tómesese en el almanaque la declinacion del sol para la hora dada (Problema I.), si es de la especie de la latitud sáquese su diferencia, y súmense si son de contraria, cuyo resultado será la distancia meridiana del sol al zenit.

2. El intervalo entre el medio dia y la hora dada será el horario del sol.

3. Súmense los logaritmos verso del horario, coseno de la declinacion, coseno de la latitud, y secante de la distancia meridiana; búsquese la suma en la columna de los versos, y sáquese el logaritmo secante correspondiente, que es el que pertenece al mismo argumento; súmese éste con el logaritmo secante de la distancia meridiana, y la suma será el logaritmo cosecante de la altura verdadera del sol.

La altura será negativa, ó el resultado manifestará la depression del sol, si la primera suma corresponde á un arco mayor que 90º, en los logaritmos versos.

4. La altura verdadera se reducirá á aparente, en caso necesario (Escolio del problema II).

EXEMPLO.

El 4 de Mayo de 1812, siendo la hora verdadera abordo 3h.10m.4s, en latitud N. 42º.20' y longitud O. 14º.18', se quiere saber la altura verdadera del sol.

Hora abordo, 4 de Mayo.	3h..10m.
Longitud O. 14°..18' =	+0..57
<hr/>	
Hora en la Isla	4..7
<hr/>	
Declinacion del ☉ (alm. náut.)	N. 16°..3'..14''
<hr/>	
Horario del ☉	3h..10m..4s L. verso
Declinacion del ☉ N.	16°..3'..14'' L. coseno.
Latitud N.	42°..20..00 L. cos.
<hr/>	
Distancia meridiana (dif.) 26..16..46	L. sec. (a) 0.04738
<hr/>	
L. verso A	(suma) 9.10924
<hr/>	
L. sec. A	(b) 0.12913
<hr/>	
Altura verdadera del ☉ . . . 41..45..40	L. cosec. (a + b) 0.17651
<hr/>	

PROBLEMA IX.

Hallar la altura verdadera ó aparente de la luna, ó de una estrella, para un lugar y tiempo dados.

- Hállese la ascension recta y declinacion de la luna por el almanaque (Problema I.), ó de la estrella por la tabla XXII, para la hora dada, reducida al meridiano de la Isla.
- Tómese en el almanaque la ascension recta del sol, para la misma hora, y súmese con la hora dada; la suma ó su exceso sobre 24h, será la ascension recta del meridiano, y la diferencia entre ésta y la ascension recta de la luna ó de la estrella, será el horario del astro.
- Con el horario del astro, su declinacion, y la latitud, se calculará su altura por el método propuesto en el problema antecedente.
- De la altura verdadera se puede deducir la aparente, si es necesario (Escolio del problema II.).

NOTA.

De este cálculo hay un exemplo en el problema XXII, escolio II.

PROBLEMA X.

Hallar la latitud de un buque en la mar, por la altura meridiana observada del sol.

- Con la diferencia de longitud hállese en el almanaque la declinacion del sol para el medio día abordo, ésto es, para la hora de la observacion (Problema I.).
 - Redúzcase la altura observada á verdadera central (Problema II.).
 - Restando de 90° la altura verdadera del sol, se tendrá su distancia meridiana al zenit, que se llama observacion, denominándola N. ó S., segun que el sol, al tiempo de observar, quede á la parte del N. ó del S. Sáquese la diferencia ó suma de la observacion y declinacion, segun que sean de la misma ó de diferente especie; y el resultado será la latitud que se busca.
- La latitud es siempre de la especie de la declinacion, excepto quando ésta es de la misma especie y menor que la observacion, en cuyo caso la latitud será de especie contraria.

ESCOLIO.

El sol, lo mismo que la luna y demas astros, puede pasar sucesivamente y sin ponerse por dos puntos diferentes del meridiano. Las reglas dadas son suficientes para el paso superior, pero si se observa su altura en el paso inferior, entre el polo elevado y el horizonte, que es la menor de todas, se hallará la latitud sumando la observacion y declinacion, y restando la suma de 180°.

EXEMPLO.

El 2 de Marzo de 1812, estando una embarcacion en 53°..10' de longitud O, se observó, (hácia el S.), la altura meridiana del limbo inferior del sol 86°..10'..15'', siendo la elevacion del observador 18½ pies; se pide la latitud.

Altura meridiana observada ☉	86°..10'..15''S.
Depresion	- 4..4
<hr/>	
Semidiámetro	86..6..11
<hr/>	
	+ 16..9
<hr/>	
	86..22..20
Correccion de altura aparente	- 3
<hr/>	

Altura meridiana verdadera.	86°..22'..17"
Observacion	3..37..43
Declinacion (alm. náut.)	7.. 4..28.S.
<hr/>	
Latitud (diferencia)	3..26..45.S.

PROBLEMA XI.

Hallar la latitud de un buque en la mar por la altura meridiana observada de una estrella.

Búsqese la declinacion de la estrella para el dia dado en la tabla XXII. Corrijase la altura; y en lo demas de la operacion procedase segun las reglas del problema anterior.

EXEMPLO.

El 3 de Septiembre de 1812, en la mar, se observó (hácia el S) la altura meridiana de *Fomalhaut* de 74°..19'..45'', siendo la elevacion 21 pies. Se pide la latitud.

Altura meridiana observada de <i>Fomalhaut</i>	74°..19'..45''S.
Depresion	— 4..17
<hr/>	
Altura aparente	74..15..28
Correccion de altura aparente	— 16
<hr/>	
Altura meridiana verdadera *	74..15..12
Distancia al zenit (complemento á 90°).	15..44..48
Declinacion (Tabla XXII.).	30..36..29.S.
<hr/>	
Latitud (diferencia).	14..51..41.S.

PROBLEMA XII.

Hallar la latitud en la mar por la altura meridiana observada del limbo de la luna.

1. Hállese en el almanaque la hora del paso de la luna por el meridiano el dia dado; véase su diferencia con la del dia siguiente, si se está al O, y con la del antecedente si al E.

Con esta diferencia como variacion, y la longitud, hállese la parte proporcional, y restada ó añadida á la hora del paso en la Isla, segun se esté al E. ó al O, la diferencia ó suma será la hora del paso de la luna por el meridiano abordo; ésto es, la hora del instante de la observacion.

Si se sabe la hora á que se tomó la altura, se puede excusar esta indagacion.

2. Para dicha hora, reducida al meridiano de la Isla, hállese en el almanaque el semidiámetro y paralaxe horizontal, y la declinacion de la luna (Problema I.).

3. Corrijase la altura observada (Problema II.), y conclúyase la latitud segun las reglas del problema X.

EXEMPLO.

El 19 de Febrero de 1812, en longitud E. 157°..13', se observó la altura meridiana del limbo superior de la luna 82°..7'..30'' (hácia el N.) siendo la elevacion del observador 22 pies: se pide la latitud.

Hora del paso de la luna por el meridiano de la Isla, Feb. 19	6h..2m
Diferencia con el anterior—53m. Parte proporcional á 157°..15'	— 23
<hr/>	
Hora abordo.	5..39
Longitud E. 157°..13' =	— 10..29
<hr/>	
Hora en la Isla dia 18.	19..10
<hr/>	
Para esta hora, por el almanaque { semidiámetro horizontal ☾	15'.53''
{ paralaxe horizontal ☾	58..11
{ declinacion de la ☾	14°..33..12.N.
<hr/>	
Altura meridiana observada ☽	82.. 7..30
Depresion.	— 4..24
<hr/>	
Semidiámetro de altura	82.. 3..6
<hr/>	
Altura aparente	81..46..57
Correccion de altura aparente	+ 8..12
<hr/>	
Altura meridiana verdadera ☾	81..55..9
Distancia al zenit (complemento á 90°)	81.. 4..58

Declinacion. $14^{\circ}..33'..12''$. N.
 Latitud (diferencia) $6..28..21$. N.

PROBLEMA XIII.

Hallar la latitud en la mar por varias alturas del sol observadas cerca del medio dia.

1. Por alturas del sol (Problema V.) ó por otros medios, arréglese un reloj al tiempo verdadero, quando sea practicable ó ventajoso, para determinar la hora que el reloj ha de señalar, ó ha señalado, al momento de ser medio dia abordo.
2. Promédiense las alturas observadas.
3. Sáquense diferencias entre la hora del medio dia por el reloj, y la hora de la observacion de cada altura. Hállese en la tabla XXI. el multiplicador para cada diferencia ó intervalo; promédiense estos multiplicadores, para hallar un multiplicador medio.
4. Hállese en el almanaque la declinacion del sol para el medio dia, y con ella y la latitud de estima búsquese en la tabla XX. el número correspondiente, que se multiplica por el multiplicador medio. El producto sumado á la altura media dará la altura meridiana observada, de la que se deducirá la latitud (Problema X.).

EXEMPLO.

El 7 de Marzo de 1812, en latitud de estima $20^{\circ}..45'$ S. y longitud O. $111^{\circ}..34'$, se arregló un reloj al tiempo verdadero por alturas del sol, y se le halló atrasado, en aquel meridiano, 15s. El buque continuó navegando, y adquirió una diferencia en latitud de $13'$ al S., y otra de longitud de $1^{\circ}..56'$ al O. Entónces, estando en latitud S. $20^{\circ}..58'$ y longitud O. $113^{\circ}..30'$, se observaron, hacia el N., las siguientes alturas del limbo inferior del sol, siendo la elevacion del observador 13 pies. Se pide la latitud.

	<u>Alturas obs. ☉</u>	<u>Horas del reloj.</u>
	$73^{\circ}..59'..15''$	$12h..3m..53s$
	$74..0..0$	$5..41$
	$74..1..0$	$7..12$
	$74..1..30$	$11..13$
Suma	$1..45$	
Altura media	$74..0..26$	
Atraso del reloj en long. O.	$111^{\circ}..34'$	15
Dif. de long. contraida al O.	$1..56$	$7..44$
Adelanto del reloj en long. O.	$113..30$	$7..29$
Luego la hora que el reloj señale á medio dia será.		$12..7..29$
Declinacion del ☉ á medio dia (alm. náut.)		$5^{\circ}..4'..51''$. S.

<u>Hora del medio dia por el reloj.</u>	<u>Horas de las observ. por el reloj.</u>	<u>Intervalos.</u>	<u>Multiplicadores de la tabla XXI.</u>
	$12h..3m..53s$	$3m..36s$	$13''0$
	$5..41$	$1..48$	$3,2$
	$7..12$	$0..17$	$0,1$
	$11..13$	$3..44$	$13,9$
			$30,2$
Multiplicador medio			$7,5$
Diferencia de la tabla XX.			$6,6$
Producto $49''506$			$+ 49$
Altura observada ☉			$74^{\circ}..0'..26$
Altura meridiana calculada ☉			$74..1..15$
Depresion.			$- 3..23$
			$73..57..52$
Semidiámetro.			$+ 16..8$
			$74..14..0$
Correccion de altura aparente.			$- 14$
			$74..13..46$
Altura meridiana verdadera.			$15..46..14$
Observacion (complemento á 90° .)			$5..4..51$
Declinacion del ☉ S.			$20..51..5$
Latitud observada S.			$20..51..5$

NOTA.

Para mayor exactitud se puede repetir la operacion, usando de la latitud hallada como latitud de estima; pero el error del primer resultado sera regularmente de poca consideracion.

PROBLEMA XIV.

Hallar la latitud de un buque en la mar por dos alturas observadas del sol, y el intervalo de tiempo entre las observaciones.

1. Corrijanse las dos alturas observadas que han de entrar en el cálculo. (Problema II.).
2. Réstese la hora del relox de la primera observacion de la segunda, aumentada de 12h. si fuere necesario, y el residuo será el intervalo, ó tiempo pasado entre las observaciones. (*)
3. Hállese en el almanaque náutico la declinacion del sol, para una hora media aproximada entre ambas observaciones.
4. Sáquese el logaritmo verso del intervalo, y al mismo tiempo su logaritmo suverso; éste se escribe aparte, en la misma línea, con la característica aumentada de 20. Con el verso súmese el logaritmo coseno de la declinacion, escrito dos veces; búsquese la suma en los versos, y tómese su arco correspondiente, que se titula A, y al mismo tiempo los logaritmos cosecante y suverso correspondientes al mismo argumento; este último se escribe debajo del logaritmo suverso del intervalo, hallado ántes.
5. Súmense el arco A y las dos alturas; sáquese la semisuma, y la diferencia entre la semisuma y la altura mayor.
6. Tómese el logaritmo secante de la altura menor, (y aparte su coseno que se necesita despues), el logaritmo coseno de la semisuma y el logaritmo seno de la diferencia; súmense los tres con el logaritmo cosecante de A hallado ántes. La suma, quitándole las decenas de la característica, será el logaritmo verso del arco B.
7. Réstese el logaritmo verso de A del logaritmo suverso del intervalo, con la característica aumentada de 20 (ámbos hallados ántes), y sáquese la mitad del residuo, con la qual búsquese en la columna de senos el arco correspondiente mayor de 90°, y llámese C.
8. Quando la declinacion del sol es de la misma especie y menor que la latitud (que en caso de duda se halla por estima) se suman los arcos B y C; en todos los demas casos se halla su diferencia.
9. Hállese la diferencia entre la declinacion y la altura menor.
10. Tómese el logaritmo suverso de la citada suma ó diferencia (precepto 8), el logaritmo cosecante de la altura menor (hallado ántes), el logaritmo coseno de la declinacion (hallado tambien ántes), y el complemento aritmético (**) del logaritmo suverso de la diferencia (precepto 9); súmense y búsquese la suma, quitando las decenas á su característica, en los logaritmos versos, y sáquese el logaritmo suverso correspondiente (que es el perteneciente al mismo argumento); réstese de éste el complemento aritmético citado, y buscando el residuo en las columnas de coveros ó sucoveros, el argumento correspondiente, menor que el cuadrante, será la latitud que se busca.

NOTA.

La latitud determinada por este método resultará para el lugar donde se hicieron las observaciones, que se reducirá por estima á medio dia ó á otra hora si se quiere.

EXEMPLO.

El 10 de Julio de 1812, por la tarde, en latitud de estima N. 82°..5' y longitud E. 47°, á las 9h..33m..8s por el relox, se observó la altura del limbo inferior del sol 16°..3'..15'', y á las 11h..16m..48s se volvió á observar la altura del mismo limbo 14°..36'..15'', siendo la elevacion del observador 18½ pies: se busca la latitud.

	1.a obs.	2.a obs.	
Alt. obs. ⊙	16°..3'..15''	14°..36'..15''	Hora del relox en la 1.a obs. 9h..33m..8
Depresion	- 4..4	- 4..4	Hora del relox en la 2.a obs. 11..16..48
Semidiám.	+ 15..46	+ 15..46	
Correc. de alt.	- 3..5	- 3..24	Intervalo entre las observaciones 1..43..40
Alt. verd.	16..11..52	14..44..33	Hora estimada de la 1.a obs. abordo 9..33
			Longitud E. 47° = - 3..8
			Semi-intervalo entre las observaciones + 52
			Hora media estimada en la Isla 7..17

Para esta hora (alm. náut.). Declinacion del ⊙ 22°..13' N. Semidiámetro ⊙ 15'..46''.

(*) Si el movimiento del relox en 24h de tiempo verdadero varia considerablemente, convendrá corregir el intervalo con su parte proporcional correspondiente.

(**) El complemento aritmético de un logaritmo se saca restando todas sus cifras de 9, ménos la última significativa que se resta de 10. Se puede hacer de memoria, á la vista de la tabla.

Intervalo	1h..43m..40s	L. verso.	8.70144	L. suv. (+ 20)	29.97759
Declinacion	22°..13'	L. cos.	{ 9.96650		
			{ 9.96650		
A	23..58	L. verso. . . (suma)	8.63444	L. suv.	9.98089
Altura menor	14..45	L. cosec.	0.39133	Diferencia	19.99670
Altura mayor	16..12	L. sec.	0.01455	L. seno C. (semi-dif.)	9.99836
Suma.	54..55				
Semisuma.	27..27	L. cos.	9.94813		
Semis—alt. mayor	11..15	L. seno.	9.29024		
B.	83..12	L. verso. . . (suma)	9.64425		
C.	94..59				
Suma.	178..11	L. suv.	6.40021		
Alt. menor.	14..45	L. cos.	9.98545		
Declinacion.	22..13	L. cos.	9.96650		
Diferencia.	7..28	c. a. L. suv.	0.00185 (a)		
		L. verso. N. (suma)	6.35401		
		L. suv. N.	9.99990 (b)		
Latitud N.	82..19	L. sucov. . . (b—a)	9.99805		

ESCOLIO.

En las reglas y ejemplos precedentes se ha supuesto que ambas alturas se observaron en el mismo sitio. Esto se verifica en la mar rara vez; pero se puede atender á la mudanza de situacion, reduciendo la primera altura á la que tenia el sol en el mismo instante en el lugar en que se tomó la segunda, del modo siguiente.

Márquese el sol con la aguja en el instante de la primera observacion; véase el número de quartas que median entre esta marcacion y el rumbo, corregido de abatimiento si le hay, con cuyo ángulo, si es menor de ocho quartas, ó con su complemento á diez y seis quartas, si es mayor de ocho, y la distancia andada entre las observaciones, búsquese en la tabla de diario la diferencia de latitud que les corresponde. Esta diferencia de latitud se suma á la primera altura, si el número de quartas entre la marcacion y el rumbo es menor de ocho, pero se resta de ella si es mayor; y esta altura, así corregida, quedará reducida á la que hubiera sido si se hubiese observado en el mismo lugar que la segunda. (Nota 10.a).

EJEMPLO.

El 3 de Mayo de 1812, estando en la mar, en longitud O. 4.º y latitud 27°..20' S., por estima, á oh..19m..14s del reloj se observó la altura del limbo inferior del sol 47°..1' y su azimut por la aguja NNE ¼ E., y á la 1h..14m..39s se volvió á observar la altura del mismo limbo 44°..6'..30". El rumbo que resultó entre las observaciones fué N ¼ NO ¼ O., mura estribor, andando á 6 millas por hora, y teniendo de abatimiento ¼ de quarta; la elevacion del observador era de 22 pies. Se pide la latitud.

Rumbo	N. 1 ¼ O.	Hora del reloj en la 1.a obs.	ch..19m..14s
Abatimiento	¼	Hora del reloj en la 2.a obs.	1..14..39
Rbo. correg. abat. N.	2 ½ O.	Intervalo entre las observaciones	0..55..25
Marc. vert. ☉	N. 2 ¼ E.	Hora estim. de la 1.a obs. abordo	0..19
Ángulo que forman 4 ¼ } prod. dif. lat.		Longitud entónces 4.º O. =	+..16
Distancia navegada. 5,5ms. } 3/3 = 3'..18".		Semi-interv. entre las observaciones	+..28
		Hora media estim. en la Isla.	1..3

Para esta hora, por el almanaque, declinacion del ☉ N. 15°..43'..35", semidiámetro del ☉ 15'..53".

1.a observacion. 2.a observacion.

Alturas observadas ☉	47°..1'..00"	44°..6'..30"
Correc. por lo naveg.	+ 3..18	

47..4..18

Depresion	- 4°..24'	- 4°..24'
Semidiámetro	+ 15..53	+ 15..53
Correc. de alt. apar.	- 47	- 53

Alturas verdaderas.	47..15..00	44..17..6
-----------------------------	------------	-----------

Intérvalo oh..55m..25s . L. verso 8.16274 . L. suv. (+ 20) 29.99364

Declinacion 15°..43'..35" . L. cos. { 9.98343
9.98343

A 13..19..59 { L. verso. (suma) . 8.12960 . L. suv. 9.99411

Altura menor 44..17..6 . L. cosec. 0.63712 | Dif. de logaritmos . . . 19.99953
Altura mayor 47..15..0 . L. sec. 0.14516 | L. sen. C. (semi-dif.) 9.99977

Suma 104..52..5
Semisuma 52..26..3 . L. cos. 9.78509

Semis-alt. mayor. 5..11..3 . L. seno 8.95596

B. 70..34..15 . L. verso . . . (suma) 9.52333

C. 91..52..0

Diferencia 21..17..45 . L. suv. 9.98491

Alt. menor 44..17..6 . L. cos. 9.85484

Declinacion 15..43..35 . L. cos. 9.98343

Diferencia 28..33..31 . c. a. L. suv. 0.02726 (a)

L. verso N. (suma) 9.85044

L. suv. N. 9.46439 (b)

Latitud observada S. 26..55..21 . L. cov. . . . (b-a) . 9.43713

NOTAS.

Este problema de hallar la latitud por dos alturas del sol es de grande importancia en la práctica; pero su buen uso requiere muchas atenciones y precauciones, que no se pueden explicar lo necesario en los límites de esta introduccion. Me extenderé sobre ellas en mi tratado de Pilotage, contentándome ahora con las siguientes advertencias, concernientes á las observaciones.

Quando el conocimiento de la latitud es necesario para la seguridad del buque, sería imprudente confiar solo en la observacion de la altura meridiana del sol, que pueden impedir las nubes. En estos casos se puede observar varias veces en el dia la altura del sol; y este cuidado será mucho mas indispensable si el tiempo está nublado ú obscuro, en cuyas circunstancias será útil tomar la altura del sol siempre que se descubra, ó que la observacion sea ventajosa. Las siguientes reglas servirán para elegir las circunstancias propias para hacer las observaciones; como igualmente para determinar, entre varias alturas, las que son preferibles para la exactitud del resultado.

1. Siempre será ventajoso que una de las alturas esté tomada cerca del medio dia. Así entre varias alturas observadas se ha de elegir siempre la mayor para una de las del cálculo, y la eleccion de la otra se determinará por las consideraciones siguientes.

2. Quando las alturas se han tomado á ambos lados del meridiano, ésto es una ántes y otra despues del medio dia, convendrá que la altura menor se haya igualmente observado cerca del meridiano. Además el intérvalo de tiempo entre el medio dia y la hora de cada observacion, no debe exceder á la distancia del sol al meridiano de la tabla XXIV, correspondiente á la latitud de estima y á la declinacion del sol, que se puede hallar en el almanaque al poco mas ó ménos.

Si se verifican estas circunstancias, las observaciones á diferentes lados del meridiano serán preferibles á las hechas á una misma parte.

3. Quando las dos alturas corresponden á un mismo lado del meridiano, será ventajoso que la menor se haya observado con un intérvalo de tiempo, respecto al medio dia, mayor que la distancia del sol al meridiano que da la tabla XXIV.

En esta regla, con todo, se deben exceptuar los casos en que el sol, en su movimiento diurno, pasa entre el zenit y el polo elevado. Entónces convendrá que una de las alturas se haya observado á la misma distancia del meridiano que da la tabla XXIV.

4. Hay casos en que dos alturas, por sus circunstancias, hacen la determinacion de la latitud ó imposible ó sujeta á grandes errores. Entónces será menester abandonar la investigacion, ó proceder en ella con precaucion y cuidado. Por esta razon se puede hacer un exámen preliminar, para aclarar la naturaleza del caso, del modo siguiente.

Con el tiempo pasado entre las observaciones y la declinacion del sol, calcúlese A, como se dixo en

el problema antecedente, precepto 4; y la determinacion será imposible ó desventajosa si este arco igual, ó difiere poco de la diferencia entre las dos alturas, ó del suplemento á 180° de la suma de las alturas.

Esta desventaja es inevitable quando el sol, en su movimiento diurno, pasa por el meridiano cerca del zenit.

Parece excusado añadir que el intervalo de tiempo se podrá extender mas ó ménos, segun el grado de confianza que se tenga en la exáctitud del movimiento del reloj. Un reloj ordinario (*) puede ser demasiado malo para el intento, y un regular cronómetro pone á un observador en estado de determinar la latitud, con suficiente exáctitud, en circunstancias que de otro modo serian desventajosas.

PROBLEMA XV.

Hallar la latitud en la mar por la altura observada de la estrella polar.

1. Redúzcase la altura observada de la estrella polar á verdadera.
2. Hállese en el almanaque la ascension recta del sol, al minuto próximo, para la hora de la observacion, reducida al meridiano de la Isla.
3. Multiplíquense 12^s por el número de años y fraccion de año que han pasado desde el principio de 1805 hasta el dia de la observacion, y añádase el producto á 54m; la suma, despreciando los segundos, será la ascension recta de la estrella polar.
4. Súmense la ascension recta del sol y la hora verdadera abordo al momento de tomar la altura; la suma, quitándole 24h si resulta mayor, será la ascension recta del meridiano; y la diferencia entre ella y la ascension recta de la polar será el horario de ésta.
5. Réstese de 104 la tercera parte del número de años pasados desde 1805 hasta el dia de la observacion. Búsquese el residuo en la página de la tabla XXXV donde uno de los argumentos en tiempo de la cabeza ó pié sea el mas próximo al horario, y tomando en ella dicho residuo como distancia, sáquese la correspondiente diferencia de latitud; ésta añadida, como minutos, á la altura verdadera de la estrella, si el horario es mayor de 6h y menor de 18h, y restada de la misma en las demas circunstancias (lo que tambien se conoce porque el argumento en tiempo está en el primer caso á la derecha de la página, y en el segundo á la izquierda), producirá la latitud que se busca.

EXEMPLO.

El 12 de Agosto de 1812, á 16h..27m, en longitud O. 37°..46', se observó la altura de la estrella polar 41°..25', en 16½ pies de elevacion, y se pide la latitud.

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">Años pasados desde 1805.</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">7 ⁷/₁₂</td> </tr> <tr> <td>Producto.</td> <td style="text-align: right;">1m..31</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">54..00</td> </tr> <tr> <td>Ascension recta *</td> <td style="text-align: right;">56.</td> </tr> <tr> <td>Asc. recta ☉ (alm. náut.)</td> <td style="text-align: right;">9h..31m</td> </tr> <tr> <td>Hora verdadera abordo.</td> <td style="text-align: right;">16..27</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">1..58</td> </tr> <tr> <td>Asc. recta del mrno. (suma)</td> <td style="text-align: right;">0..56</td> </tr> <tr> <td>Horario * (dif.)</td> <td style="text-align: right;">1.. 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">— 3</td> </tr> <tr> <td>Años desde 1805 part. por 3.</td> <td style="text-align: right;">104</td> </tr> <tr> <td>Residuo.</td> <td style="text-align: right;">101</td> </tr> </table>	Años pasados desde 1805.	7 ⁷ / ₁₂	Producto.	1m..31		54..00	Ascension recta *	56.	Asc. recta ☉ (alm. náut.)	9h..31m	Hora verdadera abordo.	16..27		1..58	Asc. recta del mrno. (suma)	0..56	Horario * (dif.)	1.. 2		— 3	Años desde 1805 part. por 3.	104	Residuo.	101	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">Altura observada *</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">41°..25'</td> </tr> <tr> <td>Depresion</td> <td style="text-align: right;">— 3..49"</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">41..21..11</td> </tr> <tr> <td>Altura aparente *</td> <td style="text-align: right;">— 1.. 4</td> </tr> <tr> <td>Correc. de alt. apar.</td> <td style="text-align: right;">— 1.. 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">41..20</td> </tr> <tr> <td>Altura verdadera *</td> <td style="text-align: right;">41..20</td> </tr> <tr> <td>Dif. de lat. en la página } (555) para la dist. 101. }</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">— 1..37</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">39..43</td> </tr> <tr> <td>Latitud observada N.</td> <td style="text-align: right;">39..43</td> </tr> </table>	Altura observada *	41°..25'	Depresion	— 3..49"		41..21..11	Altura aparente *	— 1.. 4	Correc. de alt. apar.	— 1.. 4		41..20	Altura verdadera *	41..20	Dif. de lat. en la página } (555) para la dist. 101. }	— 1..37		39..43	Latitud observada N.	39..43
Años pasados desde 1805.	7 ⁷ / ₁₂																																												
Producto.	1m..31																																												
	54..00																																												
Ascension recta *	56.																																												
Asc. recta ☉ (alm. náut.)	9h..31m																																												
Hora verdadera abordo.	16..27																																												
	1..58																																												
Asc. recta del mrno. (suma)	0..56																																												
Horario * (dif.)	1.. 2																																												
	— 3																																												
Años desde 1805 part. por 3.	104																																												
Residuo.	101																																												
Altura observada *	41°..25'																																												
Depresion	— 3..49"																																												
	41..21..11																																												
Altura aparente *	— 1.. 4																																												
Correc. de alt. apar.	— 1.. 4																																												
	41..20																																												
Altura verdadera *	41..20																																												
Dif. de lat. en la página } (555) para la dist. 101. }	— 1..37																																												
	39..43																																												
Latitud observada N.	39..43																																												

PROBLEMA XVI.

Hallar el estado absoluto de un cronómetro y su marcha, por medio de los pasos observados del sol por el meridiano, ó por los mismos pasos deducidos de observaciones de alturas correspondientes.

1. Determínese la hora que señalaba el cronómetro quando el centro del sol pasaba por el meridiano, con la observacion precisa hecha por medio de un instrumento de pasages, ó por el método de las alturas correspondientes (Explicacion de la tabla XXVII.). Aplíquese á esta hora la equacion de tiempo tomada en el almanaque náutico, con signo contrario, para obtener la hora del medio dia medio por el cronómetro.
2. Repítase igual operacion al siguiente dia, ó pocos dias despues. Sáquese la diferencia entre los medios dias de los dos dias; y esta diferencia, si las observaciones se hicieron en dos dias sucesivos, ó la diferencia partida por el número de dias intermedios, dará la marcha del cronómetro.

(*) El Dr. Maskelyne opina que la irregularidad del reloj que se emplee en esta operacion no debe pasar de 4m en 24h.

3. La misma operacion se puede repetir varios dias, durante un espacio de tiempo de alguna consideracion, como por exemplo de un mes; y el promedio de los movimientos hallados de unas observaciones á otras será la marcha que se pide.

4. El estado absoluto del cronómetro en el lugar de la observacion se puede, si se quiere, reducir á Cádiz, aplicando al primero una parte del movimiento, proporcional á la longitud, y la diferencia de meridianos en tiempo.

EXEMPLO.

En Septiembre de 1812, en Cádiz, cuya latitud N. es $36^{\circ}.31'$, se determináron las horas del cronómetro al ser medio dia verdadero por medio de alturas correspondientes, y su movimiento y estado absoluto se halláron del modo siguiente.

	<i>Medios dias verd. por el cronómetro.</i>	<i>Equacion de tiempo.</i>	<i>Medios dias medios por el cronómetro.</i>	<i>Atrasos del cronómetro.</i>	<i>Diferencias.</i>
Sept. 8	11h..51m..48s38	+ 2m..29s4	11h..54m..17s78	5m..42s22	— 12s14 en 3 dias.
11	11..50..59,22	+ 3..30,7	11..54..29,92	5..30,08	— 16,11 en 4
15	11..49..51,83	+ 4..54,2	11..54..46,03	5..13,97	— 12,83 en 3
18	11..49..1,46	+ 5..57,4	11..54..58,86	5..1,14	— 13,31 en 3
21	11..48..11,27	+ 7..0,9	11..55..12,17	4..47,83	— 12,25 en 3
24	11..47..21,22	+ 8..3,2	11..55..24,42	4..35,58	

Luego partiendo las diferencias por el número de dias correspondiente.

Movimiento diario de adelanto.

del 8 al 11.	4s04
del 11 al 15.	4,03
del 15 al 18.	4,28
del 18 al 21.	4,44
del 21 al 24.	4,08

Suma. 20,87

Movimiento diario de adelanto medio (partiendo por 5). 4,17

Resulta que el estado absoluto de atraso del cronómetro era en el meridiano de Cádiz, al medio dia del 24 de Septiembre, + 4m..35s58, ó despreciando los centésimos de segundo, + 4m..35s6; y su marcha, ó movimiento diario de adelanto — 4s17, ó — 4s2.

Si se quiere reducir este estado absoluto á otro meridiano, por exemplo al de Greenwich, sería menester aplicarle la diferencia de longitud, y la parte proporcional que le corresponde del movimiento diario, del modo siguiente.

Estado absoluto de atraso del cronómetro en Cádiz, } al medio dia medio 24 de Septiembre	+ 4m..35s58
Greenwich al E. de Cádiz $6^{\circ}.17'.15'' =$	+ 25..9,00
Atraso del cronómetro en Greenwich, el 24 á oh..25m..9s, tiempo medio.	+ 29..44,58
Parte proporcional del movimiento diario de adelanto — 4s17 á 25m..9s	+ 0,07
Estado absoluto de atraso del cronómetro en Greenwich, al medio dia medio 24 de Septiembre.	+ 29..44,65

(Nota 11.a)

PROBLEMA XVII.

Hallar el estado absoluto y la marcha de un cronómetro, por medio de alturas iguales observadas en la mañana y tarde de dos dias consecutivos, sin aplicar la equacion de las alturas correspondientes.

1. Hállense los promedios de las horas del cronómetro en cada serie de observaciones de mañana y tarde de los dos dias. Réstese la hora de la mañana del primer dia de la hora de la mañana del segundo dia, aumentada de 24h; hágase lo mismo con las horas de las alturas de ambas tardes, para tener otro intervalo de tiempo entre estas observaciones.

2. Súmense los dos intervalos, y hállese la diferencia entre la suma y 48h; la semidiferencia será el adelanto diario del cronómetro si la suma excede á 48h, ó el atraso diario si resulta menor.

3. Sáquese la diferencia de los dos intervalos hallados, y el intervalo entre las horas de mañana y tarde de las observaciones del primer dia. Súmense los logaritmos de estos dos intervalos, reducidos á segundos, con el logaritmo constante 4.46143; la suma, quitando las decenas á la característica, será el logaritmo de una correccion que se ha de añadir ó restar al semi-intervalo entre las observaciones del primer dia, segun que el intervalo entre las observaciones de las mananas sea mayor ó menor que el intervalo entre las observaciones de las tardes; la suma, ó diferencia, añadida á la hora de la primera mañana, dará la hora del medio dia verdadero del primer dia de la observacion en el cronómetro.

4. Con esta hora se hallará el estado absoluto del cronómetro, aplicándole la equacion de tiempo correspondiente, segun las reglas dadas en el problema anterior.

EXEMPLO.

El 5 y 6 de Octubre de 1812, en Palérmo, cuya latitud N. es 38°..7', y longitud E. 19°..37'..30", se observáron quatro séries de alturas del sol, siendo el promedio de todas 41°..10', y los promedios de las horas del cronómetro se deduxéron del modo siguiente.

	<u>Horas de la mañana.</u>		<u>Horas de la tarde.</u>
Octubre 5.	8h..35m..48s		2h..31m..35s
6.	8..38..19		2..28..12
Intérvalos.	{ 24..2..31 23..56..37		23..56..37
Suma	47..59..8 48		
Diferencia	52		
Semi-diferencia.	26	Movimiento diario de atraso.	
Diferencia entre los intérvalos	5..54	Log.	2.54900
Intérvalo entre las observac. del día 5.	5..55..47	= 21347 . Log.	4.32934
		Log. constante	4.46143
Semi-intérvalo	2..57..53,5		
Correccion	+ 21,9	Log. (suma)	1.33977
Hora de la 1. ^a observacion	8..35..48,0		
Medio dia verdadero el 5	11..34..3,4		
Equacion de tiempo	+ 11..33,8		
Medio dia medio en el cronómetro.	11..45..37,2		
Estado absoluto de atraso	+ 14..22,8		

NOTA.

Se puede usar de este método para averiguar el estado absoluto del cronómetro en dos medios días medios, separados por el intérvalo de algunos días, para deducir la marcha por su comparacion.

Tambien se puede aplicar esta fórmula, de un modo semejante, quando los días de la observacion de las alturas correspondientes iguales no son consecutivos, y están separados por el intérvalo de uno ó mas días. Si el intérvalo es de un día, la tercera parte de la diferencia, en lugar de la mitad (precepto 2.), será la marcha; si el intérvalo es de dos días lo será la quarta parte; y así sucesivamente por el mismo orden.

Para obtener las correcciones que se han de aplicar al semi-intérvalo entre las observaciones de un mismo día (precepto 3.), el logaritmo constante será, quando el intérvalo entre los días de las observaciones sea de un día 4.10924, quando sea de dos 3.85937, quando de tres 3.66555, quando de quatro 3.50718, y 3.37329 quando de cinco.

PROBLEMA XVIII.

Hallar el estado absoluto y marcha de un cronómetro, por medio de alturas absolutas del sol.

1. Obsérvese una série de alturas del sol, apuntando las horas del cronómetro en cada una; y sáquense los promedios de las alturas y horas.
2. Con la altura y demas datos hállese la hora verdadera en el lugar de la observacion (Problema VI.) y aplicándole la longitud hállese la hora verdadera en Cádiz (Problema I. precepto 1.).
3. Aplíquese á esta hora la equacion de tiempo, tomada en el almanaque, y resultará la hora de Cádiz en tiempo medio, que comparada con la hora del cronómetro dará su atraso ó adelanto en aquella época.
4. Repítase la misma operacion pocos dias despues.
5. Compárense los dos atrasos ó adelantos; y con su diferencia, y el tiempo pasado, determínese por proporcion el movimiento diario, que es el correspondiente á 24h de tiempo medio.
6. Hállese en la tabla XXXVIII. la parte proporcional del movimiento diario, para el intérvalo entre la segnda época y el medio dia siguiente, y aplicándola al estado absoluto de la segunda época, se tendrá el estado absoluto correspondiente á dicho medio dia siguiente en el meridiano de la Isla.

EXEMPLO.

El 13 de Julio de 1812, en Funchal, en la isla de Madera, cuya latitud N. es 32°..37' y longitud O. 10°..38'..15", se tomó una série de alturas del sol, y con su promedio, la latitud, y la declinacion, se calculó la hora verdadera 18h..49m..36s. El promedio de las horas del cronómetro, correspondientes á los instantes de las alturas, fué 21h..44m..58s.

El 19 del mismo mes se halló por el mismo estilo la hora verdadera 23h..19m..38s, siendo la del cronómetro 2h..13m..44s9.

Se desea saber el estado absoluto y marcha del cronómetro.

Primera observacion.

Hora verdadera, deducida de la observacion, Julio 13	18h..49m..36s
Longitud de Funchal al O. de Cádiz $10^{\circ}..38'..15'' =$	+ 42..33
<hr/>	
Hora verdadera en Cádiz	19..32..9
Equacion de tiempo	+ 5..22,0
<hr/>	
Hora en Cádiz, tiempo medio.	19..37..31,0
Hora en el cronómetro	21..44..58,0
<hr/>	
Adelanto del cronómetro	2..7..27,0

Segunda observacion.

Hora verdadera, deducida de la observacion, Julio 19	23..19..38
Longitud de Funchal O.	+ 42..33
<hr/>	
Hora verdadera en Cádiz, Julio 20.	2..11
Equacion de tiempo	+ 5..54,5
<hr/>	
Hora en Cádiz, tiempo medio	8..5,5
Hora en el cronómetro	2..13..44,9
<hr/>	
Adelanto del cronómetro	2..5..39,4

Comparacion.

Primera época, hora media en Cádiz, Julio 13	19..37..31,0
Segunda im. Julio 20	8..5,5
<hr/>	
Intervalo.	6 dias 4..30..34,5
<hr/>	
Adelanto del cronómetro en la 1. ^a época	2..7..27,0
Im. 2. ^a época	2..5..39,4
<hr/>	
Movimiento de atraso en el intervalo	1..47,6

Haciendo la siguiente proporcion: el intervalo es al movimiento, como 24h al cuarto término, se hallará el movimiento diario del cronómetro; este cálculo se puede hacer por logaritmos, del modo siguiente:

Logaritmo de 24h, ó 1440m	3.15836
Log. de 1m..47s6, ó 107s6.	2.03181
<hr/>	
Suma.	5.19017
Log. de 6d..4h..30m..34s5, ó 8910m6.	- 3.94990
<hr/>	
Movimiento diario de atraso 17s39.	Log. (residuo) 1.24027
<hr/>	
Intervalo desde la 2. ^a época al siguiente } medio dia medio 21 de Julio en Cádiz }	23h..51m..54s5
<hr/>	
Parte proporcional del movimiento diario á este intervalo	17,3
Adelanto del cronómetro en la segunda época	2..5..39,4
<hr/>	
Estado absoluto de adelanto del cronómetro respecto al } tiempo medio, al medio dia medio 21 de Julio en Cádiz }	2..5..22,1

PROBLEMA XIX.

Hallar la marcha de un cronómetro por medio de los pasos de una estrella por el meridiano.

1. Obsérvese el paso de una estrella por el meridiano, y nótese la hora del instante de la observacion en el cronómetro.
2. Repítase la operacion algunos dias despues.
3. Tómese en la tabla XXIII. la aceleracion de las estrellas fijas para el número de dias sidéreos que han pasado entre las dos observaciones, y réstese de la hora del primer paso por el cronómetro; el resultado será la hora que el cronómetro debiera señalar en el instante de la observacion del segundo paso, si anduviese enteramente acorde con el tiempo medio.
4. Sáquese la diferencia entre esta hora y la del segundo paso por el cronómetro; y partiéndola por el número de dias sidéreos que han pasado, será el cociente el movimiento diario.

EXEMPLO.

El 3 de Mayo de 1812, en Santander, se observó el paso de α de Libra por el meridiano, con un

anteojo de pasages , quando el cronómetro señalaba 10h.44m.41s; y el 10 del mismo mes se volvió á servir su paso á 10h.19m.21s por el cronómetro, cuya marcha se quiere averiguar.

Hora del paso por el cronómetro, dia 3 de Mayo.	10h.44m.41s.
Aceleracion en 7 dias.	— 0..27..38,4
<hr/>	
Hora que el cronómetro debió señalar en el paso del 10.	10..17..9,6
Hora que el cronómetro señaló en el paso del 10	10..19..21,0
<hr/>	
Movimiento de adelanto del cronómetro en 7 dias	2..11,4
Movimiento diario de adelanto	18,77

NOTA.

El plan que sigo no me permite entrar en los pormenores del modo de hacer estas observaciones. Sin embargo me parece conveniente advertir que los pasos de una estrella fija por el meridiano ofrecen un excelente modo de determinar la marcha de un cronómetro. Solo se necesita fixar un anteojo en direccion próxima al meridiano, ó en qualquiera otra, con tal que los hilos queden perpendiculares al movimiento diurno de la estrella; y la comparacion de observaciones sucesivas dará un resultado muy exácto. En este caso convendrá determinar el estado absoluto del cronómetro por alturas absolutas (Problema XVIII.).

PROBLEMA XX.

Hallar el estado absoluto y movimiento de un cronómetro en la mar, por observaciones de la distancia de la luna al sol ó á las estrellas.

1. Obsérvese una série de distancias de la luna al sol ó á una estrella, y de las alturas de ambos astros, apuntando las horas correspondientes del cronómetro. Con el antiguo estado absoluto y movimiento, determínese la hora en la Isla para la distancia media; calcúlese la distancia verdadera y la hora de la Isla en tiempo verdadero (Problema XXII.); dedúzcase la hora de Cádiz, y aplíquesele la equation de tiempo para obtener la hora media, que comparada con la del cronómetro manifestará su estado absoluto, respecto á aquel meridiano, en el instante de la observacion.

Convendrá repetir esta observacion varios dias sucesivos, para obtener un estado absoluto medio entre todos.

2. Algunos dias despues de esta operacion, repítase otra vez por el mismo estilo, y determínese el estado absoluto del cronómetro en una segunda época.

3. La diferencia de ambos estados absolutos será el movimiento del cronómetro respecto al tiempo medio en el intervalo determinado por las dos épocas; y con él se hallará por proporcion el movimiento diario.

4. Hállese el intervalo entre la segunda época y el medio dia siguiente; y aplicando al estado absoluto de la segunda época la parte proporcional del movimiento diario á dicho intervalo, que se puede hallar en la tabla XXXVIII, resultará el estado absoluto del cronómetro, para aquel medio dia, en el meridiano de Cádiz.

EXEMPLO.

El 15 de Junio de 1812, en la mar, se observó una série, cuyo promedio dió, á 9h.25m.48s por el cronómetro, la altura del limbo inferior del sol 42°.48', la altura del limbo superior de la luna 57°.57', y la distancia de los limbos próximos del sol y luna 79°.18'.55". La elevacion del observador era de 13 pies, y el cronómetro, segun la última observacion, estaba adelantado al tiempo medio en Cádiz sobre 2m.20s.

Hora media de las observaciones por el cronómetro, Junio 15. 9h.26m

Adelanto del cronómetro — 2

Hora media en la Isla 9..24

Equacion de tiempo (con signo contrario) — 0

Hora verdadera aproximada en la Isla. 9..24

Para esta hora, por el almanaque.

Semidiámetro del ☉ 15'.46"

Semidiámetro horizontal de la ☾ 14..55

Paralaxe horizontal de la ☾ 54..38

<u>Alt. obs. ☉</u>	<u>Alt. obs. ☾</u>	<u>Dist. obs. ☉☾</u>
--------------------	--------------------	----------------------

Depresion — 3..25	— 3..25
-----------------------------	---------	-----------

Semidiámetros. + 15..46	— 15.. 7	+ 30..53
---------------------------------	----------	----------

Alt. y dist. apar. 43.. 0	57..38	79..49..48
-----------------------------------	--------	------------

Alt. ap. ☉ 43°.. 0'
 Alt. ap. ☾ 57..38 (Par. hor. 54'.38")

Arg. aux.	Suma de alturas aparentes. 100°.38'	N. I.	82101
	Correc. compl. alt. \odot . . . + 59.. 6''		35
25'..16''	Correc. alt. \odot + 28..19		
18	Parte proporcional. . . + 21		
3			
25..37	Suma correg. de alt. . . . 102.. 5..46	N. II.	07478
			66
	Distancia aparente. 79..49	N. III.	25433
			57
	Segundos reservados. 48		
	Distancia corregida. 79..20..56	N. IV.	(suma) 15170
			4905
	Distancia verdadera. 79..21..44		
	Distancias, Junio } á 9h. 79..10..45	Dif. 0°..10'..59'' . L. P.	121454
	15 en la Isla. } á 12h. 80..33..27	Dif. 1..22..42 . L. P.	33777
	Hora verdadera en la Isla. . . . 9h.23m.54 ^s	L. P. (dif.)	87677
	Cádiz al O. de la Isla. — 21,5		
	Hora en Cádiz tiempo verdadero. 9..23..32,5		
	Equacion de tiempo. + 3,9		
	Hora en Cádiz, tiempo medio. . . 9..23..36,4		
	Hora media del cronómetro. . . . 9..25..48,0		
	Adelanto del cronómetro. 2..11,6		

En los días sucesivos se hicieron otras observaciones de distancias de la luna al sol y á las estrellas, cuyos resultados fueron los siguientes.

1812	D.	H.	Por distancias de la \odot á		m s
Junio.	15.	9 $\frac{1}{2}$	\odot	Adelanto del cronómetro.	2..12
	15.	14	Espiga.	Im.	2.. 4
	16.	10 $\frac{1}{4}$	\odot	Im.	1..56
	16.	14 $\frac{3}{4}$	Antáres.	Im.	1..48
	16.	15	Régulo.	Im.	2..41
	17.	9 $\frac{1}{4}$	\odot	Im.	1..49
	17.	14 $\frac{1}{4}$	Antáres.	Im.	2..12
	17.	14 $\frac{1}{2}$	Régulo.	Im.	2..22
	18.	11	\odot	Im.	2..50
	18.	14 $\frac{1}{2}$	Régulo.	Im.	2..21
	18.	14 $\frac{3}{4}$	Antáres.	Im.	1..59
	20.	16	Aguila.	Im.	1..30
	20.	16 $\frac{1}{2}$	Espiga.	Im.	1..42
	230.	6.		Sumas.	27..26
	17.	17.		Promedios (partiendo por 13).	2.. 7

Luego el 17 de Junio á 17h estaba el cronómetro adelantado respecto al tiempo medio, en el meridiano de Cádiz, 2m..7s.

Por observaciones semejantes hechas algunos días despues, se averiguó que el 2 de Julio, á 21h, estaba adelantado el cronómetro en el mismo meridiano, respecto al tiempo medio, 3m..24s.

De que se infiere que en 15d..4h ha tenido el cronómetro 1m..17s de movimiento en adelanto; y por proporcion se deducirá el movimiento diario de adelanto 5s08.

El intervalo entre la segunda época, 2 de Julio á 21h, y el siguiente medio día, es 3h, y su parte proporcional del movimiento diario se hallará ser de 0s64; por consiguiente el estado absoluto de adelanto del cronómetro, el medio día 3 de Julio en Cádiz, será 3m..24s6.

NOTA.

La regla antecedente me fué comunicada por mi amigo el capitan Huddart, que la ha practicado ventajosamente en sus navegaciones. Su utilidad se reconocerá en muchas ocasiones, particularmente en la de tener que averiguar si la marcha del cronómetro ha padecido alguna irregularidad, en una campaña larga; y para determinarle nuevo estado absoluto y movimiento, quando se ha parado por falta de cuerda. Este método dará resultados mas exáctos que á la presente despues del año de 1812, porque los almanaques náuticos de los años 1813 y siguientes están calculados con las excelentes tablas solares de Delambre, y las tablas lunares de Bürg, que son superiores en precisión á quantas ahora existen. (*)

(*) Los almanaques náuticos Españoles, desde el de 1818, están calculados con las tablas lunares construidas por Burckhardt y publicadas en 1812, que todavia aventajan en exáctitud á las de Bürg.

PROBLEMA XXI.

Hallar la longitud en la mar por medio de un cronómetro, cuyo estado absoluto y marcha se han determinado anteriormente.

1. Obsérvese una serie de alturas del sol, en circunstancias favorables para la determinación de la hora (Tabla XXIV), apúntense las horas que señale el cronómetro en ellas, y sáquese el promedio de alturas y horas.
2. Aplíquese á la hora media del cronómetro su estado absoluto, segun su signo, y la correccion de su marcha, desde el medio dia del arreglo hasta el dia y hora de la observacion, reducida á aquel meridiano, lo que producirá la hora de él en tiempo medio.
3. Con la altura del sol y demas datos calcúlese la hora verdadera abordo (Problema VI.), aplíquesele la equacion de tiempo, que se toma en el almanaque al mismo tiempo que la declinacion, y resultará la hora en tiempo medio.
4. Comparando la hora media de abordo con la del meridiano del arreglo del cronómetro (precepto 2), se tendrá la diferencia de longitud respecto á él.

EXEMPLO.

Supongamos que un buque navegaba con el cronómetro de que se trató en el problema XVI., cuyo estado absoluto de atraso el 24 de Septiembre de 1812 en Cádiz era + 4m.35s58, y el movimiento diario de adelanto — 4s17; y que el 20 del siguiente mes de Octubre, en la mar, en latitud N. 36°..34' y longitud de estima O. 20°..47', se hicieron las observaciones siguientes, siendo la elevacion del observador 18½ pies.

Alturas observadas ☉	Horas del cronómetro.
26°..25'..15"	22h..6m..37s
34..15	7.. 15,5
43..45	7.. 56
Sumas 103..15	48,5
Promedios. 26..34..25	22.. 7.. 16,2

De las cuales se quiere deducir la longitud.

Altura observada ☉	26°..34'..25"
Depresion	— 4.. 4
Semidiámetro.	26..30..21
	+ 16.. 6
Correc. de alt. apar.	26..46..27
	— 1..45
Altura verdadera ☉	26..44..42

Hora del cronómetro en el promedio de las alturas, Octubre 20.	22h..7m..16s2
Estado absoluto de atraso	+ 4.. 35,6
Hora aproximada en Cádiz.	22..11.. 51,8
Intervalo desde el medio dia 24 de Sept. hasta esta hora 26d..22h..11m..51s8	6 26.. 22..12
El movimiento diario—4s17 en 26d asciende á	1..48,4
y su parte proporcional á 22h..12m	3,9
Hora en Cádiz, tiempo medio, en el instante de la observacion, por el cronómetro.	22.. 9.. 59,5
Para esta hora por el almanaque, equacion de tiempo.	— 15.. 15,0
Declinacion del ☉ S.	10°..43'.. 54"
Distancia polar del ☉	100°..43'..54" . L. cosec. 0.00767
Latitud	36..34..00 . L. sec. 0.09520
Altura verdadera ☉	26..44..42
Suma	164.. 2.. 36
Semisuma	82.. 1.. 18 . L. cos. 9.14238
Diferencia	55..16..36 . L. seno 9.91483
Horario oriental del ☉	2h..58m.46s9 . L. verso (suma) 9.16008
Hora abordo, tiempo verdadero.	21.. 1.. 13,1
Equacion de tiempo	— 15.. 15,0

Hora abordo, tiempo medio 20h..45m..58s1

Hora en Cádiz, tiempo medio. 22..9..59,5

Longitud por el cronómetro (dif.). $1..24..1,4 = 21^{\circ}.0'.21''.0$.

PROBLEMA XXII.

Hallar la longitud en la mar, por la distancia observada del limbo iluminado de la luna al próximo del sol, ó á una estrella, y las alturas de ambos astros observadas al mismo tiempo. ()*

1. Con la hora aproximada de abordo y la longitud de estima, hállese la hora reducida; y para ella tómese en el almanaque la declinacion y semidiámetro del sol, y la paralaxe y semidiámetro horizontal de la luna; y tambien la ascension recta del sol, quando la distancia se observa a una estrella, por cuya altura se ha de calcular la hora. (Problema I.)

2. Con las alturas observadas dedúzcanse las alturas aparentes de los centros al minuto próximo. (Problema II.)

3. A la distancia observada se suma el semidiámetro de altura de la luna (tabla V.), y el semidiámetro del sol. Si la distancia se observó á una estrella se le suma el semidiámetro de altura de la luna, si se tomó con el limbo próximo, y se le resta si fué con el distante, para obtener la distancia aparente central.

Súmense las alturas aparentes.

4. Tómese en la tabla VII. la correccion complemental correspondiente á la altura aparente del sol ó estrella, y en la tabla VIII. la correccion de la altura aparente de la luna, correspondiente á los minutos de la paralaxe horizontal, y la parte proporcional para sus segundos; súmese todo con la suma de alturas aparentes, y se tendrá la suma corregida de alturas.

Al tiempo de tomar la correccion de la tabla VIII. se saca el argumento auxiliar de la tabla IX., que se encuentra en la página opuesta.

5. Tómese en la tabla X. el número I. correspondiente á la suma de alturas aparentes y á los minutos del argumento auxiliar, y la parte para los segundos de éste; el número II. (que se halla á la una ó dos ojas del número I.) correspondiente á la suma corregida de alturas, y la parte para sus segundos; y el número III., correspondiente á los grados y minutos de distancia aparente (cuyos segundos se reservan) y á los minutos del argumento auxiliar, y tambien la parte para los segundos de este argumento. Déxese el libro abierto en aquel sitio. Súmense los tres números y sus partes de segundos, y búsquese en la página donde está abierto el libro, ó en una de las contiguas, la distancia corregida correspondiente á la suma, en el número IV., la qual, con la adición de los segundos reservados de la distancia aparente, será la distancia verdadera de la luna al sol ó estrella. (**)

6. Búsquese en el almanaque las dos distancias correspondientes que comprehenden á la calculada; hállese su diferencia, y la diferencia entre la primera de ellas y la distancia verdadera. Tómese en la tabla XIV. los logaritmos proporcionales de estas dos diferencias; réstense, y buscando el residuo en dichos logaritmos, véase la hora, con sus minutos y segundos, que le corresponde. Esta, añadida á la de la primera distancia del almanaque, será la hora verdadera de la Isla en el instante de la observacion.

7. Con la altura del sol ó de la estrella, y demas datos, calcúlese la hora verdadera de abordo. (Problemas VI. y VII.).

8. La diferencia entre la hora de la Isla y la de abordo, reducida á grados y minutos, producirá la longitud del buque quando se observó la distancia, que será oriental ú occidental, segun que la hora de abordo resulte mayor ó menor que la de la Isla. Esta longitud se reducirá al meridiano de Cádiz, aplicándole los $21^{\circ}5'$ ó $5'.22''$ que está al O. del meridiano del Observatorio Real de la Isla de Leon.

NOTA.

Se ha supuesto que las alturas y distancias se observáron á un mismo tiempo, lo que requiere tres observadores; pero uno solo puede hacer la observacion por sí, tomando algunas alturas ántes y despues de la observacion de las distancias, y apuntando la hora que señala el relox en cada una: despues se deducen por proporcionales las alturas de sol y luna correspondientes á la hora de la distancia media.

EXEMPLO I.º

El 18 de Abril de 1812, á las $3h\frac{1}{2}$ poco mas ó ménos, en latitud S. $0^{\circ}.31'$ y longitud de estima O. $09'$, se hicieron las observaciones siguientes para hallar la longitud verdadera del buque; la elevacion del observador era de 20 pies, el error del índice del instrumento con que se observó la distancia— $14''$, y el de la altura del sol + $1'.9''$.

(*) Convendrá observar en corto intervalo varias distancias, y hacer uso del promedio de cada serie, como de los de las alturas y horas del relox.

(**) Adviértase que como los números I. y II., lo mismo que los III. y IV., se hallan en una misma abertura del libro, ó en las páginas inmediatas, y el argumento auxiliar y correccion de la altura de la luna se hallan al mismo tiempo, solo se necesita ojear el libro quatro veces para todo el cálculo de la distancia verdadera, inclusa la correccion de refraccion y paralaxe de las alturas aparentes.

	<u>Alt. obs. ☉</u>	<u>Alt. obs. ☿</u>	<u>Dist. obs. ☾☾</u>	Hora aprox. abordo . . . 3h..32m
	36°..17'..40"	45°..49'..51"	94°..29'..50"	Longitud O. . . . + 5..56
	36..8..17	45..17..15	30..5	Hora estim. en la Isla. . . 9..28
	35..59..0	45..4..30	30..30	
Sumas . . .	24..50	17..51..0	25	Para esta hora, por el almanaque
Prom. (partiendo por 3).	36..8..17	45..57..0	94..30..8	Declin. del ☉ N. 11°..00'..52"
Errores del índice . . .	+ 1..9	. . . . .	- 14	Semidiámetro ☉ . . . 15..56
Depresion	- 4..13	- 4..13	. . . . .	Sem. hor ☾ 15..11
Semidiámetros.	+ 15..56	- 15..22	+ 31..18	Par. hor. ☾ 55..39
Alturas y distancia apar.	36..21..9	45..37..25	95..1..12	
Correc. alt. ap. ☉ . . .	- 1..10			
Altura verdadera del ☉	36..19..59			
Alt. ap. ☉	36°..21'			
Alt. ap. ☾	45..37 (Par. hor. 55'..39")			
Arg. aux. {	Suma de alt. ap.	81..58	N. I.	61803
21'..41"	Corr. compl. alt. ☉	+ 58..50"		0
16	Corr. alt. ☾	+ 37..32		
3	Parte prop.	+ ..28		
22..0	Suma correg. de alt.	83..34..50	N. II.	29084
	Distancia apar.	95..1	N. III.	86430
	Segundos reserv.	12		48
	Distancia corregida.	94..26..24	N. IV.	(suma) 77413
	Distancia verdadera.	94..26..36		299
	Distancias, Abril } á 9h.	94..11..37	Dif. 0°..14'..59" . L. P. 107966	114
	18 en la Isla. } á 12h.	95..37..25	Dif. 1..25..48 . L. P. 32179	
	Hora verdadera en la Isla (+9h).	9h..31m.26s.	L. P. (dif.) 75787	
	Distancia polar del ☉.	101°..0'..52"	L. cosec.	0.00807
	Latitud.	0..31..0	L. sec.	0.00002
	Altura verdadera del ☉.	36..19..59		
	Suma.	137..51..51		
	Semisuma	68..55..55	L. cos.	9.55567
	Diferencia	32..35..56	L. seno.	9.73139
	Hora verdadera abordo	3h..30m.58s5	L. verso.	9.29515
	Hora verdadera en la Isla. . . .	9..31..26		
	Dif. de mrno. O. de la Isla. . . .	6..0..27,5		
	Cádiz al O. de la Isla	- 21,5		
	Longitud observada O. de Cádiz.	6 6 = 90°..1'..30"		

EXEMPLO. 2.º

El 17 de Mayo de 1812 á 6h..25m, en latitud S. 23°..12' y longitud estimada O. 59°, se observaron las siguientes distancias del limbo distante de la ☾ á la *Espiga de Virgo*, para determinar la longitud verdadera. Elevacion del observador 20 pies. Errores del índice de los instrumentos: distancia + 8", estrella - 21'..50" y luna + 5'..0".

	<u>Alt. obs. *</u>	<u>Alt. obs. ☽</u>	<u>Dist. obs. ☾*</u>	Hora abordo 6h..25m
	42°..33'..30"	78°..7'..15"	57°..20'..45"	Long. O. 59° = + 3..56
	42..52..15	78..3..0	20..0	
	43..13..0	77..58..30	19..15	Hora en la Isla. 10..21
Sumas	8..38..45	8..45	0	

Promedios	42°..52'..55''	78°..2'..55''	57°..10'..0''	Para esta hora, por el almanaque
Errores del índice	- 21..50	+ 5..0	+ 8	
Depresion	- 4..13	- 4..13	0	Semid. hor. ☾ 15'..2''
Semidiámetro ☾		+ 15..16	- 15..16	Par. hor. ☾ 55..2
Alt. y dist. ap.	42..26..52	78..18..58	57..4..52	
Correc. alt. ap. *	- 1..2			
Alt. verdadera *	42..25..50			

Alt. ap. * 42°..27'
 Alt. ap. ☾ 78..19 (Par. hor. 55'..2'')

Arg. aux.	29'..57''	1	0	.58	Suma de alt. ap.	120..46.	N. I.	03792
					Correc. compl. alt. *	+ 58..58		9
					Correc. alt. ☾	+ 10..58		
					Parte prop.	+ 0		
					Suma correg. de alt.	121..55..56	N. II.	85960
					Distancia aparente	57..4	N. III.	64300
					Segundos reservados	52		17
					Distancia corregida	56..55..49	N. IV.	54341
					Distancia verdadera	56..56..41		142
					Distancias, Mayo } á 9h.	57..39..53	Dif. 0°..43'..12'' . L. P.	61979
					17 en la Isla. } á 12h.	56..8..58	Dif. 1..30..55 . L. P.	29663
					Hora verdadera en la Isla (+ 9).	10h.25m.32s	L. P. (dif.)	32316

Por el almanaque náutico, para esta hora, ascension recta del ☉ 3h..37m..58s
 Por la tabla XXII, ascension recta de la Espiga de Virgo. 13..15..19
 y su declinacion S. 10°..10'..29''

Distancia polar de la *	79°..49'..31''	L. cosec.	0.00688
Latitud	23..12..0	L. sec.	0.03662
Altura verdadera *	42..25..50		

Suma	145..27..21		
Semisuma	72..43..40	L. cos.	9.47261
Diferencia.	30..17..50	L. seno	9.70286

Horario oriental de la *	3h..12m..5s	L. verso.	(suma) 9.21899
Ascension recta de la *	13..15..19		

Ascens. recta del meridiano (dif.)	10..3..14
Ascension recta del ☉	3..37..58

Hora verdadera abordo (dif.).	6..25..16
Hora verdadera en la Isla.	10..25..32

Dif. de mrno. O. de la Isla.	4..0..16
Cáuz al O. de la Isla.	- 21,5

Longitud observada O. de Cádiz. 3..59..54,5 = 59°..58'..38''

ESCOLIO I.

En las reglas precedentes se halla la hora verdadera de abordo, para el momento de la observacion de la distancia, por medio de la altura del sol tomada entónces; pero tambien se puede determinar la hora verdadera valiéndose de un reloj, cuyo atraso ó adelanto se averigua antes ó despues, por medio de una série de alturas. Corrigiendo la hora del reloj al tomar la distancia de su estado absoluto respecto al tiempo verdadero, y de la parte de su movimiento, si éste y el intervalo son de alguna consideracion, se tendrá la hora verdadera de abordo para el instante de la distancia; y comparándola con la hora de la Isla, como se explicó ántes, resultará la longitud para el meridiano donde se observó el horario.

En tales casos la altura del sol se puede tomar en las mejores circunstancias para la determinacion de la hora, ya ántes ya despues de la observacion de la distancia. Este método tendrá particular utilidad quando la altura del sol, observada con la distancia, sea desventajosa; y quando lo sea la de la estrella, ó tenga alguna pequeña incertidumbre, porque una altura puede producir un error de consideracion en la hora que

por ella se deduzca, aunque tenga la exactitud suficiente para el cálculo de la distancia verdadera.

EXEMPLO 1.º

El 7 de Diciembre de 1812, en latitud S. 53°.29', y longitud estimada O. 164°, á 20h.21m se observaron las siguientes alturas del márgen inferior del sol. Elevacion 20 pies. Error del índice del instrumento — 3'..14".

<u>Horas del reloj.</u>	<u>Alt. obs. ☉</u>		<u>h m</u>
20h..20m..30s	38°..35'..10"	Hora aproximada abordo.	20..21
20..56	39..15	Longitud O. 164°=	+ 10..56
21..24	43..10	Hora en la Isla, día 8.	7..17
<u>Sumas.</u>	<u>117..35</u>		
<u>Promedios . 20..20..57</u>	<u>38..39..12</u>	Para esta hora, por el almanaque.	
Error del índice.	— 3..14	Declinacion del ☉ S.	22°..47'..27"
Depresion.	— 4..13	Semidiámetro ☉.	16..16
Semidiámetro ☉.	+ 16..16		
Altura apar. ☉	38..48..1		
Correc. de alt. ap.	— 1..11		
<u>Altura verdadera ☉</u>	<u>38..46..50</u>		
Distancia polar del ☉	67..12..33	L. cosec.	0.03531
Latitud.	53..29..0	L. sec.	0.22544
Altura verdadera ☉	38..46..50		
Suma	159..28..23		
Semisuma	79..44..11	L. cos.	9.25085
Diferencia	40..57..21	L. seno.	9.81656
Horario oriental del ☉	3h..39m..49s	L. verso. (suma)	9.32816
	24		
Hora verdadera abordo, día 7.	20..20..11		
Hora del reloj.	20..20..57		
<u>Adelanto del reloj.</u>	<u>— 46</u>		

El mismo día, pocos minutos ántes que el sol llegase al meridiano, y en longitud estimada O. 164°.4', se hicieron las observaciones siguientes para hallar la longitud verdadera. Las horas que se apuntan son las del reloj arreglado ántes, cuya correccion de movimiento se juzgó despreciable. Elevacion 20 pies. Errores de los instrumentos: distancia + 4'..13", sol — 3'..0" y luna — 58".

<u>Horas del reloj.</u>	<u>Alt. obs. ☉</u>	<u>Alt. obs. ☽</u>	<u>Dist. obs. ☉☽</u>
23h..54m..25s	59°..9'	28°..28'	57°..40'..15"
55..16	9	34	25
56..33	9	44	45
<u>Sumas.</u>	<u>16..14</u>	<u>106</u>	<u>85</u>
<u>Promedios.</u>	<u>23..55..25</u>	<u>59..9</u>	<u>28..35..20</u>
Errores del índice.	— 3	— 58	+ 4..13
Depresion	— 4..13	— 4..13	. . . . .
Semidiámetros.	+ 16..16	— 15..42	+ 31..58
<u>Alturas y distancia aparentes</u>	<u>59..18..3</u>	<u>28..14..26</u>	<u>58..16..39</u>
Hora abordo, por el reloj, para la distancia media.			23h..55m..25s
Adelanto anterior.			— 46
Hora verdadera en el meridiano del horario.			23..54..39
Longitud estimada entónces 164°. O.			+ 10..56
<u>Hora en la Isla, día 8.</u>			<u>10..51</u>

Para esta hora, por el almanaque { semidiámetro hor. de la ☾ 15'..35"
 paralaxe horizontal de la ☾ 56'..56"

Alt. ap. ☉ 59°..18'
 Alt. ap. ☾ 28..14 (Par. hor. 56'..56')

Arg. aux.	Suma de alt. ap. 87..32	N. I.	57266
14'..23"	Correc. alt. ☾ + 47..34		
16	Part. prop. + 49		
4	Suma correg. de alt. 89..19..53	N. II.	29085
14..43	Distancia aparente. 58..16	N. III.	34
			77748
			189
	Segundos reserv. 39		
	Distancia corregida. 57..36..40	N. IV. (suma)	64338
			173
	Distancia verdadera. 57..37..19	Dif. 0°..56'..36". L. P.	50246
	Distancias, Diciembre 8 } á 9h 56..40..43	Dif. 1°..30'..33" . L. P.	29838
	Hora verdadera en la Isla (+ 9h). 10h..52m..31s	L. P. (dif.)	20408
	Hora, día 7, en el meridiano del horario. 23..54..39		
	Dif. de mrno. O. de la Isla. 10..57..52		
	Cádiz al O. de la Isla. - 21,5		
	Longitud del meridiano en que se observó el horario al O. de Cádiz. } 10..57..30,5 = 164°..22'..37".		

EXEMPLO. 2.º

El 20 de Septiembre de 1812, á 12h..50m, en longitud estimada O. 175°..13', se observáron las siguientes alturas y distancias de *a de Aries* y la luna, para determinar la longitud verdadera. Elevacion 22 pies. Errores del índice de los instrumentos: distancia + 2'..9", luna - 1'..0" y estrella - 30".

Horas del reloj.	Alt. obs. *	Alt. obs. ☽	Dist. obs. ☾*
13h.. 2m..57s	43°.. 9'	67°..23'	45°..44'..45"
3..54	19	12	44..15
4..45	27	4	43..45
Sumas. 11..36	55	39	45
Promedios. 13.. 3..52	43..18..20"	67..13.. 0"	45..44..15
Errores del índice. - 30		- 1.. 0	+ 2.. 9
Depresion - 4..24		- 4..24	
Semidiámetro ☾		- 16..53	- 16..53
Alturas y distancia aparentes	43..13..26	66..50..43	45..29..31

Hora aproximada abordó. 12h..50m

Longitud O. 175°..13' = + 11..41

Hora en la Isla, día 20. 0..31

Para esta hora, por el almanaque: Semidiámetro hor. ☾ 16'..37". Par. hor. ☾ 60'..52".

Alt. ap. * 43°..13'
 Alt. ap. ☾ 66..51 (Par. hor. 60'..52")

Arg. aux.	Suma de alt. ap. 110.. 4	N. I.	37567
30'..44"	Corr. alt. ☾ + 23..12		
28	Parte prop. + 20		
0	Suma correg. de alt. 111..26..32	N. II.	50610
31..12	Distancia aparente. 45..29	N. III.	127
			09862

Segundos reserva	31			71
Distancia corregida	26..34	N. IV.	(suma).	98379
Distancia verdadera	25..27..5			261
Distancias, Sept. } á oh.	5..46..16	Dif. 0°..19'..11"	L. P.	97235
20 en la Isla } á 3h.	44..00..54	Dif. 1..45..22	L. P.	23257
Hora verdadera en la Isla	oh..32m.46s.	L. P.	(dif.).	73978

Y la mañana siguiente á 19h..15m, en latitud S. 20°..25', se observaron las siguientes alturas del limbo inferior del sol, para arreglar el reloj de que se hizo uso. Elevacion 22 pies. Error del instrumento—28".

<u>Hs. del reloj.</u>	<u>Alt. obs. ☉</u>		
19h..25m..38s	16°..16'..0"	Hora del reloj en la obs. del horario.	19h..26m
25..58	19..45	Hora del reloj en la obs. de la distancia.	13..4
26..29	25..0	Diferencia.	6..22
<u>Sumas</u>	<u>18..5</u>	Hora en la Isla, corresp. á la obs. de la dist.	00..
Promedios. 19..26..2	16..20..15	Hora en la Isla, corresp. á la obs. del horario.	6..53
Error del índice	— 28	Para esta hora, por el almanaque.	
Depresion	— 4..24	Declinacion del ☉ N.	0°..56'..37"
Semidiámetro ☉	+ 15..58	Semidiámetro del ☉	15..58
Altura aparente ☉	16..31..21		
Correc. de alt.	— 3..2		
Altura verdadera ☉	16..28..19		
Distancia polar del ☉	90°..56'..37"	L. cosec.	0.00006
Latitud.	20..25..0	L. sec.	0.02818
Altura verdadera ☉	16..28..19		
Suma	127..49..56		
Semisuma	63..54..58	L. cos.	9.64314
Diferencia	47..26..39	L. seno.	9.86724
Horario oriental del ☉	4h..48m..4s	L. verso. (suma).	9.53862
Hora verdadera abordó.	19..11..56		
Hora del reloj.	19..26..2		
Adelanto del reloj.	— 14..6		
Hora del reloj en la distancia media.	13..3..52		
Hora verdadera abordó, correspondiente á la distancia media en el meridiano del horario.	12..49..46		
Hora verdadera en la Isla.	00..32..46		
Diferencia de meridiano al O. de la Isla en el instante de la observacion del horario.	11..43..0		
Cádiz al O. de la Isla.	— 21,5		
Long. observ. O. de Cádiz, á 19h..12m..11..42..38,5 =	175°..39'..37"		

ESCOLIO. II.

Se ha supuesto hasta ahora que las alturas que sirven para la correccion de la distancia se observaron al mismo tiempo que ella; pero si ésto no se puede executar, ó si por estar la noche oscura ó el horizonte ofuscado no se quieren tomar por falta de confianza, se puede calcular las alturas verdaderas y aparentes (Problemas VIII. y IX.), y por ellas concluir la longitud siguiendo las reglas antecedentes.

EXEMP. O.

El 26 de Julio de 1812 á 5h.8m, en latitud N. 29°..57' y longitud estimada O. 107°..33', se hicieron las observaciones siguientes para arreglar un reloj, cuyo movimiento de adelanto en 24h respecto al tiempo verdadero era 8s. Elevacion 18½ pies. Error del índice — 1".

Horas del reloj	Alt. obs. ☉	
5h..8m..41s	15°..2'..30"	Hora aproximada abordo. 5h..8m
8..59	14..59..15	Longitud O. 107°..33' = + 7..10
9..20	14..56..50	Hora aproximada en la Isla. 12..18
Sumas. 0	14..58..35	
Promedios . . 5..9..0	14..59..32	Para esta hora, por el almanaque.
Error del índice — 15		
Depresion — 4..4		Declinacion del ☉ N. 19°..19'..46"
Semidiámetro ☉ + 15..47		Semidiámetro del ☉ 15..47
Altura aparente ☉ 15..11..0		
Correc. de alt. ap. — 3..19		
Altura verdadera ☉ 15..7..41		
Distancia polar del ☉ 70..40..14	L. cosec. 0.02520	
Latitud 29..57..0	L. sec. 0.06225	
Altura verdadera ☉ 15..7..41		
Suma 115..44..55		
Semisuma 57..52..27	L. cos. 9.72573	
Diferencia 42..44..46	L. seno 9.83171	
Hora verdadera abordo 5h..33m..6s	L. verso. (suma). 9.64489	
Hora del reloj 5..9..0		
Atraso del reloj + 24..6		

La embarcacion contraxo despues 13' de diferencia de latitud N., y 18' de diferencia de longitud E.; y entónces, estando en latitud N. 30°..10' y longitud O. 107°..15', se observáron las siguientes distancias del limbo distante de la luna á Antáres. Las horas que se apuntan son las del reloj que se arregló ántes. El error del instrumento con que se midiéron las distancias es + 21".

Horas del reloj.	Dist. obs. ☾ *	
9h..8m..23s	97°..5'..40"	Hora del reloj en la observacion del horario . . 5h..9m..0s
9..6	6..0	Hora del reloj en la observacion de la distancia . 9..9..8
9..56	6..25	Intérv. 4h..0m..8s. Parte prop. del mov. 8s... — 1s
Sumas. 25	5	Atraso anterior + 24m..6 } + 24..5
Promedios . . 9..9..8	97..6..2	Hora verd. de la obs. de la dist. en el mrno. del hor. 9..33..13
Error del índice + 21		Longitud del mrno. del horario O. 107°..33' = + 7..10..12
Semidiám. ☾ en alt. — 16..21		Hora en la Isla 16..43..25
Distancia aparente 96..50..2		

Para esta hora, por el almanaque y tabla XXII.

Ascension recta del ☉	8h..25m..2s
Ascension recta de la ☾ 345°..0'7" =	23..0..3
Declinacion de la ☾	7°..47'..8"
Semidiámetro horizontal de la ☾	16'..16"
Paralaxe horizontal de la ☾	59..34
Ascension recta de Antáres	16h..17m..56s
Declinacion de Antáres S.	26°..0'..0"

Hora verd. en el mrno. de la obs. del horario 9h..33m..13s
 Dif. de long. del de la obs. de la distancia al E. 18' = + 1..12

Hora verd. en el mrno. de la obs. de la distancia	9h..34m..25s	
Ascension recta del ☉	8..25..2	
Asc. recta del mrno. . 17h..59m..25s	17..59..27	
Asc. recta de la * . 16..17..6	23..0..3	
Horarios	1..41..31 . L. verso	8.68354
Declinaciones	26°..0'	L. cos. 9.95366
Latitud	30..10	L. cos. 9.93680
Distancia mrna.	4..10	L. sec. (a) 0.00115

L. verso A (sum.) 8.57515 9.53717
 L. sec. A. (b) . . . 0.03395 (b) 0.50721

Alturas verdaderas . . 67..16..22 . L. cosec. (a + b)	0.03510	16..42..49 (a+b)	0.54123
Correc. de alt. ap. + 23		{ 53'..23" }	-53..56
Alturas ap. aprox. . . 67..16..45			15..48..53
Correc. de alt. ap. + 23		{ 53..27 }	-54..0
Alturas aparentes . . 67..16..45			15..48..49

Alt. ap. * 67°..17'
 Alt. ap. ☾ 15..49 (Par. hor. 59'..34")

Arg. aux. {	Suma de alt. ap.	83..6	N. I.	80348
	Correc. compl. alt. *	+ 59..37		29
	Correc. alt. ☾	+ 53..27		
	Part. prop.	+ 33		
8'..25"				
5				
0				
8..30				
	Suma correg. de alt.	84..59..37 .	N. II.	04528
	Distancia aparente	96..50	N. III.	18442
	Segundos reserv. . . . .	. . . . . 2		29
	Dist. corregida	95..56..24 .	N. IV.	(suma) 03487

Distancia verdadera	95..56..26	Dif. 1°..0'..36" . L. P.	47280
Distancias, Julio } á 15h.	94..55..50	Dif. 1..46..25 . L. P.	22826
26, en la Isla. } á 18h.	96..42..15	L. P. (dif.)	24454
Hora verdadera en la Isla (+ 15h)	16..42m.30s		
Hora verdadera en el meridiano del horario. }	9..33..13		
Diferencia de meridiano O. de la Isla, cuando se observó el horario. }	7..9..17		
Cádiz al O. de la Isla.	- 21,5		

Longitud por la observ. á 5h..33m 7..8..55,5 = 107°..13'..52" O. de Cádiz.

NOTA.

La correccion que sirve para reducir á aparente la altura verdadera de la luna, es la misma que se ha de incluir despues en la adiccion que da la suma corregida de alturas, y el argumento auxiliar se puede tomar al mismo tiempo. La correccion complemental de la altura del sol ó de la estrella, que tambien se incluye en dicha suma, es el complemento á 1°. de la correccion que sirvió para la reduccion de la altura verdadera á aparente, y se puede obtener tomando su complemento de memoria, sin necesidad de buscarla en la tabla VII.

ÍNDICE.

TABLAS.

Tablas para corregir las alturas observadas del sol, luna y estrellas, y las distancias observadas de la luna al sol y á las estrellas.

	Páginas.
T. I. Depresion de horizonte	1
T. II. Depresiones á diferentes distancias del observador.	1
T. III. Correcciones para el desvío.	1
T. IV. Contracciones de los semidiámetros	1
T. V. Semidiámetros de altura de la luna.	2
T. VI. Correcciones (abstractivas) de las alturas aparentes del sol y estrellas.	4
T. VII. Correcciones complementales (aditivas) de las alturas aparentes del sol y estrellas	6
T. VIII. Correcciones (aditivas) de las alturas aparentes de la luna.	8
T. X. Argumentos auxiliares para la tabla X.	9
T. X. Número I. para la suma de alturas aparentes } y argumento auxiliar.	} 52
y Número III. para la distancia aparente.	
Número II. para la suma corregida de alturas.	
Número IV. para hallar la distancia corregida.	52
T. XI. Correcciones subtractivas de la paralaxe horizontal equatorial de la luna, por razon del aplanamiento terrestre.	352
T. XII. Correcciones aditivas á las distancias lunares por causa del aplanamiento de la tierra.	352
T. XIII. Logaritmos para calcular las correcciones que se han de restar á las distancias lunares, por razon del aplanamiento de la tierra.	352

Tablas logarítmicas, y tablas para convertir partes de círculo en tiempo, y á la inversa.

T. XIV. Logaritmos proporcionales.	354
T. XV. Logaritmos de los números naturales.	365
T. XVI. Logaritmos de los senos, cosenos, secantes y cosecantes, versos, coversos, suversos y sucoversos.	382
T. XVII. Para convertir signos en grados ú horas.	472
T. XVIII. Para convertir segundos de círculo en segundos y decimales de tiempo.	472
T. XIX. Para convertir decimales de un segundo de tiempo en segundos y decimales de círculo.	472

Tablas para varios usos.

T. XX. Diferencia entre la altura meridiana del sol y la que tiene un minuto ántes ó despues de medio dia	474
T. XXI. Multiplicadores para el uso de la tabla antecedente.	478
T. XXII. Catálogo de las estrellas principales, con sus ascensiones rectas y declinaciones, adaptadas al principio del año 1800.	479
T. XXIII. Aceleracion de las estrellas fijas en tiempo medio.	480
T. XXIV. Circunstancias en que es ventajoso observar la altura del sol para hallar la hora verdadera.	481
T. XXV. Diferencias entre 6h y la mitad del tiempo de la apariencia diurna de un astro sobre el horizonte	482
T. XXVI. Amplitudes del sol.	484
T. XXVII. Equaciones para el medio dia determinado por las alturas correspondientes.	486
T. XXVIII. Para convertir tiempo medio en partes de equador.	494
T. XXIX. Valor, en minutos del equador, de un grado de los respectivos paralelos en la esfera y elipsóide.	495
T. XXX. Valor, en minutos del equador, de cada grado de latitud en la elipsóide, y de la porcion de meridiano comprehendida entre el equador y los respectivos paralelos.	496
T. XXXI. Distancias del horizonte visible de la mar al observador, respecto á su elevacion sobre el agua, y á otros objetos, segun la cantidad que tienen de presa debajo del mismo horizonte.	497
T. XXXII. Correcciones que se han de aplicar al establecimiento de un puerto, para hallar la hora de la pleamar en qualquier dia intermedio entre el novilunio y plenilunio.	498

Tablas geográficas, que contienen las latitudes de los lugares, con sus longitudes contadas desde el meridiano del Observatorio Real de Greenwich, como tambien los establecimientos de las mareas en todos los parages que los tienen determinados.

T. XXXIII. Latitudes y longitudes de los lugares, &c.	500
---	-----

Tablas para trabajar la estima.

T. XXXIV. . Diferencias de latitud y apartamientos para quartas de rumbo y quartas partes de quarta. 24

T. XXXV. . Diferencias de latitud y apartamientos para los grados de rumbo. 547

T. XXXVI. . Partes meridionales. 585

T. XXXVII. . Latitudes reducidas para usarlas como argumento en la tabla antecedente, quando las partes meridionales se quieran en la elipsóide. 592

Tablas para facilitar el uso del almanaque náutico, que contienen partes proporcionales de las variaciones que se verifican en periodos de 24^h y 12^h, por longitud, ó qualquier otro intervalo de tiempo.

T. XXXVIII. Partes de las variaciones en 24^h y 12^h, proporcionales á otros intervalos. 594

T. XXXIX. . Equaciones de las segundas diferencias para 12^h. 604

Explicacion de las tablas, con problemas y exemplos.

Explicacion de las tablas.

Problemas y exemplos.

T. XL.

T. XLI.

T. XLII.

T. XLIII.

T. XLIV.

T. XLV.

T. XLVI.

T. XLVII.

T. XLVIII.

T. XLIX.

T. L.

T. LI.

T. LII.

T. LIII.

T. LIV.

T. LV.

T. LVI.

T. LVII.

T. LVIII.

T. LIX.

T. LX.

T. LXI.

T. LXII.

T. LXIII.

T. LXIV.

T. LXV.

T. LXVI.

T. LXVII.

T. LXVIII.

T. LXIX.

T. LXX.

T. LXXI.

T. LXXII.

T. LXXIII.

T. LXXIV.

T. LXXV.

T. LXXVI.

T. LXXVII.

T. LXXVIII.

T. LXXIX.

T. LXXX.

T. LXXXI.

T. LXXXII.

T. LXXXIII.

Advertencia.

La coleccion de tablas náuticas de D. José de Mendoza y Ríos, impresa en Lóndres en 1805 y 1809, es la mejor que hasta ahora se ha publicado, y proporciona métodos sumamente breves y exáctos para resolver todos los problemas del pilotage, preferibles á quantos se han inventado anteriormente. Los navegantes han hecho de ellas el debido aprecio, particularmente los marinos Españoles, entre los quales se halla su uso muy extendido.

Con el fin de facilitarlo á los que empiezen á exercitarse en el manejo de ellas, y carezcan de algun conocimiento de la lengua inglesa, he traducido en Español las explicaciones de la segunda edicion.

Existian entre nosotros algunas traducciones de la primera, pero todas ellas estaban, al parecer, hechas por personas ó poco inteligentes del ingles, ó de ningunos conocimientos matemáticos, por lo que resultaban llenas de equivocaciones. Yo he puesto el mayor esmero en que ésta salga lo más correcta posible; pero sin embargo no me lisonjeo de que se halle exênta de defectos.

Aunque me propuse desviarme lo ménos posible del original, no he podido evitarlo en todo: los Ingleses y los Españoles tenemos distintos primeros meridianos, diferentes almanaques náuticos, arreglados á ellos, y diversas medidas. Me ha sido preciso atender á estas variedades, para disponer la traduccion en los términos más fáciles y perceptibles, lo que me ha obligado á alterar algun tanto todos los exemplos del original, y he puesto en el caso me he extendido hasta acomodarlos al presente año de 1812 (*); con lo que se logra la ventaja de que en estos primeros años puedan, los que conserven el almanaque, resolverlos para comparacion, sin excusar operacion alguna.

No se ocultará á la mayor parte de los que lean esta explicacion que la idea del Autor ha sido disponerla, principalmente, para el uso de personas poco versadas en la parte teórica de la náutica, en cuyo caso se hallan algunos de los pilotos mercantes ingleses; por cuyo motivo exhibe todos sus preceptos sin dar la menor razon, y entra en algunos pormenores triviales, &c. Los que estén bien posesionados de ella comprenderán todas las reglas con la mayor facilidad, y solo necesitarán enterarse de una pequeña parte de esta explicacion.

A continuacion pongo reunidas varias notas. Las unas tienen por objeto aclarar algunos puntos, y las otras dar razon de las variaciones que por los motivos expresados he tenido que hacer al original. Las he puesto por separado para no hacer confusa la explicacion, y para que los que no necesiten enterarse de ellas, que serán los mas, las puedan pasar enteramente por alto.

NOTA. 1.a

Especifico que se han de observar con octante las alturas tomadas de espaldas á que la depression es aditiva, por que en las alturas obtusas tomadas de espaldas con sextante, quintante ó círculo, es subtractiva la depression.

Para usar de esta tabla de depresiones, de la siguiente y de la XXXI., téngase presente que el pié ingles es al español ó de Búrgos, como 32 á 35, y ántes de buscar el argumento en piés ingleses, hágase la reduccion por proporcional, ó por medio de la tabiilla siguiente.

P. E.	P. I.	P. E.	P. I.	P. E.	P. I.	P. E.	P. I.	P. E.	P. I.
1	0.9	22	20.1	59	53.9	122	111.6	185	169.1
2	1.8	23	21.0	62	56.7	125	114.3	188	171.9
3	2.7	24	21.9	65	59.4	128	117.0	191	174.7
4	3.7	25	22.8	68	62.2	131	119.8	194	177.4
5	4.6	26	23.8	71	64.9	134	122.5	197	180.1
6	5.5	27	24.7	74	67.7	137	125.3	200	182.8
7	6.4	28	25.6	77	70.4	140	128.0	203	185.6
8	7.3	29	26.5	80	73.1	143	130.7	206	188.3
9	8.2	30	27.4	83	75.9	146	133.5	209	191.1
10	9.1	31	28.3	86	78.7	149	136.2	212	193.8
11	10.0	32	29.3	89	81.4	152	139.0	215	196.6
12	11.0	33	30.2	92	84.1	155	141.7	218	199.3
13	11.9	34	31.1	95	86.8	158	144.5	221	202.0
14	12.8	35	32.0	98	89.6	161	147.2	224	204.8
15	13.7	38	34.7	101	92.3	164	149.9	227	207.6
16	14.7	41	37.5	104	95.1	167	152.7	230	210.3
17	15.6	44	40.2	107	97.8	170	155.4	233	213.0
18	16.5	47	43.0	110	100.6	173	158.2	236	215.8
19	17.4	50	45.7	113	103.3	176	160.9	239	218.5
20	18.3	53	48.5	116	106.0	179	163.7	242	221.3
21	19.2	56	51.2	119	108.8	182	166.4	245	224.0

(*) En él hice esta traduccion y preparé la mayor parte de la Memoria siguiente, cuyos quatro últimos capítulos han sido dispuestos en el año pasado y el actual.

Siempre que en la explicacion se trata de pies, sin designar su especie, debe entenderse que son españoles.

NOTA 2.a

Se ha supuesto en esta regla que en las medidas se usa el pié de Búrgos. Si se emplease el pié ingles el número constante seria 0,283.

Si en lugar de la depresion se quiere hallar la distancia á la parte de la costa que sirvió de horizonte, con suficiente aproximacion, no habrá mas que partir la mitad de la diferencia de elevaciones, en pies de Búrgos, por la diferencia de alturas en minutos, y resultará la distancia en millas. En el caso presente partiendo 37,5 pies, semi-diferencia de elevaciones, por 12', diferencia de alturas, resultará la distancia 3,12 millas; con la qual y la menor elevacion 24 pies, se hallará en la tabla II. la depresion correspondiente á la altura menor, que es $5\frac{1}{2}$.

Siempre que sea practicable se podrá hallar la distancia y depresion con una exactitud y facilidad superior á la de este método, situándose por marcaciones en la carta ó plano, y midiendo la distancia al punto de la costa que sirvió de horizonte, que se conoce por marcacion hecha al astro ó á su vertical, ó por su azimut si no es posible marcarlo. Si estando al ancla no se quiere echar mano de la aguja para esta marcacion, se puede hacer con el octante ó sextante con que se tomó la altura, midiendo en el horizonte la distancia de algun punto bien conocido de la costa al vertical del astro, y refiriendo despues la operacion á la carta ó plano con un semicírculo.

NOTA 3.a

Muchas veces obligan las circunstancias á observar las distancias lunares quando alguno de los dos astros se halla muy inmediato al horizonte. En estos casos, particularmente si los astros se hallan en verticales poco distantes, no se debe dexar de substraer la contraccion al semidiámetro del que esté ménos elevado; cuya omision, como se infiere de la inspeccion de la tabla IV., puede producir en algunos casos un error de 12' en la longitud. Los argumentos de esta tabla son la altura del astro, y la inclinacion del arco de círculo máximo que vá desde su centro al del otro astro, respecto al horizonte, ó á un círculo imaginario paralelo á él que pasa por el centro del astro. Este ángulo se estima para mayor facilidad, aunque puede calcularse brevemente, y con la exactitud necesaria para el efecto con el cuadrante de reduccion, tomando la diferencia de alturas en grados como diferencia de latitud, la distancia observada como distancia, y el complemento del ángulo del rumbo, que se puede tomar directamente en el mismo cuadrante, será el de la inclinacion.

Tambien hay casos en que es preciso valerse para determinar la hora de una altura del sol tomada en las inmediaciones del horizonte, y en las circunstancias de ser el movimiento en altura poco sensible. Entónces, si se aspira á alguna exactitud, es preciso restar al semidiámetro la contraccion, y corregir la refraccion de temperatura, &c.

NOTA 4.a

Esta correccion, que se halla y aplica con la mayor facilidad, no debe omitirse, y mas estando en latitudes algo crecidas, donde es mas considerable.

Todas las paralaxes horizontales de la luna que entran en los exemplos de esta traduccion están reducidas, por medio de esta correccion, á sus respectivos paralelos.

Muy rara vez se puede ofrecer aplicar á las distancias observadas las correcciones por el aplanamiento, por que esta atencion se dirige á una esmerpulosidad nimia, y mas atendiendo á que la segunda correccion es engorrosa de calcular, y á que siendo de especie contraria se compensan algun tanto. En lugar de aplicar esta correccion á las distancias observadas puede aplicarse á las alturas, para lo que algunas colecciones de tablas traen las correcciones que se deben hacer á las alturas de los astros por causa del aplanamiento, dependientes de la latitud y del azimut. Quando no se observan las alturas, y se calculan, es sumamente fácil reducirlas de la elipsóide á la esfera, pues se consigue con solo substraer á la latitud el ángulo de la vertical, ó, lo que produce el mismo efecto, reduciéndola á la esfera por medio de la tabla XXXVII. de esta colleccion. Esta tabla es muy exacta, pues supone que el aplanamiento es $\frac{1}{320}$, que se acerca mucho á los $\frac{1}{317}$ ó $\frac{1}{315}$, que son los que, por un promedio de los resultados de muchas meridianas medias y otras observaciones, han adoptado modernamente los mas célebres Astrónomos de Europa. En el apéndice que sigue á la Memoria de Don Francisco Lopez Royo se da la explicacion de un método gráfico, muy exacto y bastante breve, para obtener el resultado de las dos correcciones de las distancias, que puede servir en el caso de no corregir la latitud ni las alturas. En la explicacion de la colleccion de tablas del Autor, impresa en Madrid en 1800, se encuentra una fórmula logarítmica para el mismo efecto. Este resultado llegará quando mas á 11'' en las circunstancias ménos favorables, que producirian 22s en la hora del meridiano del almanaque y $5'..30''$ en la longitud.

NOTA 5.a

Adviértase que las horas de salir y de ponerse el sol de que trata el Autor (como despues manifiesta en el escolio del problema III.), son las del orto y ocaso verdadero, ésto es, las en que el centro de este astro corta al horizonte verdadero. Entónces se halla su limbo inferior elevado sobre el horizonte de la mar la refraccion ménos el semidiámetro, que viene á ser unos 17', mas la depresion del observador. Este instante se puede determinar á ojo, con la aproximacion suficiente para arreglar un reloj al tiempo verdadero, sin que quepa error de mas de un minuto, quando el sol pasa cerca del zenit. Pero quando la latitud es crecida cabe alguna incertidumbre en esta determinacion.

NOTA 6.a

Los Ingleses en lugar del establecimiento emplean la hora á que se verifica la pleamar en los dias del novilunio y plenilunio. Nosotros, con mas exáctitud, hacemos uso del establecimiento, que es la diferencia constante que hay entre la hora á que se verifica la pleamar en un puerto y la hora á que debe verificarse en alta mar. De ésto resulta que podemos determinar las horas de los periodos de las mareas con mucha exáctitud, y con mas facilidad que por la tabla XXXII, con solo hallar la hora del paso de la luna por el meridiano del lugar propuesto, sumarle el establecimiento, y aplicar al resultado la correccion que manifiesta la tablilla siguiente, copiada del tratado de Pilotage del curso elemental de Marina.

Horas de los pasos..	0h	½h	1h	1½h	2h	2½h	3h	3½h	4h	5h
Correccion substractiva en minutos.	0m	8m	17m	26m	35m	43m	50m	57m	64m	71m
Diferencia por cada 10m	2m7	3m0	3m0	3m0	2m7	2m3	2m3	2m3	2m3	1m2
Pasos.	5h	6h	6½h	6¾h	6¾h	7h	7¼h	7½h	7¾h	8h
Correc. substract.	71m	65m	59m	52m	45m	36m	27m	18m	9m	0m
Diferencia por 10m	1m0	4m0	4m7	4m7	6m0	6m0	6m0	6m0	6m0	6m0
Pasos.	8h	8½h	8½h	8¾h	9h	9h	10h½	11h	11½h	12h
Correc. aditiva.	0m	7m	14m	20m	22m	24m	20m	14m	8m	0m
Diferencia por 10m	4m7	4m7	4m0	1m3	0m3	1m3	2m0	2m0	2m0	2m0

El almanaque trae la hora del paso de la luna por el meridiano de la Isla, y ésta se reduce fácilmente, por medio de la longitud, al meridiano de que se trata. Esta operacion se podrá casi siempre hacer de memoria, suponiendo 2m de variacion por cada hora ó 15° de longitud.

EXEMPLO.

Se quiere hallar las horas de la primera pleamar y bajamar, el 5 de Noviembre de 1812, en Rio Janeyro, cuyo establecimiento es 2h..5m, y longitud O. de Cádiz 36°..53'..30".

Hora del paso de la ☾ por el meridiano de la Isla el 5 de Noviembre.	1.. 3
Retardo 46m. Parte prop. á 36°..53' de longitud O.	+ 5
Hora del paso en Rio Janeyro.	1.. 8
Establecimiento.	+ 2.. 5
Correccion substractiva para 1h.	17m
Parte prop. para . . . 8m	+ 2
Hora de la primera pleamar.	2..54
6h + 12m (quarta parte del retardo).	+ 6..12
Hora de la primera bajamar.	9.. 6

NOTA 7.a

Las longitudes contadas del meridiano del Observatorio Real de Greenwich se reducirán, segun se necesitan, á los de la Isla ó Cádiz. La Isla está al O. de Greenwich 24m..47s5 ó 6°..11'..53" y Cádiz 25m..9s ó 6°..17'..15".

NOTA 8.a

Aunque esta tabla es muy recomendable por su exáctitud, creo que el uso de un cuadrante de reduccion bien construido y bien manejado, es tal vez preferible al suyo para el trabajo ordinario de la estima, por la mayor prontitud con que se opera, y por la facilidad de estimar en él las fracciones de grado de rumbo, quando en la tabla es casi preciso tomar el grado justo:

NOTA 9.a

Aunque la marcacion del centro del sol quando su limbo inferior está en el horizonte de la mar es muy apropiado para el objeto de averiguar la variacion, no le cede la que se hace al limbo superior, es decir á sus últimas ó primeras luces, particularmente al tiempo de ponerse, cuya marcacion se logra muy raras veces. Este instante puede servir muy bien para hallar la longitud por medio de un cronómetro, siguiendo los preceptos dados en el esolio del problema III., haciendo el cálculo con la mayor prolixidad, y corrigiendo la refraccion horizontal empleada de las equaciones del barómetro y termómetro.

En este cálculo, si se desea mayor exactitud, se puede operar por grados, y buscar la correccion de la primera altura en la tabla XXXV., ó por medio del cuadrante de reduccion. Si por estar el sol muy elevado no es posible marcarlo con la aguja, se podrá calcular aproximadamente su azimut verdadero (Problema V.), y compararlo con el rumbo corregido de variacion y abatimiento. En muchos casos, particularmente quando la altura meridiana del sol no es grande, que es quando tiene mejor uso este problema, se puede determinar á la vista el rumbo de la aguja á que demora el vertical del sol, en lo que, con una práctica regular, no se puede cometer equivocacion que llegue á una quarta.

NOTA 11.^a

Para la inteligencia de las personas que tengan pocos conocimientos de cosmografia, á quienes el autor, en la explicacion de estas tablas, tiene principalmente en consideracion, como ya he manifestado, me extenderé un poco sobre el modo de reducir el estado absoluto de un cronómetro, hallado en un meridiano qualquiera, al del almanaque que se usa, ó al que se refieren las longitudes; pues pueden ser distintos, como se verifica entre nosotros, y no se deben confundir.

El instante del medio dia de un meridiano, al que se arregló un reloj, es el mismo para todos los meridianos del globo, con la diferencia de que en cada uno de ellos se cuenta distinta hora. Estas horas se averiguan fácilmente con las diferencias de longitud, y comparando á ellas la del reloj, se tienen sus estados absolutos para qualquier meridiano; bien que no resultan para medio dia sino para una hora intermedia, pero si es necesario se reducen al medio dia siguiente ó al mas próximo, por medio de la parte proporcional del movimiento diario del reloj á la diferencia de longitud, de que habla el autor. Así en el exemplo que propone se operará del modo siguiente.

Longitud de Greenwich al E. de Cádiz $6^{\circ}..17'..15''$ }	oh..25m..9s0
ú hora en Greenwich dia 24, al ser medio dia en Cádiz	11..55..24,4
Medio dia medio por el cronómetro en Cádiz	
Atraso del cronómetro al tiempo medio en Greenwich }	+ 29..44,6
el 24 de Septiembre á oh..25m..9s, tiempo medio }	+ 0,1
Parte prop. del movimiento diario de adelanto 4^s17 á $25^m..9^s$	+ 0,1
Estado absoluto de atraso del cronómetro en Greenwich }	+ 29..44,7
al medio dia medio 24 de Septiembre	

Tambien se puede reducir un estado absoluto á otro meridiano, aunque con ménos claridad, con la aplicacion de la diferencia de longitud, en los términos siguientes: si el estado absoluto es de adelanto se le restará la diferencia de longitud E., contada desde el meridiano del arreglo hácia el de la reduccion, y se le sumará la diferencia de longitud O.; si el estado absoluto es de atraso se le sumará la diferencia de longitud si es E., y se le restará si es O.

En el exemplo del problema XVI. se opera de este modo, pero para mayor aclaracion pondré aquí otro.

EXEMPLO.

En Veracruz, el 9 de Mayo de 1812, en el castillo de S. Juan de Ulúa, situado en longitud O. de Cádiz $89^{\circ}..51'..16''$, se determinó por alturas correspondientes el estado absoluto del cronómetro de Pennington número 465, y se quiere reducir al meridiano de Cádiz. Su movimiento diario, hallado por iguales observaciones hechas en los dias anteriores, es de 1s23 de adelanto.

Estado absoluto de adelanto al tiempo medio del cronómetro, al medio dia medio 9 de Mayo, en Veracruz. }	6h..0m..4s83
Cádiz al E. de Veracruz $89^{\circ}..51'..16''$, ó	— 5..50..07
Adelanto en Cádiz	0..00..39,76
Parte proporcional hallada en la tabla XXXVIII., para $5^h..59^m$ }	— 0,31
de longitud, y 1s23 de movimiento diario de adelanto . . . }	
Estado absoluto de adelanto al tiempo medio del }	— 0..39,45
cronómetro en Cádiz, al medio dia medio 9 de Mayo }	

Con poco que se reflexione sobre el particular se averiguará el signo con que se ha de aplicar la parte proporcional del movimiento diario á la diferencia de longitud, al estado absoluto reducido ya al meridiano que se quiera, y que sin esta correccion es aproximado, segun resulte, pues muchas veces cambia de adelanto á atraso ó á la inversa, en cuya aplicacion se prescinde de su signo peculiar. Para facilitar esta operacion á las personas que tengan poca práctica del manejo de relojes, extenderé aquí todas las circunstancias que pueden haber, y cada uno podrá elegir el signo que corresponda á las suyas.

Estado absoluto de adelanto reducido aproximado.

Especie de la diferencia de longitud, contada del mrno. del arreglo hácia el de la reduccion

Movimiento diario del cronómetro.

Signo con que se ha de aplicar la parte prop. del movimiento al estado absoluto.

E.	}	Adelanto	-
O.		Atraso	+
	}	Adelanto	+
		Atraso	-

Estado absoluto de atraso reducido aproximado.

Especie de la dif. de longitud.

Movimiento del cronómetro.

Signo.

E.	}	Adelanto	+
O.		Atraso	-
	}	Adelanto	-
		Atraso	+

XIXX	XXIV	XV	I	II
XXX	XXV	XVI	II	III
XXXI	XXVI	XVII	III	IV
XXXII	XXVII	XVIII	IV	V
XXXIII	XXVIII	XIX	V	VI
XXXIV	XXIX	XX	VI	VII
XXXV	XXX	XXI	VII	VIII
XXXVI	XXXI	XXII	VIII	IX
XXXVII	XXXII	XXIII	IX	X
XXXVIII	XXXIII	XXIV	X	XI
XXXIX	XXXIV	XXV	XI	XII
		XXVI	XII	XIII
		XXVII	XIII	XIV
		XXVIII	XIV	XV

Para que esta explicacion pueda servir á los que tienen la primera edicion de estas tablas, y para que los que posean una y otra puedan sacar de ellas el mejor partido, compararé aquí ambas ediciones, indicando las tablas que son comunes á las dos, manifestando las que son distintas en la primera, y dando compendiosamente las aclaraciones y exemplos necesarios para su mejor uso.

TABLAS I y VIII.

TABLA XI.

TABLA XXVIII.

COMPARACION

de la primera edicion de las tablas náuticas de D. José de Mendoza, impresa en Londres en 1805, con la segunda impresa en 1809.

En la segunda edicion de esta obra ha omitido ó sincopado el Autor varias tablas muy útiles que tenia la primera, y por tanto ha resultado inferior. La supresion de dos cifras en los quatro números que sirven para corregir las distancias aparentes de la luna al sol y á las estrellas, no es ventaja que la segunda edicion lleva á la primera; pues habiéndose conseguido con solo quitar las dos primeras cifras á dichos números, le es muy fácil á quien tenga ésta prescindir de las dos primeras cifras, y tomar los números con solo cinco, como están en la segunda, con lo que, sin nada perder de la exáctitud, se logra hacer los cálculos con mas facilidad y presteza.

Las expresiones en tiempo puestas á la cabeza y pié de la tabla XXXV. de la segunda edicion, que la disponen para calcular por ella la latitud por la altura de la estrella polar, son seguramente de mucha utilidad; pero es muy fácil ponerlas en la tabla equivalente de la primera edicion, que es la XL. No me extendiendo aquí mas sobre este particular, por hacerlo completamente en la Memoria que está á continuacion.

Dividiré esta comparacion en dos artículos: en el primero me referiré á las tablas que son iguales en ambas ediciones, y á las que se diferencian poco; y en el segundo trataré de las tablas que la primera edicion tiene de mas que la segunda, traduciendo su explicacion, y dando los exemplos necesarios para su uso.

ARTICULO I.º

Son iguales en ambas ediciones, como su explicacion y usos, las tablas que se expresan á continuacion.

1.a ed.	2.a ed.	1.a ed.	2.a ed.	1.a ed.	2.a ed.
II	I	XVI	XV	XXXIV	XXIX
III	II	XVII	XVI	XXXV	XXX
IV	VI	XVIII	XVII	XXXVI	XXXI
VI	VII	XIX	XVIII	XXXVII	XXXII
VII	V	XX	XIX	XXXVIII	XXXIII
IX	VIII	XXIII	XX	XXXIX	XXXIV
X	IX	XXIV	XXI	XLI	XXXVI
XII	XI	XXV	XXII	XLII	XXXVII
XIII	XII	XXVI	XXIII	XLIII	XXXVIII
XIV	XIII	XXVII	XXVIII	XLIX	XXXIX
XV	XIV	XXXIII	XXVII		

Por tanto nada queda que advertir sobre ellas.

Las tablas que difieren poco en ambas ediciones son las siguientes:

1.a ed.	2.a ed.	1.a ed.	2.a ed.
I	III	XXX	XXV
VIII	IV	XXXI	XXVI
XI	X	XL	XXXV
XXVIII	XXIV		

Explicaré en que consisten sus diferencias, advirtiendo que en los números de las tablas me refiero á la primera edicion.

TABLAS I. y VIII.

Solo se diferencian de ellas las tablas III. y IV. de la segunda edicion en hallarse mas compendiadas. Pero esta circunstancia es de poca entidad atendidos los usos que tienen.

TABLA XI.

En su equivalente tabla X. de la segunda edicion se han suprimido las dos primeras cifras de los quatro números de que constan, y que en ésta están de mas, y ha quedado de un uso mas cómodo que el que tiene la presente si se toman sus números con siete cifras. Pero esta ventaja es de ninguna consideracion, respecto á que dichas dos primeras cifras se pueden omitir al tiempo de apuntar los números, con cuya sola atencion podrán los que tengan la edicion primitiva corregir las distancias con números de cinco cifras, pues así éstas como las partes para los segundos, son las mismas de la segunda edicion. Por esta razon me parece inútil dar exemplos de su uso, y pueden servir los que se ponen en la explicacion de la tabla X., con la única diferencia de hallarse en páginas distintas.

En la segunda edicion se ha colocado la tablilla que contiene el número II. á la derecha de la página izquierda. Algunas otras pequeñas diferencias que existen en ambas tablas no merecen mencionarse.

TABLA XXVIII.

La tabla XXIV. de la segunda edicion contiene solo el horario del sol, ó su distancia al meridiano, quan-

do se halla en el vertical primario, ó lo mas inmediato á él, que es su posicion mas favorable para determinar la hora por su altura. Sus argumentos son la latitud y la declinacion de la misma especie expresada de dos en dos grados. En la primera lo está de grado en grado, y ademas del horario manifiesta la altura verdadera que tiene el sol entónces, que no dexa de prestar mucha utilidad quando no hay relox arreglado; y tambien puede servir para arreglar un relox al tiempo verdadero, con ménos de un minuto de aproximacion, reduciendo la altura á *observada*, aplicándole con signo contrario el semidiámetro, la correccion y la depression, y poniendo el relox en la hora correspondiente, en el instante en que el sol llegue á esta altura.

TABLA XXX.

La tabla XXV. de la segunda edicion contiene las diferencias entre 6h y la mitad del tiempo de la apariencia diurna de un astro sobre el horizonte, expresadas al minuto próximo, y extendiendo las declinaciones hasta 30°. Esta tabla, su equivalente en la primera edicion, exhibe los arcos semidiurnos, expresados con segundos, para latitudes y declinaciones de diferente y de igual especie, llevando las declinaciones hasta 36°. De aquí se infiere que se puede usar con mucha exáctitud para hallar el arco semidiurno correspondiente á los grados y minutos de qualquier latitud y declinacion, tomando dobles partes proporcionales, y la operacion resultará mas breve que haciéndola trigonométricamente, por que no teniendo tangentes estas tablas se necesita buscar y sumar quatro logaritmos.

Mas adelante se dará un exemplo de este cálculo.

TABLA XXXI.

En la segunda edicion la tabla XXVI. contiene las amplitudes del sol para la latitud y declinacion expresadas de grado en grado. En la primera tiene esta tabla una disposicion sumamente cómoda, pues estando la declinacion expresada de 30' en 30' para los 18° primeros, y de 15' en 15' para los 6° últimos, la latitud de grado en grado hasta 50°, y de 30' en 30' hasta 66°..30', y teniendo diferencias para 100' de latitud y declinacion (con las que casi siempre es fácil determinar de memoria las correspondientes á los minutos de ambos argumentos), se puede hallar en ella la amplitud verdadera del sol al minuto próximo con igual exáctitud y mas brevedad que por logaritmos.

Tambien se dará mas adelante un exemplo del uso de esta tabla.

TABLA XL.

En la segunda edicion se ha añadido á los argumentos de esta tabla, que es la XXXV., las expresiones en tiempo de cada ángulo considerado como horario, para calcular con ella la latitud por la altura observada de la estrella polar. Estos números se pueden poner con lápiz á la tabla XL., si no se tiene la Memoria que sigue á esta traduccion, en cuyo caso será excusada esta diligencia.

ARTÍCULO. 2.º

Las tablas que tiene la primera edicion y faltan en la segunda, son las V, XXI, XXII, XXIX y XXXII. Empezaré por traducir la explicacion que el Autor les da, y despues pondré algunos exemplos de su uso.

TABLA V.

Números para reducir las refracciones medias de los astros al estado vário de peso y temperatura de la atmósfera. (*)

Las refracciones medias que da la tabla IV. están calculadas para el estado en que se halla la atmósfera quando el barómetro inglés está en 29,6 pulgadas y el termómetro de Fahrenheit en 50 grados. Para reducir las al peso y temple variables de la atmósfera es necesario multiplicarlas por los números de esta tabla, que se hallan con la altura del barómetro y la graduacion del termómetro.

Quando se corrijan alturas bajas convendrá siempre atender al estado de la atmósfera, valiéndose del barómetro y termómetro, ó de un solo instrumento que sirve por los dos. Pero en las alturas de la luna se ha de multiplicar la refraccion sola por el número de la tabla, y no la correccion de la altura aparente que contiene la tabla IX., que comprehende la paralaxe y refraccion.

TABLA XXI.

Lado para calcular la latitud por dos alturas.

(*) Para hallar los números de esta tabla me he servido de las correcciones que el Dr. Maskelyne dió en el primer tomo de las observaciones de Greenwich.

Nota del traductor. El Autor ha limitado la graduacion del termómetro á 80 grados, por cuya razon no se puede usar de esta tabla en países y costas situadas en poca latitud, donde suele mantenerse mas alto. Estas diferencias son á veces muy considerables, pues hay parages, particularmente en la costa de Africa, donde en verano está siempre el termómetro de Fahrenheit sobre 95 grados. En estos casos se puede hacer uso de la regla que da en la explicacion de la tabla VI. de la segunda edicion.

T. XXIX.	Número para 18° de lat. y 23° de declin. de cualquier especie.	4628	59
	Dif. para 2° de lat. + 6s (120':6s::104':x.) Parte prop.	+ 5,2	
	Dif. para 1° de declin. + 5s (60':5s::27':x.) Parte prop.	+ 2,3	
	Número	469,3	
T. V.	Número para 30,35 baróm. y 75 termóm.	0,065	
	Refracción horizontal media	33'..0"	
	Refracción horizontal corregida (producto)	31..51	
	Paralaxe horizontal del sol	9	
	Depresión del horizonte	31..42	
	Semidiámetro del ☉	16..17	
	Depresión del centro del ☉ (suma)	52'..20"	$\frac{52'33" \times 469,3}{100'} = 4m..57$
	Hora verdadera de cortar el centro del ☉ el horizonte verdadero.	5h..24..12,7	
	Hora verdadera de hallarse el ☉ en el horizonte de la mar.	5..28..18,4	
	Equacion de tiempo	- 1..37,8	
	Hora abordo, tiempo medio	5..26..40,6	
	Hora en Cádiz, tiempo medio, por el cronómetro	10..3..30,5	
	Longitud O. de Cádiz, por el cronómetro	$\left\{ \begin{array}{l} 4..36..49,7 \\ 69^{\circ}..12'..28'' \end{array} \right.$	

TABLAS XXXI y XXXII.

En el mismo instante de estar el limbo superior del ☉ en el horizonte de la mar, se marcó su amplitud con la aguja, que se halló ser O. 29°..40' S. Se pide la variacion.

Declinacion del ☉ 23°..27'..30" S. Lat. N. 19°..44'..10". Depresion del ☉ 52'..20".

T. XXXI.	Amplitud verdadera para 19° de lat. y 23°..15' de declin.	24°..40'
	Dif. para 100' de lat. + 17' \times 44' = 7'48"	+ 37'
	Dif. para 100' de declin. + 107' \times 27'5" = 29,42"	
	Amplitud verdadera del ☉	O. 25..17.S.

T. XXXII.	Para 25° amplitud y 20° latitud da 41'.	$\frac{52'3 \text{ (dep. } \odot) \times 41'}{100'} =$	- 21
	Amplitud aparente.		O. 24..56.S.
	Amplitud marcada.		O. 29..40.S.
	Variacion NE.		4..44.

TABLAS XXI y XXII.

Con los datos del exemplo 1.º del problema XIV. de la segunda edicion se quiere hallar el lado y ángulo que dan estas tablas, que son los que allí se titulan A y C.

Declinacion del ☉ 22°..13'. Complemento 67°..47'. Intervalo 1h..43m..40s.

XXI.	Para 67° C. D. y 1h..43m. intérv... 23°..40'	T. XXII.	Para 22° dec. y 1h..43m. int... 4°..54'
	Parte prop. en e para 40s. 9,3		Parte prop. en e para 40s. 2,0
	Parte prop. de 11' para 40'. 7,3		Parte prop. de 12' para 10'. 2,0
	7 1,3		3 0,6
	Lado A. 23..58.		Ángulo C. 94..59

Resultan enteramente iguales á los calculados allí.

Con los datos del ejemplo 2.º del mismo problema, se quiere hallar en estas tablas el lado y ángulo.

Declinacion del ☉ 15°..43'..35". Complemento 74°..16'..25". Intervalo oh..55m..25s.

T. XXI. Para 74° C. D. y oh..55m.interv...13°..13'	T. XXII. Para 15° dcc. y oh..55m.interv...1°..47'
Parte prop. en e para 25s 5,8	Parte prop. en e para 25s 0,8
Parte prop. de 4' para 10' 0,7	Parte prop. de 7' para 40' 4,7
6' 0,4	4' 0,5
<hr/>	<hr/>
Lado A. 13°..19'..54" = 13..19,9	Ángulo C 91°..53'..00" = 91..53,0

Los auxiliares A. se diferencian solo en 5", y aunque la diferencia de los dos C. es de 1', no es defecto de estas tablas, y si del cálculo por logaritmos, por que siendo el logaritmo seno de C. igual á otros dos, preferí el argumento medio.

Hallados ya el lado y ángulo se procederá á calcular el arco B. por los preceptos 5 y 6 del problema XIV. de la segunda edicion, y siguiendo las reglas de los siguientes se deducirá la latitud.

A nadie se ocultará lo mucho que estas dos tablas facilitan el cálculo de latitud por dos alturas, y por consiguiente que hacen una falta notable en la segunda edicion.

TABLAS XXXI Y XXXII

Lo expuesto es suficiente, con la explicacion de la segunda edicion de estas tablas, para comprehender todos los usos de la primera. En punto á problemas y exemplos aventaja mucho aquella á esta.

TABLAS XXI Y XXII

T. XXI. Para 74° C. D. y oh..55m.interv...13°..13'	T. XXII. Para 15° dcc. y oh..55m.interv...1°..47'
Parte prop. en e para 25s 5,8	Parte prop. en e para 25s 0,8
Parte prop. de 4' para 10' 0,7	Parte prop. de 7' para 40' 4,7
6' 0,4	4' 0,5
<hr/>	<hr/>
Lado A. 13°..19'..54" = 13..19,9	Ángulo C 91°..53'..00" = 91..53,0

MEMORIA

SOBRE LA PRÁCTICA

DE LAS OBSERVACIONES EN LA MAR,

Y SOBRE VARIOS PROBLEMAS INTERESANTES

DEL PILOTAGE ASTRONÓMICO.

MEMORIA

Se ha escrito tanto sobre el Pilotage y la Astronomía náutica en estos últimos años y por unos sujetos tan hábiles, que casi puede decirse que han agotado el fondo de estas Ciencias, poniéndolas en el mas alto punto de perfeccion. Sin embargo como la experiencia nos manifiesta que en los Conocimientos humanos siempre se consiguen adelantos, quando no ocurren grandes revoluciones políticas que los paralizan ó aniquilan, debemos esperar que el Arte admirable de conducir las Naves con seguridad y prontitud por el inmenso Océano recibirá en lo venidero nuevas mejoras, si como hasta ahora le siguen dedicando sus tareas hombres laboriosos y sábios. ¿Pero qué perfeccion puede esperarse que le añada el que solo tiene de él una ligera idea, y apenas posee sus primeros elementos? Yo me hallo en este caso, y sin embargo es tan grande mi atrevimiento que me determino á publicar unas reflexiones óbvias y triviales, sugeridas por la corta experiencia que he adquirido en algunas navegaciones largas. La indulgencia de mis compañeros me anima, y la bondad con que han acogido ya algunos fragmentos del siguiente escrito, y en particular las tablas que sirven para reducir las alturas á las horas de las distancias medias, que aunque de ningun mérito por mi parte por su fácil construccion son de una utilidad reconocida, me hace confiar que en esta ocasion me la dispensarán igualmente.

Y SOBRE VARIOS PROBLEMAS INTERESANTES

DEL PILOTAGE ASTRONÓMICO.

CAPÍTULO I.

Modo de determinar la latitud por la altura observada de la estrella polar.

1. La estrella polar proporciona un modo de determinar la latitud sumamente ventajoso para los navegantes. En todo el hemisferio septentrional, exceptuando la zona comprendida entre la equinoccial y el paralelo de 10° poco mas ó ménos, en los crepúsculos, ó á qualquier hora de una noche de luna, podrá el piloto que observe su altura saber con toda seguridad el paralelo en que se halla, y lo que dista del de una punta, un bajo, un puerto ó un canal, lo que en algunas circunstancias le servirá para tomar un partido, y le precaverá de muchos riesgos y dilaciones. Tambien en noches sin luna, con tal que el horizonte esté algo claro, se puede observar su altura y deducir la latitud; y repitiendo la operacion una ó mas veces, á que convida la facilidad con que se hace esta observacion y cálculo, la comparacion de los resultados manifestará el grado de confianza que merece su promedio, que muchas veces será completo si el observador tiene práctica y destreza.

2. El método dado en las tablas de Don José de Mendoza, reducido á una operacion sencilla de trigonometria plana, facilitada por la tabla de diario, es el mas breve que ha salido hasta ahora, y los que las posean nada tienen que desear en el particular. Pero como hay muchísimos navegantes que carecen de ellas, y otros que tienen la primera edicion, cuya tabla de diario no está preparada para el intento, he creido que sería útil dar un extracto de dicha tabla, repitiendo el problema XV., son las modificaciones necesarias para que su uso resulte lo mas breve y sencillo que es posible, á fin de que puedan practicarlos los que no tengan aquellas tablas, y aun tambien los que no posean esta Memoria, copiándolo en el todo, ó en la parte indispensable. He añadido una tablilla de la ascension recta de la estrella polar, y una tabla de la del sol, copiada de la que trae la coleccion Española del citado Autor, para el caso de no tener almanaque, y que aun teniéndole se puede usar siempre con ventaja por parte de la brevedad, y con tanta exactitud como por él para el intento, sin mas precauciones que á la ascension recta que da la tabla para la hora reducida al meridiano de la Isla, tomada á ojo al minuto mas próximo, restarle tambien de memoria la pequeña correccion que da la tablilla que está á su lado derecho para cada año; y en los años bisiestos, para usar de ella, rebajar de un dia el de la fecha en los meses de Enero y Febrero. En los quatro años que faltan hasta el de 1820 será mejor usar del almanaque que de la tabla 2.a, porque podrá dar algunos minutos de error, que será sin embargo despreciable generalmente, y siempre en el caso de que la estrella esté próxima al meridiano en qualquiera de sus pasos.

PROBLEMA.

Determinar la latitud por la altura observada de la estrella polar.

- 1.º Arréglese un reloj al tiempo verdadero, al ponerse el sol, ó por qualquier otro método.
- 2.º Obsérvese la altura de la estrella polar, y al mismo tiempo determinese la hora y minuto próximo que señala el reloj.
- 3.º Redúzcase á verdadera la altura observada.
- 4.º Hállese en la tabla 1.a la ascension recta de la polar.
- 5.º Con la hora del reloj y la longitud hállese de memoria aproximadamente la hora de la Isla, y para ella tómese á ojo en el almanaque náutico ó en la tabla 2.a, la ascension recta del sol al minuto próximo.
- 6.º Súmense la ascension recta del sol y la hora del reloj; la suma, quitándole 24^h si resulta mayor, será la ascension recta del meridiano, y la diferencia entre ella y la ascension recta de la polar, será el horario de ésta.
- 7.º Búsquese este horario, ó el mas próximo, en una de las quatro columnas de la izquierda de la tabla 3.a, notando el signo que tiene á la cabeza, y hállese la correccion correspondiente á dicho horario y al año actual, que aplicada con el referido signo á la altura verdadera, producirá la latitud.

EJEMPLO.

4. El 2 de Enero de 1813, en longitud O. de Cádiz 48° , se observó la altura de la estrella polar $36^\circ 44' 20''$, quando un reloj, arreglado al tiempo verdadero, señalaba las $5h.33m$. Elevacion 22 pies. Se pide la latitud.

Hora abordo $5h\frac{1}{2}$, longitud O. 48° ó $3h$, hora en la Isla $8h\frac{1}{2}$.	Altura observada * $36^\circ 44' 20''$
Ascension recta del ☉ por el almanaque. . . $18h.53m$	Depresion. $- 4.25$
Hora abordo. $+ 5.33$	$36.39.55$
24.26	Refrac. ó correc. alt. * $- 1.17$
$- 24$	$36.38.38$
Ascension recta del meridiano. 0.26	Correc. (tabla 3a) $- 100,2 =$. . . $- 1.40.12$
Ascension recta * (tabla 1.a). 55	$34.58.26$
Horario * (dif.) 0.29	

NOTAS.

5. En caso necesario se aplicará á la hora del reloj dos correcciones, una por la diferencia de longitud

contraída desde el arreglo hasta la observacion de latitud, y la otra por su movimiento en dicho intervalo se se conoce, para que resulte á corta diferencia la hora verdadera abordo en el instante de la observacion.

6. La estrella polar, por no ser de las mas lucientes, no se puede observar á simple vista quando hay alguna claridad, como en los crepúsculos y noches de luna; que es precisamente quando la observacion de su altura se hace con mas seguridad con un instrumento guarnecido de antejo. Los que solo tengan octante podrán observarla las noches claras sin luna, en que se distinga bien el horizonte.

7. La ventaja de poder hacer esta observacion á qualquier hora es de una consideracion que solo se conocerá en la práctica, pues hay muchas noches en que por otros métodos es imposible determinar la latitud, ó bien porque no pasa por el meridiano estrella alguna de primera ó segunda magnitud, ó porque en el preciso momento de estar en él las ocultan las nubes.

8. El que no quisiere copiar las tres tablas podrá limitarse á la 1.^a, las cinco columnas de la 3.^a que manifiestan los ángulos equivalentes á los horarios de la estrella polar, y las distancias de ésta al polo, que están á la cabeza de la misma tabla, con los años á que corresponden. Para resolver el problema, luego que haya hallado el horario de la estrella, buscará su signo y ángulo equivalente, como tambien la distancia de la estrella al polo para el año actual; y en un quadrante de reduccion, tomando el ángulo como rumbo, y la distancia al polo como distancia, hallará la diferencia de latitud, que es la correccion de la tabla 3.^a, y aplicada con su signo á la altura verdadera dará la latitud.

9. Si se quiere se puede tambien omitir sacar copia de los horarios y ángulos equivalentes, contentándose con las ascensiones y distancias al polo de la estrella. En este caso, conocido ya el horario, (precepto 6.^o), si es mayor de 6h y menor de 18h se hallará su diferencia á 12h, y si es mayor de 18h se hallará su diferencia á 24h. Esta diferencia, ó el mismo horario si es menor de 6h, se reducirá á círculo, y resultará el ángulo equivalente, con el que se operará como queda dicho; advirtiendo que en tal caso la diferencia de latitud, hallada por el quadrante de reduccion, se ha de sumar con la altura verdadera si el horario es mayor de 6h y menor de 18h, y que se ha de restar en el caso contrario. (*)

10. Qualquiera que tenga unos conocimientos medianos de cosmografia comprehenderá la razon porque se hacen estas operaciones; y que quando los horarios estén en las inmediaciones de 6h y 18h, influirán sensiblemente los errores de la hora de abordo en la latitud que resulte, lo que no sucederá quando se aproximen á 0h y 12h, por cuya razon serán las observaciones de este último caso preferibles, quando no se tenga confianza en la exactitud de la hora del reloj. Por exemplo un error de 5m en el horario de 5h $\frac{1}{2}$ producirá una diferencia de $\frac{5}{2}$ en la latitud, que solo será de $\frac{1}{3}$ si el horario es de 23h.

11. Suponiendo que el reloj esté bien arreglado, la suma de los errores de la latitud calculada por este método, no contando con el de la observacion, será quando mas de 2', provenidos $\frac{1}{4}$ de suponer que es rectilíneo el triángulo formado en el Cielo, $\frac{1}{2}$ de tomar al minuto justo la distancia de la * al polo, y 1' de los 2m que puede haber de incertidumbre en el horario de la tabla que se use. Este minuto de duda no existirá siempre que se tenga mucha seguridad de la hora y se tome parte proporcional en la correccion que da la tabla 3.^a

CAPÍTULO II.

Advertencias sobre el modo de observar las distancias lunares, y reglas para que un solo sugeto pueda practicar estas observaciones con tanta seguridad y facilidad como si se hiciesen entre tres.

12. El utilísimo problema de determinar la longitud por distancias lunares es muy conocido de nuestros navegantes, y solo para auxiliar á los que empiezen á exercitarse en él, voy á dar algunos preceptos para la práctica de la observacion.

13. En la medida de la distancia, y en la determinacion de la hora de abordo se debe poner el mayor esmero; las alturas de sol y luna que sirven para la correccion de la distancia se deben tambien observar con cuidado, pero teniendo entendido que un error de un par de minutos en una de ellas, ó en las dos, nada influye en el resultado final.

14. Solo se observará el horario al mismo tiempo que la distancia en el caso de tomar la altura del sol ó de la estrella un observador muy diestro, con un instrumento bueno, y de ser favorables las circunstancias para la determinacion de la hora. En todos los demas casos se observará ántes ó despues, próximo á la distancia si las circunstancias son buenas ó el reloj de poca confianza, y con intervalo largo si las circunstancias son malas y el reloj seguro.

15. La razon de esto es que como el que toma la altura del sol ó estrella no da el tiempo, suele sucederle no tener la imágen del astro perfectamente tangente al horizonte al darlo el que observa la distancia; lo que produce unos errorcillos en la altura del sol ó estrella, que aunque no influyen en lo mas mínimo en la distancia verdadera, pueden producir diferencias de alguna consideracion en la hora, y mas si las circunstancias no son favorables y el instrumento no es muy bueno. Tambien tiene otro inconveniente, y es que si se observan sin auxilio de reloj muchas séries, se necesita calcular otros tantos horarios, quando usando de él es suficiente tomar uno; aunque en el caso de que el reloj sea de poca confianza será conveniente tomar dos, uno ántes y otro despues de las distancias.

16. En las distancias á estrellas, si el horizonte está claro, se podrá tomar el horario por qualquier estrella de primera magnitud, cuya declinacion no pase de 30^o, ó por un planeta, cuyas alturas sean favorables para determinar la hora, lo que regularmente se verifica quando los astros están bajos; sin embargo convendrá no observarlos, si es posible, en alturas menores de 10^o, por la irregularidad de las refracciones. Las estrellas muy brillantes se deben preferir á los planetas, por que en los horarios de éstos cabe medio minuto de incertidumbre, por estar las horas de sus pasos por el meridiano determinadas en el almanaque al minuto justo.

(*) Yo aconsejo, sin embargo, que se copien las tres tablas, y la parte de esta explicacion que necesite; porque este pequeño trabajo quedará bien recompensado por la mucha facilidad y prontitud con que por ellas se resuelve este problema, lo que incitará á hacer de él frecuente uso.

17. No es indispensable, para este modo de observar, la falta de reloj de segundos. Si le hay bueno se podrá emplear con ventaja; pero por lo regular es preferible un reloj de minutos seguro, á muchísimos melos de segundos que hay, en quienes no coinciden los segundos con los minutos, es decir, que quando la mano de los minutos indica el minuto justo, señala la de los segundos los 20^s ó 40^s, &c. En un reloj de minutos, adquiriendo una práctica regular, se puede apreciar los segundos en términos de nunca cometer error que pase de 5s. De modo que si se observan seguidamente, y en buenas circunstancias, dos séries de tres alturas de sol y tres horas, para determinar dos estados absolutos, no debe pasar la diferencia de ellos de 3s, siendo muchas veces menor, como me ha acreditado la experiencia.

18. Quando no haya persona que sepa contar en el reloj con toda la prolixidad necesaria, sino uno de los empleados en la observacion, se podrá hacer uso de una ampolleta de $\frac{1}{4}$ de minuto, entregada á qualquier marinero, y por su auxilio se determinará con comodidad la hora del reloj 15s despues del instante de la observacion, que se le restan luego.

19. Siempre que se pueda se debe hacer la observacion quando el sol esté mas alto que la luna, para que la medida de la distancia resulte mas fácil, breve y segura. Esto se verifica tarde por las mañanas en distancias orientales, y temprano por las tardes en las occidentales. Quando se observe de noche, y el tiempo lo permita, se podrá elegir la hora en que la luna pasa por el meridiano, y en ella observar con la mayor comodidad distancias á oriente y occidente.

20. La facilidad de los métodos que hay en el dia para deducir la longitud de las distancias lunares, entre los cuales el que subministran las tablas cuya explicacion antecede es indudablemente el mejor, obliga á todo piloto á no contentarse con una série de distancias, sino á observar dos, tres ó mas, para comparar los resultados. Cada série, á mi parecer, no debe constar de ménos de tres distancias bien medidas, y este número se puede extender hasta nueve ó diez, á proporcion de la destreza del observador y objetos á que se destinen. Digo ésto porque quanto menor sea el número de séries que se observen; tanto mayor debe ser el de las distancias que las compongan, para que el resultado sea de mucha confianza. Un observador hábil puede determinar una longitud muy segura con pocas distancias, y otro poco experto necesita tomar muchas para que en su promedio se compensen los errores (*).

21. Siempre que haya tres observadores y uno que cuente en el reloj se podrá tomar á un mismo tiempo distancia, alturas y hora, arreglando el reloj ántes ó despues, por que si la hora se deduce de la altura del sol ó estrella, de nada sirve la del reloj. Quando haya ménos de tres observadores no aconsejo que se calculen las alturas de los astros, que siempre es operacion molesta, por que no se necesita en ellas de una rigurosa precision, y me parece mejor deducirlas de otras tomadas ántes y despues. Un solo observador puede tomar abordo várias séries de distancias en poco tiempo, con el auxilio de uno ó dos marineros, operando como sigue. Arreglará un reloj ántes ó despues de la observacion. Ademas del instrumento con que vá á medir la distancia convendrá que use de un octante para las alturas, y una ampolleta. Listo todo, y puesto los astros en contacto, tomará con el octante la altura del sol, la apuntará con su hora, y despues hará lo mismo con la de la luna: en seguida tomará consecutivamente tres distancias; despues volverá á tomar la altura de la luna, la del sol, y otras tres distancias, y seguirá observando alternativamente quantas alturas y séries de distancias quiera, concluyendo siempre con las alturas. De este modo, en circunstancias regulares, se puede observar en ménos de 17^m tres séries de tres distancias, con sus alturas anteriores y posteriores, sin embargo del tiempo que se pierde por el uso de la ampolleta. Aconsejo que se emplee un octante para las alturas, particularmente quando la luna está bien clara, por que ademas de que se maneja y cuenta con mas prontitud que el sextante, de no mover el índice de éste, y tener luego que poner los astros en contacto, aunque sea por la graduacion, resulta mucho ahorro de tiempo y de trabajo, y las distancias mucho mejores. No habrá necesidad de traer los astros al horizonte mas que una vez al principio, y luego se pondrá la graduacion en la segunda altura, segun la antecedente y lo que el astro pueda haber subido ó bajado, todo muy aprisa y al poco mas ó ménos. Se dexará el índice del octante en la graduacion de la última altura, al tomar las distancias, y ésta será la primera que se observe despues, &c. Estas advertencias son mas necesarias para la luna, por su falta de brillo de dia, que para el sol. (**)

22. Concluida la operacion, y ántes de restar á las horas los segundos de la ampolleta, se sacarán los promedios de distancias y horas, y para los de éstas se deducirán por proporcional las alturas de los astros usando de las dos tablas que yo he calculado para este objeto y explicaré á continuacion. Estas alturas, siendo los intervalos, como deben, de 5m ó poco mas, son exáctísimas; y aunque por ser los intervalos mayores, ó por otros motivos, resultasen con un corto error de 5' para abajo, poco importa, pues ésto apenas influye en el resultado final, aunque siempre es bueno que el error no pase de un par de minutos (**). Por esta razon extraño que muchos autores digan que para deducir las alturas de los astros, para las horas

(*) Los extremos de las longitudes producidas por tres ó quatro séries de distancias solares, tomadas en buenas circunstancias y con buen instrumento, deben estar siempre dentro de 6', y su promedio no debe desviarse de la longitud verdadera mas de 10'.

(**) Este método de observar se puede adaptar, con las modificaciones convenientes, al caso de haber dos observadores.

(***) En prueba de lo poco que influye en el resultado un corto error en las alturas de los astros, he calculado la distancia verdadera correspondiente á la distancia aparente central $102^{\circ}..10'..14''$, siendo la paralaxe horizontal $54'..11''$, la altura aparente del sol $30^{\circ}..23'$, y la de la luna $47^{\circ}..16'$, y ha resultado $101^{\circ}..35'..59''$. Despues he repetido el cálculo, aumentando de 5' la altura del sol, y disminuyendo de igual cantidad la de la luna y ha resultado la distancia verdadera $101^{\circ}..35'..57''$. Lo he vuelto á hacer, suponiendo ambas alturas aumentadas de 5' y ha resultado la distancia verdadera $101^{\circ}..35'..54''$. La diferencia de distancias en el primer caso es 2'' y en el segundo 5''; aquel, en las peores circunstancias, produciría en la longitud el error de 1', y éste el de 2'. Ambos errores, particularmente el primero, son despreciables; y aun así es difícil contraerlos, porque es imposible, operando regularmente, cometer en ambas alturas errores de 5'.

medias de las distancias, de otras observadas ántes y despues, se tomen algunas alturas ántes y despues de la observacion de las distancias, es decir que para cada distancia ó serie de distancias, se tomen dos series de las alturas de cada astro, lo que se dirige á una precision inútil, resultando un aumento de trabajo perjudicial, en quanto se alargan los intervalos. Por tanto no se debe observar mas de una sola altura bien medida de cada astro ántes y despues de cada serie, con lo que se logra facilidad y toda la exáctitud necesaria.

23. Qualquiera que observe y calcule con seguridad y viveza, hallará casi siempre preferible este método al de emplear dos ayudantes para las alturas y otro para el reloj, porque necesita aguardar á que estén listos, lo que le ocasiona pérdida de tiempo; y porque si alguno de ellos, particularmente el de la luna, no tiene la destreza necesaria, puede resultar la altura con doble ó triple error que el mayor que pueden causar las proporcionales &c.

24. De noche una sola persona, con reloj y ampollita, podrá hacer quantas observaciones quiera, aunque no seguirá exáctamente el mismo orden que de día, porque casi siempre se necesita antejo para la altura de la luna, y siempre para la de la estrella; pero podrá hacerlo del siguiente modo, empleando un solo instrumento. Observará la altura de la estrella, despues la de la luna, despues pondrá los astros en contacto, y tomará con la mayor seguridad una serie de distancias; y luego poniendo el índice en las graduaciones antiguas, con la alteration que le parezca, volverá á tomar las alturas de la luna y de la estrella. Si practica igual operacion con dos estrellas una al oriente y otra al occidente de la luna, y arregla el reloj (sino es de confianza tal que pueda diferirse su arreglo á la mañana siguiente) por dos buenos horarios, uno anterior y otro posterior á las distancias, tomados por una estrella bien luciente, situada en posicion ventajosa para determinar la hora, podrá lisonjearse de haber hecho una observacion completa, que deberá producirle un resultado de mucha confianza.

25. Las alturas se deben calcular en solo un caso, que es el de observar de noche estando bien claros los astros, pero el horizonte muy obscuro, en términos de ser imposible tomarlas. Se da por supuesto que se tiene reloj de confianza, que se arregla ántes ó despues. Entónces se observarán las distancias únicamente, y se calcularán las alturas (Problemas VIII. y IX.) para las horas medias de las series.

26. Inmediatamente ántes ó despues de observar se han de rectificar los instrumentos, particularmente el de las distancias, con el mayor esmero.

27. Sabidas ya las alturas se corregirán, como las distancias medias, del error del índice de los instrumentos, se restará á las horas medias los segundos de la ampollita, si se ha hecho uso de ella, y luego que se calculen los horarios se les hará la correccion del estado absoluto del reloj, y si es menester la de la parte proporcional de su movimiento, con lo que se tendrán las horas verdaderas abordo en los instantes del promedio de las distancias. Despues se harán los cálculos como queda explicado en el problema XXII. y sus exemplos.

28. La correccion de la paralaxe equatorial, para reducirla al paralelo de la observacion, solo puede omitirse en latitudes menores de 10° . Tambien en muchas circunstancias se debe aplicar la correccion de temperatura á la refraccion de la altura del horario, y la de contraccion á su semidiámetro, como tambien en la distancia al del astro inferior, si se halla muy bajo y en vertical no muy distante del superior.

29. Queda ya explicado el método que ha de seguir el que observe distancias lunares sin mas auxilio que el de una persona que tenga la ampollita. Sucede tambien algunas veces al que por ensayo ó necesidad observa en tierra, que no hay quien le proporcione este pequeño auxilio, y se halla precisado á suplirlo por sí, lo que se logra sin gran dificultad. El que no tenga alguna costumbre de contar segundos de memoria, de resultas de haber contado mucho en péndulos ó cronómetros, procurará adquirirla contando en qualquier reloj de segundos; y luego que la consiga podrá observar por sí solo, diciendo cero en el momento de determinar la altura ó distancia, y siguiendo contando de memoria hasta que vea la hora, minutos y segundos que señale el reloj, y restando á éstos los que lleva contados, tendrá la hora que señalaba en el instante de la observacion. Esta operacion se hace con mucha prontitud y seguridad con un reloj de segundos: en los que no los tienen es algo ménos fácil, pero se hace tambien, con toda la exáctitud necesaria, contando de memoria los segundos hasta que el minuterio indique alguna fraccion de minuto que se pueda apreciar con seguridad, como quando señala los 0s, 20s, 30s, 40s y 60s, y tambien á veces los 15s y 45s; en este caso es mejor que restar de memoria los segundos contados, escribirlos con signo substractivo al lado de las horas del reloj para restárselos despues. — Yo me he acostumbrado á este modo de observar, y hallo tan grande la ventaja de poderlo practicar á qualquier hora sin necesitar de auxilio alguno y sin incomodar á nadie, que he abandonado los demas y lo uso exclusivamente. — Teniendo reloj de segundos es muy preferible este procedimiento al de usar ampollita, porque con ésta se pierde mucho tiempo.

30. En las tablas auxiliares agregadas á nuestro almanaque náutico de 1793 hay una que sirve para reducir una altura observada á un instante diferente, por medio de una correccion dependiente de la latitud y del azimut del astro, que se multiplica por el intervalo en minutos. Su objeto es hallar las alturas de los astros para el momento de la observacion de la distancia, por medio de otras observadas ántes ó despues. El uso de esta tabla tiene sobre el método de determinar dichas alturas por la parte proporcional de la diferencia de otras dos tomadas ántes y despues la única ventaja de no necesitar mas de una altura anterior ó posterior indiferentemente. Esta ventaja, que en realidad es de poquisima consideracion, porque importa poco al que se pone á observar tomar dos alturas ó tomar una sola, está contrastada por una porcion de inconvenientes, como son la necesidad de calcular el azimut, prolongando inútilmente el cálculo de longitud con pérdida de tiempo, ó de marcarlo con la aguja, que es operacion molesta quando el astro está bajo, impracticable quando está elevado, y muy difícil de executar de noche, necesitando siempre la asistencia de alguna persona. Al sacar los números de la tabla, á veces con necesidad de partes proporcionales, y al multiplicarlos por el intervalo, si tiene segundos como es regular, se ofrecen nuevas dificultades y aumento de trabajo. Y obtenida por fin la altura para el instante de la distancia no se debe esperar que sea exácta, pues la variacion de la altura en los últimos minutos del intervalo no habrá sido igual á la de los primeros; y lo mas favorable, habiendo operado con toda exáctitud, será que la altura determinada asi, con un intervalo de 5m, sea tan exácta como la determinada por dos alturas que la comprehendan, cuyo intervalo sea de 10m. La mayor facilidad que se experimenta en el citado método de las dos alturas, lo hace tan preferible al de esta

Tabla, que su uso, que juzgo ha sido siempre muy poco, debe acabar de abandonarse enteramente.

31. La suposicion de que las variaciones en altura son proporcionales á los intervalos no es exácta, pero el mayor error que de ella puede resultar nada influye en la longitud calculada. El sábio Autor del Curso de estudios elementales de Marina dice que el error que resulta es despreciable en todas las circunstancias en que el intervalo no pasa de 10m. En efecto yo he calculado que en las circunstancias en que las variaciones de la altura correspondientes á iguales intervalos son mas desiguales, no pasa su diferencia de 7' en 10m: luego si éste fuera el intervalo entre las dos alturas que comprehenden á la de la distancia, el mayor error que pudiera resultar á ésta seria de 3' 1/4, que como ya manifesté es del todo despreciable. Esto se verifica solo en las peores circunstancias buscadas apropósito, pero en el uso general casi siempre son insensibles en la altura los errores resultantes, y hay tambien muchos casos en que las variaciones son proporcionales á los intervalos. Estas consideraciones manifiestan tambien la preferencia que debe darse á este método sobre el de la citada tabla, y el de calcular las alturas de los astros.

32. Un pequeño inconveniente le quedaba, y era la precision de determinar las partes proporcionales con bastante exáctitud, lo que quando se observaban muchas series era operacion algo molesta. Yo lo he allanado, disponiendo las dos tablas que coloco al fin de esta Memoria, donde se hallan las partes proporcionales exáctas con suma facilidad y prontitud. Conseguido ésto ha quedado el referido método de observar con grandes ventajas sobre todos los demas, que lo hacen preferible á ellos.

33. La primera tabla, que es la 4.a, sirve para reducir las variaciones de las alturas correspondientes á qualquier intervalo mayor de 2m y menor de 15m, á las que pertenecen á un intervalo de 10m. Está dispuesta en trece tablillas, de las quales cada una sirve para un minuto de intervalo. Sus segundos dispuestos de 5s en 5s forman el argumento de la cabeza, y se toma el mas próximo, en lo que el mayor error es de 2s. El argumento lateral es la variacion en altura, dispuesta de 10' en 10', y despues de 1' en 1', de 1' á 9', cuyas partes correspondientes se han de sumar á las de las decenas, para formar las partes proporcionales pertenecientes á 10m de intervalo. Esto se puede hacer muchas veces de memoria.

34. La segunda tabla, que es la 5.a, sirve para reducir la variacion en altura correspondiente á 10m de intervalo á la que pertenece á qualquier intervalo menor de 14m..57s. El argumento superior lo forman los minutos de intervalo y despues los segundos dispuestos de 3s en 3s, para que el mayor error no pase de 1s; y el lateral las variaciones en altura ordenadas de 10' en 10', y despues de 0'25 en 0'25, ó de 1/4 en 1/4 de minuto: las partes correspondientes á los segundos de intervalo y á los minutos de variacion, de 1' á 9', se dan solo para cada minuto de variacion, con la precaucion de dexarlas alineadas con las que pertenecen á sus minutos de intervalo correspondientes, para mayor facilidad en su manejo. Para usar de esta tabla, dada la variacion en 10m, y el intervalo á que se ha de reducir, se busca en la página izquierda la columna de los minutos de intervalo, y en ella la parte proporcional correspondiente á los grados y decenas de minuto de variacion, y la que pertenece al argumento mas próximo á las unidades y décimos de minuto: se suman las dos de memoria (lo que se consigue con mucha facilidad por no tener décimos la primera), y se escribe la suma. Despues en la página de la derecha, en las mismas líneas, y en la columna cuyo argumento es el mas próximo á los segundos de intervalo, se hallan las partes que corresponden á estos segundos, combinados con los grados y decenas de minuto, y con los minutos de variacion; se suman las dos de memoria (lo que tambien es muy fácil, por constar la segunda regularmente de muy pocos décimos), se escribe esta suma debajo de la hallada ántes, y sumando ambas cantidades se tiene la parte proporcional que se busca.

35. Conocido el uso particular de cada tabla será fácil comprehender el modo con que por ellas se halla la altura de un astro correspondiente al instante de la distancia media, por medio de dos alturas observadas ántes y despues. Se reduce á hallar el intervalo entre las horas de las dos alturas, la variacion en altura y el intervalo entre la hora de la primera altura y la de la distancia media: con el intervalo entre las dos alturas, y la variacion, se halla en la tabla 4.a la variacion correspondiente á 10m; y con ésta, y el intervalo entre la primera altura y la distancia, se halla en la tabla 5.a la parte proporcional de la variacion correspondiente á este intervalo, que aplicada á la primera altura produce la altura del astro para el momento de la distancia.

EXEMPLO.

36. A 4h..5m..24s por un reloj se observó la altura del sol 35°..19', en seguida se tomaron algunas distancias, siendo el promedio de las horas 4h..14m..21s, y despues se volvió á observar la altura del sol 32°..51', siendo la hora 4h..18m..13s.

4h..5m..24s	35°..19'	4h..5m..24s	35°..19'
4..18..13	32..51	4..14..21	
<hr/>	<hr/>	<hr/>	
12..49	— 1..28	8..57	

T. 4.a para 12m..50s y 2°..20'....1°..49' para 8'...5/3 Var.en 10m (suma) 1°..55'4

T. 5.a para 8m y 1°..50'....1°..28' para 5'5...4'4 . . . Suma . 1..32,4
para 57s y 1°..50'.....10,4 para 5'.....0,5 . . . Suma . . 10,9 } Parte prop.—1..43,3

Altura observada del ☉ reducida al instante de la distancia media 33..35,7(*)

37. Algunas veces, particularmente quando la observacion se hace en circunstancias muy favorables, se pueden tomar dos ó tres series en el intermedio de las alturas, sin que el intervalo de éstas se aleje mucho de 10m. En este caso se aumenta mucho la utilidad de estas tablas, pues la primera operacion de reducir la variacion de la altura á la perteneciente al intervalo de 10m se hace de una sola vez para todas las series.

(*) La parte proporcional calculada por logaritmos difiere de ésta solo en 0'05 ó 3"

38. Del mismo modo se puede hallar en estas tablas las partes proporcionales de las variaciones, quando las dos alturas no comprehenden á la de la distancia, y son ambas posteriores y mas bien anteriores, lo que se verifica quando no se puede observar la altura despues por causa de los celages, y ántes por vários motivos, uno de los cuales puede ser el interponerse una embarcacion entre el horizonte en el vertical del astro.

39. Algunas veces, quando se sabe que el movimiento en altura es próximamente proporcional á los intervalos, se puede prolongar el de las dos alturas extremas á un número de minutos mayor que el que trae la tabla 4.^a y en muchas ocasiones aun no queriendo obligan las circunstancias á hacerlo. En este caso para usar de la tabla 4.^a es menester sacar la mitad ó tercera parte &c. del intervalo entre las alturas y de la variacion en altura, y con estas mitades ó terceras partes &c. se busca el resultado de la tabla ó parte proporcional para 10m. Si el intervalo entre la hora de la primera altura y la hora media de la série es mayor de 14m..57^s, que es á lo que alcanza la tabla 5.^a, se puede hacer la misma operacion de sacar la mitad de este intervalo, y duplar despues la parte proporcional resultante; pero me parece mejor y mas fácil buscar en la tabla la parte proporcional correspondiente al exceso del intervalo sobre 10m, y sumada á la variacion en 10m que dió la tabla 4.^a se tendrá la parte proporcional que se busca.

EXEMPLO.

40. A 9h..16m..32^s por un reloj se observó la altura del sol que era 38°..44' y á 9h..38m..18^s se volvió á observar de 43°..46'. La hora de la distancia media era 9h..34m..13^s

	9h..16m..32 ^s	38°..44'	9h..16m..32 ^s	38°..44'
	9..38..18	43..46	9..34..13	
Diferencias.	. . . 21..46	+ 5..2	17..41	
Mitades.	. . . 10..53	2..31		

T. 4.^a para 10m..55^s y 2°..30'....2°..17'4.....para 1'...0'9.....Var. en 10m (suma) 2..18,3
 T. 5.^a para 7m . . y 2..10.....1..31 . . para 8'3..5,8.....Suma 1°..36'8 } Parte prop. . . + 1..46,5
 para . . . 42^s y 2..10 . . . 9,1.....para 8'...0,6.....Suma . . . 9,7

Altura del ☉ para la hora de la distancia media 42°..49', ó (suma). 43..48,8

41. También se puede obtener el mismo resultado comparando la hora de la distancia media con la de la 2.^a altura, particularmente quando se puede hallar este intervalo entero en la tabla. En el caso presente se operaría de este modo.

H.a 2.a alt.	9h..38m..18 ^s	2.a alt. 43°..46'
H.a dist. media	9..34..13	
dif.	. . . 4..5	

Var. en 10m (hallada ántes) 2°..18'3
 T. 5.^a para 4m y 2°..10'.....0°..52'...para 8'3.....3'3.....Suma 55'3 } Parte prop. - 56,7
 para 6^s y 2..10 1'3..para 8 . . . 0,1.....Suma. 1,4

Altura del ☉ para la hora de la distancia media 42°..49', ó (dif.) 42..49,3

42. Estos tres ejemplos parecen un poco abultados por haber puesto en ellos el pormenor de todas las operaciones, y la indicacion de cada partida para mayor claridad; pero en la práctica en que muchas operaciones se hacen de memoria y se escribe solo lo preciso, resultan estos cálculos sumamente sencillos.

43. La suma de los pequeños errores que cabé en el resultado final de estas tablas, por no tomar en ellas partes proporcionales para los segundos de intervalo, y por haber determinado todos sus números al décimo de minuto mas próximo, nunca puede llegar á 1'. Pero como es casi imposible que todos estos errorcillos estén en un mismo sentido, siendo natural que siempre se compensen unos á otros, se obtendrán generalmente las partes proporcionales con ménos de 0'2 de error, quando no hay necesidad de sacar la mitad de los intervalos, el que no puede ser mas despreciable.

CAPÍTULO III.

Modo de observar y calcular distancias lunares mayores que las que trae el almanaque.

44. Los almanaques extienden las distancias de la luna al sol hasta 120° ó muy poco mas, que es á quanto alcanza la graduacion de un sextante; pero el que tenga un quintante ó círculo podrá observarlas hasta de 142° (*), calculando las distancias de la Isla. Estas observaciones, que tienen algunas desventajas, pueden sin embargo producir mucha utilidad.

(*) El término de las distancias que se pueden medir con un instrumento de reflexion no es 142°; pero quando pasan de esta graduacion empieza la imágen del sol á enturbiarse, vista con antejo que aumenta mucho, y á no poderse ver en el centro del antejo si es de poco aumento, por cuya razon aconsejo que nunca se observen, respecta á que al resultado no se puede dar confianza. Yo he tomado distan-

45. Su inconveniente principal es la dificultad de observar unas distancias tan crecidas, por la magnitud del radio del círculo que la imagen del sol describe, que hace que un pequeño movimiento de la mano produzca uno muy grande en la imagen. En tierra se observan estas distancias con tanta seguridad como las demas; pero en la mar, donde siempre hay algún movimiento, es incomparablemente mas difícil, y muchas veces impracticable, particularmente si los astros caen próximos á la popa y proa del buque, pues estando sus verticales inmediatos á las perpendiculares del rumbo se sienten ménos los balances al hacer la observacion. Otro es que se logran raras veces, pues debiendo estar precisamente los astros bastante bajos, se oculta pronto el que desciende, y es fácil que cubra á los dos la celagería ó calima que casi siempre acompaña al horizonte.

46. Por lo demas son estas distancias tan buenas como las otras, pues aunque es cierto que los errores de los instrumentos de reflexion aumentan regularmente á proporcion que crece el ángulo medido, no será esta circunstancia óbice al que tenga instrumento seguro, y que habiendo hecho algunas observaciones de esta especie, con comparacion, haya obtenido siempre buenos resultados.

47. El que se halle en el caso de hacer esta observacion podrá determinar la longitud por distancias solares dos dias ántes ó despues que los demas en casi todas las quadraturas (*); lo que siempre es útil, y puede ser en algunas circunstancias muy interesante para la navegacion.

48. Las distancias verdaderas para la Isla se calculan con solo sumar el logaritmo coseno de la latitud de la luna con el logaritmo coseno de la diferencia de longitudes del sol y de la luna, y tomar el arco correspondiente á la suma buscada en los cosenos. Para ésto se reduce la hora de la observacion al meridiano de la Isla, se determinan dos horas justas que la comprehendan, con intervalo entre si de 3h, y se calculan para ellas las distancias verdaderas. En este cálculo es menester aplicar la equacion de las segundas diferencias á las latitudes y longitudes de la luna, lo que se excusa en unas quando de las dos horas resulta ser alguna la del medio dia ó media noche. El que quiera ahorrarse esta pequeña molestia cediendo alguna pequeña parte de la exáctitud, podrá calcular las distancias para el medio dia y media noche que comprehendan la hora reducida, y deducir por partes proporcionales iguales las de las horas intermedias que se necesiten, en lo que no cabe mucho error; pero es preferible calcular directamente dos distancias que comprehendan á la observada.

49. Para que se pueda formar juicio de la exáctitud de que es susceptible esta observacion, y de la del modo de observar una sola persona sin auxilio alguno, que he explicado en el capítulo anterior, insertaré el siguiente

E X E M P L O .

50. El 17 de Septiembre de 1812, abordo de un navío en el fondeadero de Veracruz, en latitud N. 19°..12'..10" y longitud O. de Cádiz 89°..51'..16", se hicieron las observaciones siguientes. La elevacion del observador era 34 pies españoles ó 31,1 pies ingleses; el error del quintante con que se midieron las distancias y alturas del horario + 19"; el atraso aproximado del reloj de minutos que se empleó + 2m; la distancia á la costa en el vertical del sol quando se observó el horario 0,56 millas, con la qual y la elevacion se halló la depression 32'..21", y para la altura del sol correspondiente al instante de la distancia media, se determinó ser 30'.

Horas del reloj.	Observaciones.
4h..33m..30s — 5s	☉ 20°..59'..40"
34..45 — 10	42..35
36..0 — 11	26..10
4..45..40 — 10	☽ 13..42
46..50 — 5	☉ 17..50
48..58 —	☽ 138..45..5
50..20 — 10	45..40
51..30 — 5	46..5
53..10 — 8	☉ 16..22
54..15	☽ 15..33

Despues se restáron los segundos á las horas del reloj, se sacáron los promedios, se aplicó la correccion del instrumento, y por las tablas 4.a y 5.a se deduxéron las alturas para el instante de la distancia; y resultó: Hora media del reloj 4h..34m..36. Altura media ☉ 20°..43'..7". Hora media del reloj 4h..50m..18. Distancia media ☽ 138°..45'..56". Altura ☽ 17°..1'..6". Altura ☽ 14°..41'..36".

Hora del reloj en el horario.	4h..35m	Para esta hora, almanaque náutico.
Atraso aproximado.	+ 2	
Longitud O.	+ 6..0	
Hora en la Isla.	10..37	Semidiámetro del ☉ 15'..57"
		Declinacion del ☉ 2°..2'..57. N.

de 146°..17', con un desvío considerable que despues corregí, y las mejores series me han producido solo 15' de error en la longitud, acierto que apesar de todo mi esmero en la observacion y cálculo atribuyo á casualidad.

(*) Quadratura es propriamente la situacion respectiva de dos astros cuyas longitudes difieren 3 siglos ó 90°. Pero tambien se entiende por esta palabra la suma de los dias en que la ☾ se halla á una distancia del ☉ proporcionada para poderse observar, cuya temporada consta de ocho dias, quatro anteriores y quatro posteriores al cuarto creciente y al cuarto menguante de la ☾.

Cálculo del horario.

Alt. obs. ☉ . . . 20°..43'.. 7"	Distancia polar del ☉ . . . 87°..57'.. 3"	L. cosec. 0.00028
Depresion. . . . - 32..21	Latitud. 19..12..10	L. sec. 0.02486
<u>20..10..46</u>	Altura. 20..24..19	
Semidiámetro. . . + 15..57	Suma. 127..33..32	
<u>20..26..43</u>	Semisuma 63..46..46	L. cos. 9.64526
Correc. de alt. . . - 2..24	Diferencia 43..22..27	L. seno. 9.83680
<u>20..24..19</u>	Hora verdadera abordo. . . 4h..36m..21s.	L. verso. . . (suma). 9.50720
Alt. verd. ☉ . . . 20..24..19	Hora del reloj. 4..34..36	
	Atraso del reloj. + 1..45	

Por otros horarios se averiguó el movimiento del reloj respecto al tiempo verdadero, y por partes proporcionales se determinaron los estados absolutos correspondientes á cada serie de distancias, siendo el de la primera + 1m..33".

Hora del reloj en la dist. media. 4h..50m..11s Para esta hora, almanaque náutico.

Atraso. + 1..33

Hora verdadera en la dist. media. . . 4..51..44

Semid. hor. ☾ 16'..8"
Par. hor. en el paralelo 59..4

Longitud O. + 6..0

Hora en la Isla. 10..52

Cálculo de las distancias verdaderas en la Isla para las 9h y 12h.

<u>Epocas.</u>	<u>Longitudes de la ☾</u>	<u>1.as dif.</u>	<u>2.as dif.</u>
Día 16 á med. noc. . . .	10s. 0°..21'..32"	6°..51'..58"	
17 á med. dia.	10.. 7..13..30	6..58..48	+ 6'..50"
á med. noc.	10..14..12..18	7.. 5..33	+ 6..45
18 á med. dia.	10..21..17..51		+ 6'..47" 2.a dif. media.
	12h: + 6°..58'..48" :: 9h: + 5°..14'..6"		
	Interv. 9h - 2.a dif. 6'..47" - Correc. - 38		
			+ 5..13..28
			10s. 7..13..30

Long. de la ☾ á 9h. . . 10..12..26..58

<u>Epocas.</u>	<u>Latitudes de la ☾</u>	<u>1.as dif.</u>	<u>2.as dif.</u>
Día 16 á med. noc. . . .	2°..30'..28" N.	- 34'..12"	
17 á med. dia.	1..56..16	- 36..29	- 2'..17"
á med. noc.	1..19..47	- 38..16	- 1..47
18 á med. dia.	0..41..31		- 2'..2" 2.a dif. media.
	12h: - 36'..29" :: 9h: - 27'..22"		
	Interv. 9h - 2.a dif. 2'..2" - Correc. + 11		
			- 27..11
			1°..56..16

Lat. de la ☾ á 9h. 1..29..5 N.

<u>A 9h.</u>		<u>A 12h.</u>	
Long. ☾ 10s. 12°..26'..58"	Long. ☾ 10s. 14°..12'..18"	Long. ☉ 5..24..46..56	Long. ☉ 5..24..54..15
Long. ☉ 5..24..46..56			
Dif. { 4..17..40.. 2	Dif. { 4..19..18.. 3		
197..40.. 2 . L. cos. . . . 9.86878	139..18.. 3 . L. cos. . . . 9.87975		
Lat. ☾ 1..29.. 5 . L. cos. . . . 9.99985	Lat. ☾ 1..19..47 . L. cos. . . . 9.99988		
Dist. ☉☾ 137..38..40 . L. cos. (sum.). 9.86863	Dist. ☉☾ 139..16..55 . L. cos. (sum.). 9.87963		

Correccion de la distancia y conclusion.

Alt. obs. ☉ 17°.. 1'.. 6"	Alt. obs. ☾ 14°..41'..36"	Dist. obs. ☉☾ 138°..45'..56"
Depresiones. . . . - 30.. 0	- 5..29	

Semidiámetros.	16°..31'.. 6"	14°..36'.. 7"	16°..12	+ 32'..9"
Alt. y dist. apar.	16..47.. 3	14..19..55		139°..18..5
Alt. ap. ☉	16°..47'			
Alt. ap. ☾	14..20	(Par. hor. 59'..4")		

Arg. aux.	Sum. de alt. ap.	31.. 7	N. I.	46904
	Corr. compl. alt. ☉	+ 57.. 1		272
	Corr. alt. ☾	+ 53..30		
	Parte prop.	+ 4		

7'..35"	1	Suma correg. de alt.	32..57..35	N. II.	48356
7..38	2	Dist. apar.	139..18	N. III.	55077

Seg. reserv.	5	N. IV.	(suma).	50813
Dist. correg.	138..39..39			688

Distancia verdadera.	138..39..44	Dif. 1°.. 1'.. 4"	L. P.	46947
Dist. calc. } á 9h	137..38..46	Dif. 1..38..15	L. P.	26294
en la Isla. } á 12h	139..16..55			

Hora en la Isla.	10h..51m..53s	L. P.	(dif.)	20653
Hora abordó	4..51..44			

Dif. de mrno. O. de la Isla por la 1.a série.	6.. 0.. 9	} Extremos 23s = 5'..45"
Im. por la 2.a série.	5..59..50	
Im. por la 3.a série.	6.. 0..13	
Im. por la 4.a série.	6.. 0.. 2	
Im. por la 5.a série.	5..59..55	

Suma.	9
Promedio.	6.. 0.. 1,8
Cádiz al O. de la Isla.	- 21,5

Long. observada O. de Cádiz.	5..59..40,3
Longitud verdadera O.	89°..55'.. 4"
	89..51..16

Error de la observación al O. 3..48

51. También se puede aplicar el mismo método de noche, quando las distancias que trae el almanaque son para estrellas poco lucientes, ó quando aunque sean bastante brillantes resulte la postura al observarlas muy incómoda. En este caso se podrá algunas veces observar la distancia á otra estrella zodiacal que sea mas visible y esté mejor situada; bien que será bueno que la distancia no pase, y mejor que no llegue á 100°, por que sino será difícil de tomar exactamente.

52. Lo mismo se puede executar con un planeta, particularmente en el plenilunio, quando la mucha claridad de la luna dificulte distinguir bien la estrella, ó quando en los crepúsculos la luz del dia, que proporciona un excelente horizonte, no las permite ver. Las distancias á los planetas no se pueden medir con tanta precisión como las de las estrellas, por tener un diámetro algo sensible; pero se procura verificar el contacto con su centro al poco mas ó ménos (*), y quando están muy brillantes se interpone delante del anteojo un vidrio de los mas claros que modifique su luz.

53. Para calcular las distancias de la luna á la estrella para las dos horas correspondientes de la Isla, se determina para ellas la ascension recta y declinación de la luna, y las de la estrella para el dia de la observación. Después se dice: el radio es al coseno de la diferencia de ascensiones, como la tangente de la distancia de la luna al polo elevado á la tangente de s'; restando s', y la distancia polar de la estrella se tiene s'', y se hace la analogía de: el coseno de s' es al coseno de s'', como el coseno de la distancia polar de la luna al coseno de la distancia verdadera de la luna á la estrella. La especie de los resultados de estas dos analogías es obtusa si el número de términos obtusos en ellas es impar, y aguda en todos los demas casos.

54. La misma operacion se practica para calcular las distancias de la luna á un planeta, con la diferen-

(*) Para mayor exactitud será lo mejor observar la distancia de limbos y corregirla de semidiámetro quando se tome á Jupiter. Los semidiámetros de los planetas, en sus distancias medias á la Tierra, son los siguientes: Mercurio 3''5, Venus 8''3, Marte 3''74, Jupiter 18''61, Saturno 8''99, su anillo 21''0 y Urano ó Herschell 2''0. Las paralaxes horizontales de Mercurio y Venus, en sus distancias medias á la Tierra, son iguales á la del Sol, y las de los demas planetas son las siguientes: Marte 5''6, Jupiter 1''7, Saturno 0''8, y Herschell 0''5. En el siguiente exemplo se corrige la distancia observada del semidiámetro de Jupiter = 19'', y se prescinde enteramente de su paralaxe.

cia de emplear las latitudes y longitudes de ambos astros en lugar de sus declinaciones y ascensiones.

55. Estos cálculos se deben hacer con mantisas de siete cifras tomando partes proporcionales para los segundos, empleando las tablas de logaritmos de Callet ó Gardiner, y mejor las de Taylor. A falta de éstas ú otras semejantes, se puede usar de las de Mendoza, tomando los logaritmos del seno y de la secante en lugar de los de las tangentes, y venciendo con un poco de paciencia la dificultad de tener que hallar un argumento correspondiente á la suma de un logaritmo seno con su secante respectiva, igual al logaritmo que resulta de la suma de la primera analogía.

56. El exemplo siguiente, cuyas operaciones omito, puede servir para que los que quieran ensayarse en este cálculo lo trabajen para comprobacion.

EXEMPLO.

57. El 26 de Febrero de 1812, en latitud N. $19^{\circ}..12'..10''$ y longitud O. de Cádiz $89^{\circ}..51'..16''$, se observó una série de distancias de los limbos próximos de la luna y Júpiter, notando las horas que señalaba un cronómetro. La distancia media, corregida del error del instrumento, resultó $71^{\circ}..18'..36''$; y aplicando á la hora media del cronómetro las correcciones de estado absoluto y movimiento, y la equacion de tiempo, se obtuvo la hora verdadera de la observacion abordo $17h..54m..12s$.

Se quiere deducir la longitud, calculando las alturas de la luna y de Júpiter.

Hora abordo.	17h..54m..12s
Long. O. de Cádiz.	+ 5..59..25,1
Cádiz al O. de la Isla.	+ 21,5
<hr/>	
Hora en la Isla.	17..53..58,6
	ó 17..54

Para esta hora, por el almanaque.

Semidiám. hor. de la ☾	14'..48"
Par. hor. en el paralelo	54'..12"
Ascension recta del ☉	22h..37m..2s
Ascension recta de la ☾	10..37..46
Declinacion de la ☾	$159^{\circ}..26'..33'' = 8^{\circ}..37'..51''$ N.
Declinacion de Júpiter.	23..21..53 N.
Hora del paso de Júpiter por el mrno. el 26, rebajada de } la parte prop. de su var. al intérv.entre ella y la hora dada. }	7h.. 6m..47s

Las horas de la Isla para que se han de calcular las distancias verdaderas son 15h y 18h.

	15h.	18h.
Longitudes de la ☾	58.. 6^{\circ}..20'..34''	58.. 7^{\circ}..49'..57''
Latitudes de la ☾ S.	0.. 9..29	0.. 1..12
Longitudes geoc. de Júpiter.	2..26..16..18	2..26..16..28
Latitud geocéntrica de Júpiter para $16h\frac{1}{2}$		0.. 2..40. S.

Cálculo de las distancias verdaderas en la Isla.

	15h.	18h.
Diferencias de long. de la ☾ y de Júpiter.	$70^{\circ}..4'..16''$	$71^{\circ}..33'..29''$
Distancias polares de la ☾	90.. 9..29	90.. 1..12
Distancia polar de Júpiter.	$90^{\circ}..2'..40''$	
S'	90.. 7..50	90.. 1.. 8..26
S''	0.. 1..13	0.. 7..14
Distancias verdaderas de la ☾ á Júpiter	$70..5..50$	$71..33..59$

Cálculo de las alturas de los astros.

	Luna	Júpiter.
Horarios	0h.. 6m..32s	4h..47m..25s
Alturas verdaderas	$79^{\circ}..18'..45''$	$23^{\circ}..36'..15''$
Alturas aparentes	79.. 8..43	23..38..24

Correccion de la distancia y conclusion.

Distancia observada	$71^{\circ}..18'..36''$
Distancia aparente	71.. 33.. 57
Distancia verdadera	71.. 31.. 0
Hora en la Isla	17h..53m..54s5
Cádiz al O. de la Isla	— 21,5
Hora en Cádiz	17..53..33
Hora abordo	17..54..12

Longitud observada O. de Cádiz { 5h..59m..21s
 Longitud verdadera O. { 89°..50'..15"
 Error de la observacion al E. 89..51..16
 1..1

Nota. Las longitudes y latitudes de la luna, que han servido para calcular las distancias, se han corregido de la equacion de las segundas diferencias. Pero su ascension recta y declinacion, que solo se han empleado para calcular las alturas, se han deducido por simple proporcional. Se ha usado de las tablas de Mendoza en todo el cálculo, ménos en la deduccion de las distancias verdaderas, en que se ha empleado las de Callet.

CAPITULO IV.

Modo de determinar la longitud por la ascension recta de la luna, observando solo la altura de ésta y la del sol ú otro astro.

58. Las ascensiones rectas de la luna, aunque no con tanta exactitud como sus distancias, ofrecen tambien un método de observar la longitud que podrá tener uso en algunas ocasiones. Este se reduce á observar una série de alturas de la luna, determinando con toda la exactitud posible la hora de la observacion, ya por medio de un reloj bien arreglado, ya observando al mismo tiempo que las alturas de la luna las del sol ó de una estrella. Conocida la hora verdadera de la observacion se calcula el horario de la luna, y se busca en el almanaque la ascension recta del sol. Se describe un círculo que represente la equipoccial, se señala en él el meridiano y las direcciones E. y O., y se colocan en la circunferencia el sol y la luna por sus horarios, y el primer punto de Aries por la ascension del sol. Hecho ésto la figura manifestará la operacion que se ha de hacer para deducir la ascension recta de la luna para el instante de la observacion. Esta se compara con las del almanaque, y se deduce la hora de la Isla, cuya diferencia con la de abordo es la diferencia de meridianos.

59. La comparacion de la ascension calculada con las del almanaque se puede hacer por simple proporcional, sin que de ello resulte error muy considerable; pero es mejor aplicarle la equacion de las segundas diferencias, lo que se hace del modo siguiente. Se hallan las quatro ascensiones que comprehenden á la calculada, y se sacan sus diferencias, segundas diferencias y la segunda diferencia media. Se halla la diferencia entre la ascension calculada y la próxima antecedente, que se puede llamar parte proporcional; despues se forma la siguiente proporcion: la diferencia de las dos ascensiones del almanaque que comprehenden á la calculada es á 12h, como la diferencia entre la calculada y la próxima antecedente al intervalo aproximado. Esta proporcion se resuelve sin gran prolixidad, despreciando los segundos. Con el intervalo aproximado y la segunda diferencia media se halla la correccion de la tabla XXXIX., que se aplica con el signo de la segunda diferencia media (al contrario de lo que se practica comunmente) á la diferencia ó parte proporcional, y resulta la parte proporcional corregida. Con ésta se vuelve á hacer la misma proporcion antecedente, que se resuelve por logaritmos con la mayor exactitud, y resulta el intervalo verdadero, que sumado con la hora de la ascension próxima anterior da la hora verdadera de la Isla en el instante de la observacion.

60. Estos cálculos se hacen con la mayor facilidad y con suficiente exactitud por las tablas de Mendoza, aunque para las proporciones de la comparacion de la ascension calculada con las del almanaque, son preferibles otras qualquiera que tengan los logaritmos de los números naturales mas extendidos y con siete cifras.

61. De los dos exemplos siguientes el 1.º está calculado enteramente con las tablas de Mendoza y el 2.º con las de Callet.

EXEMPLO 1.º

62. El 17 de Noviembre de 1812 á las 6 de la tarde, estando una embarcacion en latitud S. 9°..43', se observáron á un mismo tiempo las siguientes alturas de la luna y del sol para determinar la longitud. Por distancias solares observadas tres dias ántes, la longitud traída por estima á la hora de la observacion era 22°..34' O. de Cádiz. La elevacion era 15 pies, la altura del barómetro ingles 30,25 pgs., la graduacion del termómetro de Fahrenheit 80 grados; el error del índice del instrumento con que se tomó la altura de la luna + 1'..12", y el del que sirvió para la del sol—55".

Alt. obs. ☾	Alt. obs. ☉	Hora aproximada abordo	6h..0m
9°..9'..25"	3°..8'..45"	Longitud O. 22°..34' =	+ 1.30
23..30	21.55..15	Hora aprox. en la Isla	7.30
39..0	2..40..20	Para esta hora, alm. náut.	
Sumas	8..44..20	Declinacion del ☉ S.	19°..7'..22"
Promedios	2..54..47	Semid. del ☉	16..13
Errores del índice	— 55		
Alturas observ. med.	2..53..52		

Horario del ☉.

Alt. obs. ☉	Distancia polar del ☉	70°..52'..38"	L. cosec.	0.02465
Depresion	Latitud	9..43..0	L. sec.	0.00628
	Altura	2..52..6		
		2..50..13		

Semid. correg. de contrac. . . + 15..21	Suma 83..27..44	L. cos. 9.8750
3..5..34	Semisuma 41..43..52	L. seno 9.79758
Corr. de alt. correg. temp. . - 13..28	Diferencia 38..51..46	
Altura verd. ☉ 2..52..6	Hora verd. de la obs. 6h..1m..17s3	L. verso . . (suma) 9.70141
	Long. O. de Cádiz. 1..30..16,0	
	Cádiz O. de la Isla . . . + 21,5	
	Hora en la Isla . . . 7..31..55	

Para esta hora, por el almanaque.

Ascension recta del ☉ 15h..32m..6s2
Declinacion de la ☾ N. 10°..47'..23"
Semid. hor. de la ☾ 16..42
Par. hor. de la ☾ 611.10

Horario de la ☾

Alt. obs. ☽ 9°..25'..10"	Dist. polar de la ☾ 100°..47'..23"	L. cosec. 0.00775
Depresion - 3..39	Latitud 9..43..0	L. sec. 0.00628
9..21..31	Altura 9..59..24	
Semid. de alt. - 16..45	Suma 120..29..47	
9..4..46	Semisuma 60..14..53	L. cos. 9.69570
Correc. de alt. + 54..28	Diferencia 50..15..29	L. seno 9.88589
+ 10	Horario orient. de la ☾ 5h..1m..58s	L. verso . . (suma) 9.59561
Alt. verd. ☾ 9..59..24		

Asc. recta del ☉ 15h..32m..6s2
Horario occ. del ☉ 6..1..17,3
Suma 21..33..23,5
Suplemento á 24h 2..26..36,5
Horario oriental de la luna 5..11..5,8

Asc. recta de la luna (dif.) 2..44..29,3 = 41°..7'..20"

Ascensiones rectas de la luna en la Isla. 1.as dif. 2.as dif. 2.a dif. media.

Dia 16 á med. noc. 29°..10'9	7°..17'4	+ 6,7	
17 á med. dia 36..28,3	7..24,1	+ 6,2	+ 6'45 = + 6'..27"
á med. noc. 43..52,4	7..30,3		
18 á med. dia 51..22,7			
Asc. el 17 á med. dia 36..28..18"			
Asc. calculada 61..7..20			
Parte prop. (dif.) 4..39..2			
Correc. T. XXXIX. para 7h. } . . . + 45	7°..24' : 12h :: 4°..39' : 7h54 = 7h..32m (intérv. aprox.)		
32m intérv. y 6'..27" 2.a dif. } . . .	7°..24'..6" = 26646"	. . . . . c. a. L. 5.57437	
Parte prop. corregida 4..39..47	: 12h = 720m	. . . . . L. 2.85733	
	:: 4°..39'..47" = 16787"	. . . . . L. 4.22497	
	: 7h..33m..36s = 453m60	. . . . . L. . . (suma) 2.65667	

Hora en la Isla 7h..33m..36s	
Cádiz al O. de la Isla. - 21,5	
Hora en Cádiz 7..33..14,5	
Hora abordo 6..1..17,3	
Long. obs. O. de Cádiz. { 1..31..57,2	
Long. estimada { 22°..59'..18"	
	22..34..0
Dif. la estimada al E. 25..18	

EXEMPLO 2.º

Dia 26 de Diciembre de 1811.

Elementos.

Horas medias del cronómetro.

11h..11m..28s
11..13..59,2

Alt. obs. medias.

☉ . 20º..56'.41"
☉ . 7..30..21

Intervalo 2..56,4

Diferencia de longitud contraída al O. entre las observaciones 4'' = 04. Latitud estimada N. 21º..22'..21''
Longitud por el cronómetro de Pennington núm. 465, observada por la mañana; y reducida por estima á la hora de la observacion de la luna 78º..22'..44'' O. Hora aproximada abordo en la observacion del ☉ 4h..44m. Elevacion 21½ pies.

Hora estim. abordo en la obs. de la alt. del ☉ 4h..44m
Longitud por el cron. O. 78º..22'..44'' = + 5..14

Hora aproximada en la Isla 9..58

Para esta hora, por el almanaque.

☉ S. 23º..23'..23'' Semidiámetro del ☉ . . . 16'.18''

Horario del ☉.

Alt. obs. ☉ 7º..30'..21''	Declinacion ☉ S. 23º..23'..23''	c. a. L. cos. 0.0372397
Depresion — 4..22	Dist. polar. 113..23..23	
	Latitud. 21..22..21	c. a. L. cos. 0.0309426
Semid. + 16..18	Altura. 7..35..42	
	Suma 142..21..26	
Correc. de alt. — 6..35	Semisuma 71..10..43	L. cos. 9.5086900
	Diferencia. 63..35..1	L. seno 9.9521065
Alt. verd. ☉ 7..35..42		

Suma 19.5289788

Horario occidental del ☉ 35..33..1 L. seno. (½ suma) 9.7644894

Interv. reduc. á circ por la T. XXVIII. — 44..13 Hora ab. tpo. verd. 4h..44m..24s1

☉ 70..21..49 Intervalo — 2..56,4

Dif. de long. O. entre las observ. + 6 = + 0,4

Horario occ. del ☉ en la obs. de la ☉ 70..21..55 = Hora ab. tpo. verd. 4..41..28,1

Long. del cron. + 5..13..31,0

Cádiz O. de la Isla. + 21,5

Hora en la Isla. 9..55..20,6

Para esta hora, por el almanaque.

Asc. recta del ☉ . 18h..18m..51s7 = 274º..42'..56''
Declinacion de la ☉ N. 15º..2'..57
Semid. hor. de la ☉ 15..52
Par. hor. (en el paralelo) 58..3

Horario de la ☉

Alt. obs. ☉ 20º..56'..41''	Declinacion ☉ N. 15º..2'..57''	c. a. L. cos. 0.0151563
Depresion. — 4..22	Dist. polar. 74..57..3	
	Latitud 21..22..21	c. a. L. cos. 0.0309426
Semid. alt. — 15..58	Altura 21..28..11	
	Suma 117..47..35	
Correc. de alt. + 51..47	Semisuma 58..53..47	L. cos. 9.7131437

	+ 3"	Diferencia . . .	37°..25'..36"	L. seno . . .	9.7837218
Alt. verd. ☾ . . .	21..28..11			Suma.	19.5429644
		Horario . . .	36..13..4	L. seno (½ suma)	9.7714822
		Horario oriental de la ☾ . . .	72..26..8		
Asc. recta del ☉ . . .					274°..42'..56"
Suplemento á 360° . . .					85..17..4
Horario occidental del ☉ . . .	70°..21'..55"	} Suma de horarios . . .			142..48..3
Horario oriental de la ☾ . . .	72..26..8				
Ascension recta de la ☾ á 4h..41m..28s; tpo. verd.				(dif.)	57..30..59

Asc. recta de la ☾ en el almanaque.	1.as dif.	2.as dif.	2.a dif. media.
Día 25 á med. noc.	44°..55'9	6°..53'0	
26 á med. dia	51..48,9	6..56,1	+ 3'1
á med. noc.	58..45,0	6..58,6	+ 2,5
27 á med. dia	65..43,6	6..58,6	+ 2'8 = + 2'..48"

Asc. el 26 á med. dia	51..48..54"
Asc. calculada	57..30..59
Parte prop. (dif.)	5..42..5

Correc.T.XXXIX.para8h.52m } + 12	6°..56' : 12h :: 5°..42' : 9h86 = 9h. 2m (intérv. aprox.)
intérv. y 2'..48" 2.a dif. med. }	6°..56'..6" = 24966" a. L. 5.6026510
	: 12h = 720m L. 2.8573325
Parte prop. corregida	:: 5°..42'..17" = 20537" L. 4.3125370
	: 9h..52m..17s = 592m28 L. (suma) 2.7725205

Hora en la Isla, tpo. verd.	9h..52m..17s
Cádiz al O. de la Isla.	— 21,5
Hora en Cádiz	9..51..55,5
Hora abordo	4..41..28,1
Long. obs. O. de Cádiz.	{ 5..10..27,4
	{ 77°..36'..51"
Long. por el cronómetro	78..22..44
Error de la observacion al E.	45..53

64. Este método de calcular la longitud por la altura de la luna, sino se practica con la mayor escrupulosidad, es susceptible de poca exactitud. El exemplo 2.º es una prueba de ello, pues apesar de haberse hecho la observacion en buenas circunstancias, y de haberla calculado con el mayor esmero, produce un error de 46' en el resultado. Para hacerse cargo de ello basta saber que cada segundo de tiempo de error en la ascension recta calculada produce 7½' de error en la longitud. Las mejores circunstancias para hacer la observacion son las en que las alturas de los astros varían con mucha rapidez, lo que solo se logra en latitudes bajas, particularmente quando las declinaciones son de su misma especie. Apesar de todo podrá este método producir bastante utilidad quando se han pasado algunos dias sin tener observacion de longitud por distancias, pues haciendo ésta en ocasion favorable y con buenos instrumentos se puede esperar tener una longitud con ménos de un grado de error. (*)

65. El piloto aplicado no debe ignorar este problema, como tampoco el de observar y calcular distancias mayores que las que trae el almanaque, pues frecuentemente sucede en la mar que despues de muchos dias de estar el cielo cubierto, despeja por un corto rato, en disposicion de presentar alguna de estas observaciones; y si por ignorancia ó descuido no se aprovecha, y el tiempo continúa obscuro, de la incertidumbre de la situacion del buque se le originará precisamente un atraso más ó ménos grande en la navegacion, y aun tal vez otras consecuencias mas funestas.

CAPÍTULO V.

Método abreviado de calcular la longitud por distancias lunares quando se observan muchas séries.

66. La incertidumbre de la estima es tan grande que aun en los mares donde no hay corrientes suele

(*) Despues de escrito este capítulo he leído la Memoria del difunto alférez de navío D. Francisco Lopez Royo impresa en 1798, que trata de este problema con maestria, y propone las fórmulas con que se hallan las correcciones que deben hacerse á la longitud resultante, si difiere de la estimada considerablemente, por los errores de la ascension recta del ☉ y de la declinacion de la ☾ que entraron en el cálculo. Pero á mí me parece que lo mas sencillo es, en caso de que la longitud que resulte de la observacion se diferencie notablemente de la de estima, volver á hacer el cálculo, buscando de nuevo en el almanaque la ascension recta del ☉ y la declinacion de la ☾.

contraer frecuentemente en el solo intervalo de una singladura errores que se aproximan bastante á medio grado, lo que la experiencia nos manifiesta continuamente. Por esta razon los que navegan sin cronómetro y desean corregir su estima por medio de las distancias lunares, pueden hacerlo á costa de poco trabajo, observando una, ó á lo mas dos series de distancias en cada dia; y aun en los golfos, hallándose distantes de recaladas, será suficiente que observen una ó dos series en toda la quadratura, porque de nada servirá que por medio de un gran número de series traten de determinar una longitud muy exacta, si al otro dia su punto puede tener ya medio grado de error.

67. La observación de longitud por distancias lunares es bien sabido que tiene sus límites de aproximación, y que está muy distante de producir resultados tan exactos como las alturas meridianas, los horarios, &c. La lentitud con que la distancia de la luna al sol ó á la estrella aumenta ó disminuye hace que un corto error en su medida lo produzca bastante considerable en la longitud resultante, y este corto error es muy fácil de contraer, tanto por defecto del instrumento como por lo que respecta al observador. Influyen tambien en él los errores de las tablas de la luna, y por estas consideraciones se ha supuesto hasta muy modernamente que los límites de la aproximación de una distancia lunar bien medida y calculada estaban en 30'. En el dia por lo mucho que se han perfeccionado los instrumentos de reflexión, las tablas lunares, y las que se usan para corregir las distancias, se puede aspirar á alguna mas exactitud; y ninguna distancia tomada en buenas circunstancias y con buen instrumento debe dar un resultado que se diferencie de la longitud verdadera mas de 20'. Quando se toman varias series se nota que los resultados parciales jamas se conforman, y que discrepan entre sí mas ó ménos, pero nunca tanto que en 10 ó 12 series tomadas seguidamente y con el mismo instrumento deban exceder los extremos de sus diferencias á 12'. Si en varios dias consecutivos se hacen observaciones de esta especie, se advierte que sus resultados finales tampoco son iguales, y que muy amenudo se diferencian cantidades que no bajan y aun exceden á los 12', lo que en parte consiste en las distancias del almanaque, y principalmente en el instrumento, que en diferente graduación y con distintos vidrios suele producir errores desiguales.

68. Aunque se infiere que, si como es muy fácil determinar por medio de distancias lunares una longitud con 20' de incertidumbre, es bastante difícil reducir esta cantidad á un número de minutos muy corto, como por exemplo de 2 ó 3. Esto puede conseguirse observando en cada dia de una quadratura varias series de distancias al sol, y el promedio de todos los resultados será muy aproximado: todavia lo será mas si en la quadratura inmediata se repite igual operacion, pues en el promedio de las distancias orientales y occidentales desaparece la mayor parte de los errores del instrumento.

69. Dos casos se ofrecen en la navegacion en que se desea determinar la longitud del buque por distancias con toda la exactitud expresada: uno es el de querer situar algun punto poco conocido, ó rectificar la longitud de alguno cuya situacion no esté perfectamente averiguada; y el otro es el de determinar con exactitud el estado absoluto de un cronómetro, para indagar si su movimiento ha variado, ó para averiguar el que tiene, si ha padecido alteracion ó si se ha parado. En estos casos es preciso no tan solo observar todos los dias de la quadratura, sino tomar en cada uno de ellos un número de distancias bastante considerable.

70. La operacion de observar las distancias estando el cielo claro, los astros en posicion cómoda, y el buque sin agitacion, no tan solo no es molesta, sino que muchas veces sirve de distraccion á los navegantes. Tampoco es pesada, pues en estos casos qualquier mediano observador toma cada distancia en solo el espacio de medio minuto, de modo que quince minutos de tiempo son suficientes para observar diez series de á tres distancias cada una.

71. El principal motivo que retrae á los navegantes de hacer unas observaciones tan dilatadas es el mucho tiempo que se emplea en calcularlas: inconveniente poderoso para personas que en muchas ocasiones apenas pueden disponer del preciso para su descanso. Habiéndolo experimentado por mi mismo varias veces, se me ocurrió que el cálculo de muchas series de distancias podría simplificarse, á costa de sacrificar alguna pequeña parte de la exactitud, y desde luego conocí las grandes ventajas que este método produciría en la práctica. En efecto poco despues realicé mi proyecto calculando directamente las dos series primera y última, y sacando las dos diferencias entre sus distancias verdaderas y las observadas, que llamaba *correcciones*, hallaba por partes proporcionales de su variacion á los intervalos las correcciones para todas las demas distancias de las series intermedias, las que aplicadas me daban, á costa de muy poco trabajo, las distancias verdaderas. Este método, suficientemente aproximado, me producía muy buenos resultados, é hice de él mucho uso. Pero viendo que despues de hallar las distancias verdaderas necesitaba compararlas todas con la del almanaque, hallar logaritmos proporcionales para todas &c., de modo que la operacion apesar de estar ya abreviada resultaba todavia demasiado larga, emprendí facilitarla mas, lo que efectivamente conseguí operando de la manera que voy á explicar.

72. Siguiendo mi modo predilecto de observar sin tomar las alturas al mismo tiempo, y quando mas auxiliado por una persona que cuente en el reloj y apunte, hice observaciones de muchas series, tomando solo alturas anteriores y posteriores para la primera y última. Calculaba estas dos directamente, promediaba sus resultados y hallaba por ellos la longitud en equador respecto al meridiano de Cádiz. De todas las demas series extremas hallaba los promedios de horas y distancias, sin aplicar á aquellas la correccion de la hora del reloj, ni á éstas la del error del instrumento. Hallaba los intervalos que mediaban entre la hora de la primera distancia y la de cada una de las demas, y la variacion de la distancia observada entre la primera y última serie. De esta variacion determinaba partes proporcionales á todos los intervalos, y con ellas unas distancias calculadas, tambien proporcionales, y que solo se hubieran diferenciado de las observadas en los pequeños errores parciales de éstas, si el movimiento aparente de la luna respecto al otro astro hubiese sido uniforme. Comparaba las distancias observadas con las calculadas, y resultaban unas diferencias por defecto y otras por exceso: sumaba aparte las de cada especie, restaba la suma menor de la mayor, y partía el resultado por el número total de series, incluidas las dos extremas. Con atencion á la variacion de la distancia observada en el intervalo mayor, reducía aquel resultado final á tiempo y despues á equador, y segun su especie y la de las distancias, orientales ú occidentales, la aplicaba con su correspondiente signo á la longitud hallada por las dos series extremas, lo que producía la longitud media de todas las series, con la sola aproxima-

macion resultante de suponer que la alteracion aparente de la distancia era uniforme, lo que en intervalo poco considerable jamas produce error sensible.

73. Para facilitar el cálculo de las partes proporcionales de la variacion de la distancia observada, y la reduccion de la diferencia media de las distancias observadas á las distancias proporcionales, he dispuesto dos tablas, cuya explicacion daré despues. Para las partes proporcionales me valgo del intervalo auxiliar de 20m, al que es preciso reducir por logaritmos la variacion de la distancia observada, para lo que no me ha parecido conveniente disponer tambien tablas, como hice para las alturas, porque me fuera preciso hacerlas muy extensas, y solo hubieran servido una vez en cada observacion. Esta reduccion se hace con mucha facilidad con los logaritmos de los números naturales de la coleccion de tablas inglesas de Mendoza, porque tienen datos sexagesimales (*). Con el auxilio de estas tablas ha quedado tan facilitada la operacion que se puede calcular diez series de distancias en el mismo tiempo que se emplea en calcular quatro directamente, y aun tal vez me extiende mucho.

74. Paso ahora á dar reglas para hacer este cálculo, y para mayor sencillez las dispondré en forma de

PROBLEMA.

Calcular abreviadamente un número de series de distancias lunares que pase de dos.

1.º Al observar las distancias tómense solo alturas, ya simultáneas, ya anteriores y posteriores (**), para la primera y última série, á no ser que el intervalo que medie entre ellas sea demasiado grande, es decir mayor de 20m, en cuyo caso se pueden tomar tambien para otra série intermedia, dividiendo la observacion en dos partes.

2.º La primera y última série se calculan por los métodos directos ordinarios, y halladas las dos diferencias de meridiano se toma el promedio, se reduce á Cádiz, y se convierte en equador.

3.º Promédiense las horas y distancias de todas las series intermedias, sin aplicar á los promedios correccion alguna. Réstese la hora media del reloj de la 1.a série de las de todas las demas, para hallar los intervalos, y comparando las distancias medias de las dos series extremas hállese su diferencia.

4.º Redúzcase esta diferencia ó variacion de la distancia observada á la que corresponda proporcionalmente al intervalo de 20m del modo siguiente: en la tabla de los logaritmos de los números naturales, que es la XV de la 2.a edicion de la coleccion inglesa de Mendoza, búsquese el complemento aritmético del logaritmo correspondiente al intervalo y el logaritmo de la variacion, sin necesidad de reducirlos á segundos, por tener la tabla en su segunda columna argumentos compuestos de minutos y decenas de segundos y las unidades de éstos arriba. Súmense con el logaritmo de 20m que es 3.07918, y el número de la 2.a columna correspondiente al logaritmo de la suma será la variacion de la distancia observada en 20m.

5.º Con este dato éntrese en la tabla 6.a y hállese para el intervalo de cada série su variacion en distancia proporcional. Esta tabla es semejante á la tabla 5.a, que sirve para la reduccion de alturas, y no necesita mas explicacion que la de ésta. Casi siempre se podrá hallar cada parte proporcional de memoria, sin necesidad de escribir, sumando á la vista al argumento correspondiente á los minutos del intervalo y á los minutos y decenas de segundos de la variacion, las partes para las unidades de segundos de la variacion y segundos del intervalo.

6.º Segun las distancias vayan en aumento ó disminucion, súmese ó réstese á la primera observada, exenta de la correccion del error del instrumento, cada parte proporcional, y de este modo se hallarán unas distancias que llamarémos *distancias proporcionales*.

7.º Compárense con estas distancias proporcionales las observadas, y anótense sus diferencias, distinguiendo las positivas y negativas, para lo que se tomará siempre por término de comparacion las distancias proporcionales. Súmense aparte las diferencias de cada especie, réstese la suma menor de la mayor, y divídase el residuo por el número total de series, incluidas las dos extremas. El resultado es lo que el promedio de las distancias observadas se diferencia de el de las proporcionales.

8.º En la tabla 7.a, cuyo argumento es la variacion de la distancia observada en el intervalo de 20m, se convierte el resultado de la operacion antecedente en minutos y segundos de equador, para lo que se suma la parte correspondiente á las decenas de segundo con la de las unidades (***).

9.º Esta correccion aplicada á la longitud que produxéron las dos series extremas da el promedio de la longitud de todas las series, que generalmente diferirá muy pocos segundos del que se hubiera obtenido calculándolas todas directamente. El modo de aplicar esta correccion depende de la especie de la longitud, de la

(*) La coleccion Española de Mendoza y las tablas de Callet ponen tambien argumentos sexagesimales á los logaritmos de los números naturales. Pero el que no tenga tabla dispuesta de esta forma puede suplirla para el uso indicado, en el presente caso y en todas las proporciones en que los términos que entren así de círculo como de tiempo sean muy pequeños, usando de los logaritmos de sus senos, sacando los de los minutos y segundos de tiempo como si fuesen de círculo. Esto se funda en la suposicion de que los arcos muy pequeños se confunden con sus senos, lo que aunque no es rigurosamente cierto, es tan aproximado que produce resultados exáctísimos en todos los casos en que los términos de la proporcion no pasan de 30 minutos, y aun quando son todos muy próximos á 60 minutos el error del resultado no llega á medio segundo.

(**) Es suficiente tomar una altura de cada astro inmediata á cada una de las dos series extremas, ya ántes de la primera y despues de la última, que es lo mas natural, ó ya despues de la primera y ántes de la última, ó de qualquier otro modo, aunque resulte un intervalo entre las alturas de cada astro muy grande; porque como las horas medias de las series están muy inmediatas á las de las alturas, del error que puede resultar á la variacion en altura de no ser el movimiento del astro en ella uniforme es muy poco lo que toca á la parte proporcional, y por consiguiente las alturas reducidas á las horas medias de aquellas series salen siempre muy exáctas.

(***) Por exemplo se trata de reducir la variacion media de las distancias observadas á las calculadas

de las distancias, y de la de su signo. Es fácil determinarla reflexionando un poco sobre el particular, pero para evitar este pequeño trabajo pondré á continuacion todos los casos.

Signo que le resultó á la correccion.	Especie de la longitud.	Especie de las distancias.	Signo con que se ha de aplicar la correccion final.
+	E.	Orientales.	+
		Occidentales.	-
-	O.	Orientales.	-
		Occidentales.	+
-	E.	Orientales.	+
		Occidentales.	-
-	O.	Orientales.	+
		Occidentales.	-

10.º Si alguna de las series discrepa demasiado del promedio general, lo que manifiesta la diferencia de su distancia con la proporcional, con presencia de la diferencia del promedio general con el de las dos series extremas, que es la correccion final que se hace á éste, se excluirá del promedio la correccion parcial de la tal serie.

EXEMPLO.

75. El dia 12 de Abril de 1814 (cuenta astronómica) estando en latitud S. 33º.43'.20", y longitud O. 72º.16'.30" por marcaciones, se hicieron las observaciones siguientes. La elevacion del observador era de 31 pies, el error del índice del instrumento + 19", y el adelanto aproximado del relox 4h.35m.

Horas del relox.	Observaciones.	Promedios.
1h. 59m. 23s	☉ . 33º.21'.40"	Horario. 2h. 0m. 19s } 33º.27'.22"
2 . 0 . 3	27.50	
1 . 32	32.35	
11 . 55	☽ . 50.14	1.a serie. 2 . 14 . 28,0 } 81 . 52 . 40
12 . 39	☉ . 35.58	
13 . 43	☉ ☽ . 81 . 53 .	2 . 18 . 30 } 81 . 51 . 30
14 . 28	52 .	
15 . 13	52 . 20	3.a 2 . 20 . 47 } 81 . 50 . 20
16 . 10	☽ . 49 . 27	
17 . 9	☉ . 35 . 58	4.a 2 . 25 . 7 } 81 . 49 . 12
17 . 52	☉ ☽ . 81 . 51 . 45	
18 . 24	51 . 30	5.a 2 . 26 . 58 } 81 . 48 . 25
19 . 14	51 . 15	
19 . 53	50 . 30	6.a 2 . 32 . 9,3 } 81 . 47 . 3
20 . 52	50 . 20	
21 . 36	50 . 10	☽ . 46 . 54
24 . 5	49 . 20	
25 . 8	49 . 15	☉ . 37 . 45
25 . 47	49 . 0	
26 . 20	48 . 40	☉ ☽ . 81 . 47 . 20
26 . 54	48 . 25	
27 . 39	48 . 10	☽ . 45 . 46
28 . 46	48 . 10	
29 . 50	☉ . 37 . 45	☉ . 38 . 25
31 . 17	☉ ☽ . 81 . 47 . 20	
32 . 18	47 . 0	☽ . 45 . 46
32 . 53	46 . 50	
33 . 41	☽ . 45 . 46	☉ . 38 . 25
34 . 43	☉ . 38 . 25	

das, que fué + 37"6, á equador, siendo la variacion de la distancia observada en 20m 7'..53".
 Para 30" y var. 7'..53" da la tabla, aplicando de memoria la parte proporcional. 19'.. 2"
 Para 7", del mismo modo 4'..26"
 Y para 6" 3'..48" = 228", luego para 0"6. 23"
 Correccion de la longitud media de las dos series extremas. 23..51"

Por las tablas dispuestas para el efecto se redujeron las alturas de ambos astros á las horas medias de las series 1.a y 6.a, y resultó para la 1.a altura $\odot 35^{\circ}..35'$ y $\overline{\text{C}} 49^{\circ}..46'$, y para la 6.a $\odot 38^{\circ}..4'$ y $\overline{\text{C}} 46^{\circ}..1'$.

Cálculo del horario.

Hora del reloj.	2h.. 0m	Para esta hora, alm. náut.
Adelanto aproximado.	- 4..35	Declinacion del \odot N.
Hora abordo.	21..25	Distancia polar.
Long. O. $72^{\circ}..16'$ =	+ 4..50	Semidiámetro del \odot

Hora en la Isla, dia 13. 2..15

Altura observada \odot	$33^{\circ}..27'..22''$
Error del índice.	+ 19
Depresion.	- 5..13
Semidiámetro.	+ 15..58

Altura aparente del \odot	<u>$33..38..26$</u>
Correc. de alt. ap.	- 1..18

Alt. verdadera del \odot $33..37..8$

Dist. polar del \odot	$98^{\circ}..57'..27''$	L. cosec.	0.00533
Latitud	$33..43..20$	L. sec.	0.00002
Altura verdadera \odot	<u>$33..37..8$</u>		

Suma	$166..17..55$		
Semisuma	$83..8..57$	L. cos.	0.07650
Diferencia	$49..31..49$	L. seno	9.88124

Horario oriental del \odot	2h..35m.17s ²	L. verso.	(suma) 9.04317
Hora abordo, tpo. verd. dia 12	21..24..42,8		
Hora del reloj	2..0..19,3		
Adelanto del reloj al tpo. verd.	4..35..36,5		

Horas medias del reloj en las series 1.a y 6.a	2h..14m..28s0	2h..32m..9s3
Adelanto del reloj	- 4..35..36,5	- 4..35..36,5

Horas en el meridiano del horario	21..38..51,5	21..56..32,8
Hora media aproximada.	21h..48m	
Longitud O.	+ 4..50	

Hora en la Isla, dia 13. 2..38

Para esta hora, alm. náut. Semidiám. $\overline{\text{C}} 14'..57''$. Par. hor. $\overline{\text{C}}$ en el paralelo $54'..44''$

Cálculo de la 1.a serie.

	Alt. obs. \odot	Alt. obs. $\overline{\text{C}}$	Dist. obs. $\odot\overline{\text{C}}$
Error del índice	$35^{\circ}..35'$	$49^{\circ}..46'$	$81^{\circ}..52'..40''$
Depresion	- 5..13''	- 5..13''	+ 19
Semidiámetros	+ 15..58	- 15..8	+ 31..6

Alt. y dist. ap. $35..46$ $49..26$ $82..24..5$

Alt. ap. \odot $35^{\circ}..46'$
 Alt. ap. $\overline{\text{C}}$ $49..26$

Arg. aux. {	Suma de alt. ap.	85..12	N. I.	17294
	Correc. compl. alt. \odot	58..48		I
	Correc. alt. $\overline{\text{C}}$	34..18		
} 22'..39''	Parte prop.	29		
	Suma correg. de alt.	<u>86..45..35</u>	N. II.	73818
} 19	Dist. aparente	<u>82..24</u>	N. III.	69279
				I
} 3	Segundos reserv.	5 |		
	Dist. corregida.	<u>81..58..55</u>	N. IV.	(suma) 60514
} 23..1				

Distancia verdadera	81°..59'..0"	Dif. 1°..8'..27"	L. P. 41990	} 251 — 263
Distancias, Abril } á ob.	83..7..27	Dif. 1..22..51	L. P. 33698	
13 en la Isla. } á 3h.	81..44..36			
Hora verdadera en la Isla, dia 13	2h..28m..42s8	L. P.	(dif.) 8292	
Hora, dia 12, en el mrno. del horario	21..38..51,5			
Dif. de mrno. al O. de la Isla.	4..49..51,3			

Cálculo de la 6.a série.

	Alt. obs. ☉	Alt. obs. ☽	Dist. obs. ☉☽	
Error del índice.	38°..4'	46°..7'	81°..47'..3"	+ 19
Depresion	- 5..13	- 5..13		
Semidiámetros	+ 15..58	- 15..7	+ 31..5	
Alt. y dist. ap.	38..15	45..47	82..18..27	
Alt. ap. ☉	38°..15'			
Alt. ap. ☽	45..47			
Arg. aux. (Suma de alt. ap.	84..2	N. I.	97152	
Correc. compl. al ☉	58..55		32	
21°..19" } Correc.	36..45			
18 } Parte prop.	31			
3 } Suma correg. de alt.	85..38..11	N. II.	93239	
21..40 } Dist. aparente	82..18	N. III.	67434	
Segundos reserv.	27		44	
Dist. corregida	81..50..40	N. IV. (suma)	58137	
Distancia verdadera	81..51..7		7947	
Dist. en la Isla el 13 á oh	83..7..27		190	
Dif.	1..16..20	L. P.	37256	
Var. de la dist. verd. en 3h.	1..22..51	L. P.	33698	

Hora verdadera en la Isla	2h..45m..50s5	L. P. (dif.)	3558
Hora, dia 12, en el mrno. del horario	21..56..32,8		
Dif. de mrno. O. de la Isla.	4..49..17,7		
Im. por la 1.a série	4..49..51,3		
Promedio	4..49..34,5		
Cádiz al O. de la Isla	- 21,5		
Longitud O. de Cádiz por el promedio de estas dos séries. }	{ 4..49..13,0		
	{ 72°..18'..45"		

Cálculo abreviado de las 4 séries intermedias.

	2.a Série	3.a	4.a	5.a	6.a
Horas medias del reloj en las séries.	2h..18m..30s	2h..20m..47s	2h..25m..7s	2h..26m..58s	2h..32m..9s
Hora del reloj en la 1.a série	2..14..28	2..14..28	2..14..28	2..14..28	2..14..28
Intervalos	4..2	6..19	10..39	12..30	17..41
Dist. med obs. de la 1.a sér. 81°..52'..40"					
Im. de la 6.a	81..47..3				
Var. de la dist. obs.	57..37	L. 2.52763			
en el int. de	17m.41 c.a.	L. 6.97428			
		L. de 20m. 3.07918			

Var. de la dist. obs. en el int. de 20m. 6'..21" L. 2.58109 (suma)					
Partes prop. de esta var. á los int. (tabla 6.a)	1..17	2..0	3..23	3..59	
Dist. media obs. en la 1.a série.	81..52..40	81..52..40	81..52..40	81..52..40	
Distancias proporcionales (dif.)	81..51..23	81..50..40	81..49..17	81..48..41	
Distancias observadas.	81..51..30	81..50..20	81..49..12	81..48..25	
Diferencias	+ 7	- 20	- 5	- 16	

Correccion para la longitud determinada por las dos series extremas (T. 7. ^a)	+ 4'..29"
Longitud por las dos series extremas O.	72..18..45
Longitud por el promedio de las 6 series	72..23..14
Longitud por las marcaciones	72..16..30
Diferencia la observada al O.	6..44

NOTA.

79. Este ejemplo se ha entresacado de una observacion de doce series de distancias calculadas directamente con alturas reducidas de otras que se tomaron en intervalos cortos. Para que sirva de muestra de la aproximacion de este método pondré á continuacion los resultados del cálculo directo de estas seis series.

	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a
Alt. observadas ☉	36°35'	36°10'	36°30'	37°..6'	37°22'	38°..4'
Alt. observadas ☽	49..46	49..1	48..37	47..45	47..19	46..7
Dist. obs. ☉☽ (correg. error ind.)	81..52..59"	81..51..49"	81..50..39"	81..49..31"	81..48..44"	81..47..22"
Distancias verdaderas	81..59..0	81..57..17	81..55..52	81..54..11	81..53..9	81..51..7
Horas en la Isla, dia 13	2h28m42s8	2h32m26.8	2h35m31s4	2h39m10s6	2h41m25s5	2h45m50s5
Horas en el mrno. del horario, dia 12	21..38..51,5	21..42..53,5	21..45..10,5	21..49..30,2	21..51..21,2	21..56..32,8
Diferencias de mrno. O. de la Isla.	4..49..51,3	4..49..33,3	4..50..20,9	4..49..40,4	4..50..43,3	4..49..17,7
Promedio						4h..49m..55s85
Cádiz al O de la Isla.						- 21,5
Longitud observada O. de Cádiz.						4..47..23..37"
La misma por el método abreviado						72..23..14
Diferencia ésta al E.						21

77. Quanto mayor es el número de distancias que se observan, tanto mayor es la ventaja que este método ofrece, porque casi todas las operaciones se hacen lo mismo para tres series que para diez ó doce que es el mayor número que se puede observar de cada vez. He preferido sin embargo un ejemplo compuesto de pocas series á otro de muchas para que resulte ménos difuso.

78. Lo he escogido tambien en circunstancias en que la distancia variaba muy lentamente, y en que por tanto un pequeño error en ella lo produce de bastante consideracion en la longitud, para manifestar que no es preciso para el buen éxito de este cálculo que todas as distancias, y particularmente las de las series extremas, estén perfectamente medidas, como algunos pudieran imaginar. Para mayor prueba de ello voy á calcular otra vez el mismo ejemplo, suponiendo la distancia media de la 1.^a serie aumentada de 2', que es un error que en ningun caso se puede cometer, y que en todos y en particular en el presente daria un resultado parcial muy erróneo.

79. La 1.^a serie calculada con la distancia observada 81°..54'..59" produce de diferencia de meridiano al O. de la Isla 4h..45m..22s3. Promediada con las otras cinco da de longitud O. de Cádiz 72°..10'..25", y promediada con la de la 6.^a serie produce de longitud 71°..44'..37". La variacion de la distancia observada para el intervalo de 20m es 8'..37" y la correccion en distancia - 47"5 y en equador + 27'..33". Agregada ésta á la longitud que produxeron las dos series extremas 71°..44'..37" da 72°..12'..10", resultado medio de las 6 series por el cálculo aproximado, que se diferencia del obtenido por el cálculo directo 1'..45", cantidad despreciable atendiendo al grande error supuesto á la distancia media de la primera serie.

80. El único error que se comete en esta resolucion es el de suponer las variaciones de la distancia observada proporcionales á los intervalos; y aunque esta suposicion no es exácta, es sin embargo muy aproximada quando los intervalos son cortos y las alturas de ambos astros no muy bajas, porque entónces los efectos de la refraccion y paralaxe influyen casi proporcionalmente en éstas, y siendo uniforme la variacion de la distancia verdadera lo será tambien próximamente la de la observada.

81. Sentada esta proposicion será fácil manifestar la evidencia de este método. Las distancias observadas se pueden considerar como las horas del meridiano del almanaque, pues las representan y siguen el mismo orden. Supongamos que se conocen todas las horas de aquel meridiano correspondientes á los promedios de las series de distancias, y que se opera con ellas como se ha dicho que se ha de operar con las distancias, es decir que entre las dos extremas se interpolan todas las demas proporcionalmente, respecto á los intervalos determinados con las horas de abordo, y que conocidas las horas proporcionales de la Isla y comparadas con las observadas, se suman aparte las diferencias por exceso y por defecto, se resta la suma menor de la mayor, y el residuo se parte por el número de las series (*) incluidas las dos extremas: está claro que el resultado de esta operacion será la diferencia del promedio de las horas observadas al de las calculadas, ó lo que es lo mismo la correccion que aplicada á aquel promedio dará el promedio general de las horas observadas de la Isla; y siendo iguales á las distancias lo mismo debe entenderse que han de producir éstas.

(*) Este procedimiento es igual al que se usa para promediar varias cantidades, con la diferencia de ser algo mas complicado.

CAPITULO VI.

Explicacion del modo de hallar la latitud por una sola altura del sol, observada cerca del meridiano, con el conocimiento de la hora verdadera.

82. Quando la declinacion del sol es de especie contraria á la latitud del observador y ésta no muy baja, y quando siendo la declinacion de la especie de la latitud es ésta muy crecida, se verifica que la altura meridiana del sol es poco mayor que la que tiene ántes y despues del medio dia un espacio de tiempo bastante considerable. Esta corta variacion en altura proporciona que si en este caso se observa en qualquier instante de un intervalo que no diste mucho del medio dia, será fácil deducir la altura meridiana con tanta exactitud como la que tenga la hora. Para ésto no habrá mas que calcular con la latitud de estima la altura meridiana del sol y la correspondiente á la hora de la observacion, hallar su diferencia y sumarla á la altura observada corregida, lo que producirá la altura meridiana verdadera. Esta operacion puede ser muy útil para determinar la latitud quando por las nubes no se logra observar la altura meridiana del sol, y se descubre por un instante ántes ó despues, lo que sucede con mucha frecuencia en la mar; y aunque su principal aplicacion será para el citado caso de pasar el sol muy léjos del zenit, podrá tambien extenderse á todos los demas, aunque no con la misma facilidad y exactitud, pues será preciso, para obtener una buena latitud, que la hora de abordo se determine con la mayor seguridad, porque hay casos en que un error de 1^m en ella lo producirá de 15' en la altura meridiana.

83. El motivo porque este problema no se ha generalizado es la dificultad de determinar la hora con la exactitud conveniente, porque la altura que sirve para deducir la latitud no se puede emplear en la averiguacion de la hora, aunque se tome en circunstancias propias para ello, sin estar léjos del meridiano, como se verifica algunas veces; y los demas medios que se tienen para el efecto, careciendo del conocimiento cierto de la latitud, son poco exactos quando la ocasion de practicar esta observacion es ventajosa, y al contrario proporcionan arreglar con facilidad un reloj quando las circunstancias no son oportunas para determinar la latitud de estima.

84. Sin embargo de estas dificultades la observacion es practicable casi siempre, particularmente para los que tengan un buen cronómetro, porque con éste se puede abordo en qualquier momento hallar la hora verdadera, sin mas error que el que haya contraido desde el último arreglo, mas ó ménos el que haya adquirido la estima desde el último horario observado con él; cuya diferencia de errores es casi siempre insensible, y la suma lo será tambien en todos los casos de que el cronómetro sea bueno y su arreglo reciente, como la última observacion de longitud por él. De aquí se infiere que el uso principal de este problema será para los que naveguen con este útil instrumento. Sin embargo no quedarán excluidos de él los que no le tengan, y con algun mas trabajo podrán arreglar un reloj comun, con tal que sea seguro, ántes ó despues de la observacion de la altura que sirve para la latitud, ya por medio de un horario ó ya al salir ó ponerse el sol. Si la ocasion es oportuna para la determinacion de la latitud, y el reloj de confianza, se podrá usar de él aunque esté arreglado el dia anterior, teniendo presente en todos casos corregir su hora de la parte proporcional de su movimiento y de la diferencia de longitud contraida desde su arreglo. Pero quando sea posible será lo mejor tomar otra altura en buenas circunstancias para determinar la hora, sino se ha tomado ya, y arreglar por ella el reloj; pues aunque el error de la latitud de estima influirá en la hora, y ésta en la latitud observada por la otra altura, siempre se rebajará mucho el error de la latitud de estima, respecto á que en la altura tomada cerca del meridiano influye poco el error de la hora, y en el horario tomado en buenas circunstancias no influye mucho el error de la latitud. Ademas queda la libertad de repetir los cálculos con las latitudes corregidas, para poderla hallar todavía mas exacta.

85. Para auxiliar este cálculo y ponerlo en el pié de la mayor facilidad, he empezado á formar, hace poco tiempo, una tabla que para cada grado de latitud y declinacion del sol da su altura meridiana y las alturas que tiene ántes y despues de su paso cada 10^m, hasta el intervalo de 1^h inclusive. El mucho trabajo que necesita la construccion de una tabla tan extensa y los pocos ratos que yo he podido dedicarle, hacen que á la presente no esté todavía mas que principiada: tal vez algun dia podré ofrecerla concluida á la indulgencia del Público Marino. Usando de ella quando el observador sea árbitro de elegir el momento podrá tomar la altura en uno de estos instantes precisos en que está allí determinada, y sino la reducirá al mas próximo por una proporcional, con lo que evitará la molestia de calcular las alturas.

86. Este problema comparado con el de determinar la latitud por dos alturas del sol tiene respecto á él la desventaja de que la observacion de la altura conviene que sea inmediata al medio dia, quando por aquél se puede observar á qualquier hora; pero en recompensa tiene sobre él las ventajas siguientes. 1.^a En el dia en que solo se vea el sol una vez, no muy distante del meridiano, se puede hallar la latitud por este método y no por el de las dos alturas. 2.^a Su cálculo, particularmente quando el sol pasa léjos del zenit, es incomparablemente mas fácil y breve, y, si me es lícito valerme de la expresion, mas palpable, pues se comparan sus resultados. 3.^a En el cálculo de latitud por dos alturas se da muy frecuentemente el caso de concluir un resultado absurdo, particularmente quando el sol pasa cerca del zenit, lo que por mucho que se trabaje es imposible evitar: en éste se sabe que en todos casos se puede hallar una latitud de mediana confianza, con tal que se trabaje un poco y haya datos para saber con la exactitud necesaria la hora de la observacion. 4.^a Para los usos del pilotage, y segun la costumbre de los Marinos de determinar la situacion del buque para cada medio dia, es mas conveniente deducir la latitud por una altura tomada poco despues ó poco ántes de él, que demorarla hasta que pasado un intervalo regular se observe otra.

EJEMPLO.

87. El dia 4 de Mayo de 1814 á oh. 36^m. 10^s se observó la altura del ☉ 21°..13'..24", siendo la latitud estimada 52°..42'..25" S., la longitud por un cronómetro 57°..2' O. y la elevacion 25 pies. Se quiere calcular la altura meridiana y la latitud.

Hora abordo. oh..36m
 Long. O. 57°..2' = + 3..48

Para esta hora, por el almanaque.

Hora en Cádiz 4..24

Declinacion del ☉ N. 15°..55'..3''
 Semidiámetro del ☉. 15..53

Declinacion del ☉ N. 15°..55'..3'' . L. cos. 9.98302
 Lat. estimada S. 52°..42'..25'' . L. cos. 9.78239

Dist. mrna. . . . (suma). 68..37..28 . L. sec. 0.43833 (a)
 Alt. mrna. aproximada. 21..,22..32

Horario del ☉ oh.36m.10s . L. verso. 7.79329

L. verso A. (suma) 7.99703
 L. sec. A. 0.00871 (b)

Alt. verd. calc. ☉ á oh..36m..10s . 20°..55'..51'' . L. cosec. (a + b). 0.44704

Alt. obs. ☉ 21°..13'..24''
 Dépresion. -4..41

Alt. mrna. calculada ☉ 21°..22'..32''
 Alt. calc. para oh..36m..10s. 20..55..51

Semidiámetro. + 15..53

Diferencia de alturas. 26..41
 Alt. verd. obs. á oh..36m..10s 21..22..19

Correccion substractiva. -2..17

Alt. mrna. deduc. de la observacion. 21..49..0
 Observacion N. 68..11..0
 Declinacion N. 15..55..3

Altura verdadera ☉ 21..22..19

Lat. obs. S. 52..15..57
 Lat. estimada S. 52..42..25
 Error de la estima al 26..28

88. *Nota.* He calculado los datos de este exemplo suponiendo la latitud verdadera 52°..12'..25'' S., la longitud 57°..30' O. y la hora oh..38m..10s, de que resultó la altura verdadera para esta hora 21°..22'..19'', la misma que he supuesto en él. Luego en los datos de este exemplo hay de error 30' en la latitud, 2m en la hora y 28' = 1m..52s en la longitud. Apesar de ser tan crecidos estos errores, y particularmente el de la latitud, ha resultado la latitud calculada con solo 3'..32'' de error, habiendo disminuido el que tenía la estima de 26'..28''. De aquí se puede inferir que este cálculo hecho en circunstancias favorables, como las presentes, es susceptible de bastante exactitud.

89. Lo expresado me parece suficiente para tomar algun conocimiento de este problema y poderlo practicar en ocasion oportuna, aplicándolo tambien de noche á las estrellas quando no se puedan observar en el meridiano por estar cubiertas ó por haberse pasado la hora y se observen poco despues. Si acaso algun dia concluyo y publico la tabla que lo ha de facilitar, explicaré el modo de usarlo quando el sol pasa cerca del zenit, y las reglas que se deben tener presentes para formar juicio del resultado.

CAPÍTULO VII.

Idea de un modo de calcular la longitud geográfica, en tierra ó en la mar, por la ocultacion observada de una estrella por la luna, ó por un eclipse del sol, sin necesidad de aplicar las paralaxes en longitud y latitud.

90. Los métodos mas fáciles y practicables que hay de determinar la longitud en tierra son los eclipses de los satélites de Júpiter y los de la luna. Aquellos necesitan un anteojó de mucha fuerza, pero los eclipses de la luna no tienen este inconveniente, pues pueden observarse con anteojos de mediana fuerza, y á falta de otra cosa con uno de los buenos anteojos directos del uso ordinario. Estas dos observaciones tienen la gran ventaja de que no necesitan cálculo para la prediccion ni para la averiguacion del resultado, pues las efemérides los anuncian, y siendo fenómenos instantáneos las diferencias de las horas de los que los observan son sus diferencias de longitud: pero en cambio tienen el inconveniente de no proporcionar una grande precision en los resultados, particularmente sino se logran observaciones correspondientes. Quando se consiguen dan los satélites unas longitudes muy exactas, y bastante aproximadas los eclipses de luna si se observa solo su principio y fin: pero si dos sugetos en diferentes puntos logran la observacion completa de un eclipse total de la luna, en que ademas de las quatro fases principales observan muchas inmersiones y emersiones de sus principales manchas, podrán por resultado medio conseguir una diferencia de longitud muy exacta.

91. Los eclipses del sol y las ocultaciones de las estrellas por la luna son los fenómenos mas decisivos que hay para averiguar las longitudes con precision: pero tienen la desventaja de que por la complicacion de su cálculo solo están al alcance de las personas que tienen conocimientos de astronomía algo superiores á los que adquiere la generalidad de los pilotos; circunstancia que aunque no debiera retraer de practicar estas observaciones á los que tienen la proporcion de hacerlas en puntos cuya longitud no está perfectamente averiguada, lo causa efectivamente por aquella propension natural que inclina á no querer hacer lo que no se sabe ni entiende perfectamente.

92. La esperanza de poner en el caso de calcular la longitud por los eclipses del sol y estrellas á los que solo poseen los conocimientos de cosmografía indispensables para la práctica del pilotage, me ha hecho concebir la idea de explicar un procedimiento por el qual se puede executar, con suficiente exactitud, sin necesidad de calcular y aplicar las paralaxes en longitud y latitud, que es lo que constituye la principal di-

facultad del cálculo. Enterados de él todos los marinos observadores podrán multiplicar estas observaciones en todos los puntos del Globo en beneficio de la Geografía é Hidrografía, pudiéndose executar con los cortos auxilios de un buen antejo directo y un reloj de segundos seguro, aunque será infinitamente mejor emplear un telescopio ó un antejo acromático astronómico, y un buen cronómetro ó péndulo.

93. Arreglado éste por los mejores métodos, que pudiéndose executar son indudablemente las alturas correspondientes, y determinadas por él las horas de la inmersión y emersión de la estrella, ó de una sola de estas dos fases sino fuese posible observar ambas, se procederá al cálculo del modo siguiente: se corrige cada hora del cronómetro para hallar la de tiempo aparente (ó verdadero): con la longitud aproximada del observador, que regularmente executándose en tierra será bastante exacta, por estar determinada ya por alguna observación, aunque sea de distancias lunares, se reducirá la hora al meridiano de la Isla de Leon, y para ella se sacará del almanaque la ascension recta, declinación, semidiámetro, paralaxe horizontal y latitud de la luna, ésta con segundas diferencias, y la ascension recta del sol: pero si se desea mucha precisión será lo mejor tomar en las tablas ó en el almanaque la latitud y longitud de la luna, y con ellas y la oblicuidad aparente de la eclíptica, hallada tambien en el almanaque, se calculará su declinación y ascension recta, en atención á que éste las da sin segundos. Despues se recurrirá al mejor catálogo de estrellas que se tenga, y en él se hallará para el día de la observación la latitud, longitud, ascension recta y declinación de la estrella: si el catálogo no contiene mas que dos de estos quatro elementos, se calculan los otros dos con ellos y la oblicuidad de la eclíptica. La longitud de la estrella hallada en el catálogo debe corregirse de la parte proporcional de la precesión, de la de su movimiento propio si le tiene, y de la nutación. Las tablas de precesión y nutación se hallan en muchas colecciones, y entre otras en la Memoria de D. Francisco Lopez Royo, y se aplican con suma facilidad como allí puede verse en su problema IV. Quando la estrella tiene movimiento propio en latitud debe aplicarse la corrección de él á su latitud por la tabla. La latitud y longitud verdaderas de la estrella, halladas por qualquiera de los dos métodos indicados, se reducen á aparentes aplicándoles la aberración. En la citada Memoria hay una tabla de logaritmos que sirven para calcular las aberraciones en latitud y longitud, y el modo de hallarlas con ellos se explica en su problema V. El signo con que se han de aplicar es el mismo que tiene la tabla al lado del argumento de la cabeza ó pie. Los que no tengan la citada Memoria y sólo un catálogo de declinaciones y ascensiones de las estrellas, corregirán éstas de nutación y las afectan de aberración, por unas tablas que con su explicación trae la colección que acompaña á algunos de nuestros almanaques náuticos, particularmente al de 1793, y con ellas y la oblicuidad de la eclíptica hallarán la latitud y longitud aparentes de la estrella.

94. En seguida se aplicarán las correcciones del aplanamiento á la latitud y á la paralaxe equatorial de la luna. Se deducirán los horarios de la luna y de la estrella correspondientes al instante de cada fase, y con ellos se calcularán las alturas verdaderas y aparentes de ambos astros. Despues se hallará el semidiámetro de la luna en altura, que es igual á la distancia aparente de su centro al de la estrella. Pero es menester aplicarle una pequeña corrección subtractiva llamada *inflexion*, por un aumento aparente que se observa en el diámetro lunar; cuya causa no está bien averiguada, y hay tambien alguna discordancia en su valor: pero el sábio Astrónomo Español D. José Joaquin de Ferrer la ha determinado, por un promedio de muchas observaciones suyas, de 1778, y de ésta se podrá usar. Con la distancia aparente y las alturas aparentes y verdaderas de ambos astros se calculará la distancia verdadera por los métodos trigonométricos. Con esta distancia y la de cada uno de los astros al polo mas inmediato de la eclíptica, que es igual al complemento de sus latitudes, se hallará el ángulo formado en este polo, que es la diferencia de las longitudes verdaderas de los astros. Esta diferencia sumada ó restada á la longitud aparente de la estrella dará la longitud verdadera de la luna correspondiente al instante de la inmersión ó emersión observada. Comparando esta longitud con la del almanaque, aplicando las segundas diferencias (art. 59), se hallará la hora verdadera en el meridiano de la Isla correspondiente á aquel instante, que comparada con la de la observación manifestará la longitud verdadera por ésta, dependiente del error de las tablas lunares.

95. Tambien se puede hallar la hora de la Isla reduciendo á tiempo la diferencia de la longitud de la luna calculada á la de las tablas, con proporcion á su movimiento horario (*), y sumándola ó restándola á la hora supuesta de aquel meridiano, segun que la longitud observada sea mayor ó menor que la de las tablas.

96. Si se ha observado la inmersión y emersión se podrá executar lo mismo con ambas fases, y se tomara al promedio de las dos longitudes geográficas que resulten, cuya diferencia, si se ha observado y calculado bien, debe ser cortísima. Pero en este caso es mejor determinar la hora de la conjunción verdadera y compararla con la de las tablas, lo que se conseguirá del modo siguiente: se hallará el intervalo entre las horas de la inmersión y emersión, y la suma de los dos ángulos hallados formados en el polo de la eclíptica, que es igual á la diferencia de longitud contraída por la luna en dicho intervalo, y se hará esta proporcion: la variación de la longitud de la luna al intervalo entre los contactos, como la diferencia de longitud de la luna y la estrella al tiempo de la inmersión, ó ángulo correspondiente en el polo de la eclíptica, al intervalo que pasó entre este instante y el de la conjunción. Este intervalo sumado ó restado á la hora de la inmersión dará la de la conjunción verdadera en el meridiano de la observación. La del meridiano de las tablas se averiguará fácilmente, pues se reduce á determinar en ellas, del modo que se explicó tratando de la ascension (art. 59), la hora en que la luna tiene una longitud igual á la de la estrella. Si despues de hecha la observación se tiene noticia de que se ha observado tambien en

(*) El movimiento horario de la longitud, latitud, &c. de la ☾ para una época determinada, se halla fácilmente reduciendo la hora al meridiano de las tablas, determinando otras dos que la comprehendan distantes de ella 30 minutos, hallando para cada una la corrección correspondiente á la segunda diferencia media en la tabla XXXIX., restando estas correcciones, y aplicando con atención á sus signos (explicación de la citada tabla) la diferencia de ellas con el signo que le resulte á la duodécima parte de la variación en las 12 horas que comprehenden á la reducida. Si lo que se busca es el movimiento horario de la longitud de la ☾ ménos el del ☉, se resta de aquel éste, que sin necesidad de calcularlo se halla en el almanaque náutico en la columna 3.^a de la página VII. de cada mes.

otra parte, aunque sea calculada por este mismo método, se compararán las horas de las conjunciones resultantes, y su diferencia será la diferencia de longitud verdadera de ambos meridianos. Y si se sabe que en aquel día, en algun Observatorio, se ha hallado el error de la longitud de la luna en las tablas, observando su paso por el meridiano, se aplicará la correccion de este error á la hora de la conjuncion determinada por ellas, y comparándola de nuevo con la deducida de la observacion resultará la longitud verdadera.

97. Aunque no se observe mas que un solo apulso se puede tambien deducir la hora de la conjuncion verdadera, para compararla con la de las tablas, y con la que den las tablas corregidas ó con la observada en otra parte. Para ésto se determina una hora media entre la del contacto observado y la de la conjuncion por las tablas; se reduce al meridiano de éstas; se determina para ella el movimiento horario de la luna en longitud, y se hace la siguiente proporcion: el movimiento horario á una hora como el ángulo calculado en el polo de la eclíptica al intervalo entre la hora de la observacion del contacto y la de la conjuncion verdadera, que resulta independiente del error de las tablas.

98. Lo mismo que se ha dicho se executará si en vez de ocultacion de estrella se observa el principio y fin de un eclipse del sol, ó una sola de estas fases, con las pequeñas diferencias de hallar en el almanaque la longitud del sol sin aplicarle la aberracion, porque la da ya afectada de ella; de sumar el semidiámetro del sol con el de la luna en altura para hallar la distancia aparente de sus centros, y de subtractar á la suma, ademas de la inflexion, otra correccion por un aumento aparente del semidiámetro del sol; que se llama *irradiacion*, en cuyo aprecio hay tambien mucha variedad, pero yo soy de opinion de que se use la de $2''2$. Para hallar la hora de la conjuncion por los métodos indicados (artículos 96 y 97) se debe contar con la alteracion de la longitud del sol en el intervalo que media entre los contactos, ó entre el contacto observado y la conjuncion verdadera, lo que se consigue con restarla de la de la luna, y usar de la diferencia por primer término de la proporcion (art. 96), ó del movimiento horario de la luna ménos el del sol (art. 97). De este mismo último modo se procede para hallar la hora de la conjuncion verdadera por las tablas (art. 96).

99. Si la longitud geográfica resultante de la observacion difiere de la suelta una cantidad crecida, como por exemplo mas de $20'$, se podrá repetir el cálculo hallando los datos de la nueva hora reducida, pues no siendo ésta exácta tampoco lo serán los elementos que con ella se hayan tomado en las tablas y las alturas calculadas. Pero como éstas no influyen mucho en la distancia será muy corto el error que á ésta le provenga, y si se repite el cálculo ya no le resultará ninguno. Por esta razon no se debe esperar que la longitud geográfica nuevamente calculada difiera mucho de la determinada ya: porque los $20'$ que he asignado por límites producirían $1m.20s$ de error en la hora reducida, de donde resultaría en los elementos de la luna otro de $40''$ ó poco mas, el que aun en las circunstancias ménos favorables solo produciría igual error en la altura de la luna, y éste influiría en la distancia verdadera á lo mas en $0''1$, siempre que su altura no pasase de 80° . Los errores de la distancia verdadera los causan menores ó á lo mas iguales en los ángulos en el polo de la eclíptica y longitudes de la luna: luego en este caso sería el error de la longitud de la luna $0''1$, que lo produciría de $0s2 = 3''$ en la longitud geográfica resultante. De aqui tambien se saca por consecuencia que los errores de las tablas lunares no pueden alterar en lo mas mínimo la exáctitud del resultado. De suerte que este método los daría con mucha precision, si la irregularidad de algunos de los triángulos que es preciso resolver no fuera formando unos pequeños errores parciales que se reunen al fin, y no permiten que los resultados finales se deduzcan con una exáctitud tan rigorosa como por el método de las paralaxes. Pero haciendo el cálculo con toda la aproximacion posible serán estos errores de cortísima entidad, como se ve en los dos exemplos que incluyo despues, en los cuales el error de la longitud geográfica determinada por ellos no llega á un minuto de equador.

100. Las ocultaciones de los planetas por la luna pueden observarse como las de las estrellas, con algunas pequeñas modificaciones en el cálculo que reflexionando un poco se ocurrirán, y con otras en la aplicacion de la aberracion que explica la Memoria de Lopez. Los planetas tienen semidiámetro sensible (nota del art. 51.), y se debe contar con ellos disponiendo la observacion de varios modos: el uno es observando los contactos de los dos márgenes del planeta en el de la luna, tanto en la immersion como en la emersion, y calculando los quatro apulsos á corta diferencia como los de un eclipse del sol: otro deduciendo del promedio de los contactos de los márgenes del planeta la immersion y emersion aparentes del centro; y otro es observando solo el principio de la immersion y fin de la emersion: este último es el mas practicable quando el antejo que se usa es de poca fuerza, y el primero es el mas elegante y propio quando se usa de un regular acromático que aumenta mucho el diámetro del planeta.

101. Los eclipses de los satélites de Júpiter no se pueden observar en la mar por la dificultad de manejar el telescopio ó acromático que se necesita para el intento; pero los eclipses de la luna, los del sol y los de las estrellas y planetas se pueden observar con un buen antejo directo estando el buque sin mucha agitacion, es decir en el estado en que se observan con comodidad las distancias lunares. Los eclipses del sol, estrellas y planetas se deben calcular desde luego comparándolos á las tablas: los de la luna no necesitan cálculo y basta comparar las horas de su principio y fin, y ademas si es total las del principio y fin de la obscuracion, con las que trae el almanaque en el anuncio. Estas observaciones se podrán emplear con ventaja para arreglar un cronómetro, y para fixar la situacion de algun punto poco conocido que esté á la vista, ó que se haya avistado ántes ó despues, refiriéndole la longitud que resulte por el cronómetro. En este caso de ser la observacion interesante se puede despues corregir del error de las tablas, comparándola á otra hecha en algun Observatorio bien situado.

102. Falta solo tratar de la prediccion, que es la indagacion de quando tendrán lugar los eclipses y ocultaciones. Para facilitar ésto el almanaque en la primera página de cada mes, bajo el título de *fenómenos y observaciones*, trae las horas de las conjunciones verdaderas de la luna con las estrellas de ménos de quarta magnitud, y reducida esta hora al meridiano del observador, se calculará aproximadamente si en ella estará la luna debajo del horizonte, en cuyo caso no tendrá lugar la observacion. Si está sobre el horizonte y á una altura proporcionada entónces podrá tener lugar, pero es menester averiguar si lo que es conju-

cion solamente en la Isla será ocultacion para el observador, ó si lo que es ocultacion en ella dexará de serlo en el parage donde se halle éste, por causa de la paralaxe de la luna. Para esta indagacion, y para determinar con suficiente exáctitud las horas á que se han de verificar la inmersion y emersion, usan los Astrónomos unos cálculos prolixos y tan complicados como el de calcular la conjuncion verdadera por los apulsos observados. Pero como este trabajo es muy penoso y muchas veces infructuoso si se averigua que no puede verificarse la ocultacion, se podrá omitir recurriendo á los métodos que indica la explicacion del almanaque náutico (véase el de 1816, pág. 131): algunas veces se podrá conseguir por un tanteo, hallando aproximadamente la declinacion de la luna y la de la estrella para la hora de la conjuncion, y combinando éstas con la latitud del observador se podrá conocer si la ocultacion será ó no visible: por exemplo si á la hora de la conjuncion es la declinacion de la luna $0^{\circ}..55'$ S. y la de la estrella $1^{\circ}..12'$ S, podrá ser visible la ocultacion á los que estén en el paralelo de 6° de latitud N., pero no lo será para los que estén en el de 30° S. En el compendio de la Astronomía de *Lalande* (*) se explica un método gráfico muy fácil y expedito para calcular las fases de una ocultacion ó eclipse, y de éste se puede usar quando se tenga alguna esperanza de que sea visible. Otras veces se podrá conocer á la vista, dirigiendo un anteojo á la luna dos ó mas horas ántes de verificarse la conjuncion, y por la posicion de la estrella respecto á la luna, y la órbita de ésta, cuya direccion se conocerá fácilmente por ser paralela á la eclíptica con alguna inclinacion hácia el N. ó S., que se averiguará por el orden que siguen sus latitudes en el almanaque, se inferirá si la ocultacion se verifica, si queda en duda ó sino sucede, y en los dos primeros casos se preparará á la observacion. Observada la inmersion se tratará de averiguar próximamente el punto del disco de la luna por donde debe volver á aparecer la estrella y el tiempo que tardará, para prepararse á la observacion con la anticipacion conveniente, sin que sea tan grande que esté la vista fatigada quando llegue el caso. Esto se puede hacer al poco mas ó ménos apreciando, con el conocimiento del punto de la luna en que se eclipsó la estrella, de la direccion de su órbita y de la magnitud de su diametro aparente, el valor en minutos de la cuerda que describe la estrella en el disco de la luna, y reduciéndolo á tiempo en proporcion al movimiento horario en longitud de la luna, resultaría el intervalo entre los apulsos (**) con suficiente exáctitud, si la alteracion de la paralaxe no influyese en él; pero tambien se puede atender aproximadamente á esta influencia sabiendo que siempre dilata el intervalo, á la que los astros aumenten ó disminuyan de altura (***)). En el aprecio de la citada cuerda cabe poco error quando se aproxima al diametro de la luna, y mucho quando es pequeña; pero en este caso hay la ventaja de que como la duracion del eclipse es corta se puede esperar el instante de la emersion con poca molestia y sin riesgo de perder la observacion, anticipándose á ella algo mas de lo regular.

103. En fin aunque solo se logre observar las inmersiones de las estrellas y la emersion total del sol en sus eclipses, que son las fases mas importantes, y para las que con algun cuidado no se necesita prediccion, si se calculan por el método expuesto con toda prolixidad, aun en el caso de no llegar á tener conocimiento del error de las tablas, siempre producirán resultados tan exáctos como los de una serie de distancias lunares en que no influyen el error de la vista ni el del instrumento, adoleciendo solo de los del cálculo y de las tablas; y como éstos en diferentes observaciones deben compensarse, se infiere que el promedio de algunas de ellas debe producir una longitud exáctísima.

104. Este cálculo comparado con el generalmente usado de las paralaxes tiene respecto á él la ventaja única de poderse practicar con un corto conocimiento de los elementos de la cosmografía: pero en contra tiene varias desventajas, como son las de ser mas largo y ménos elegante, y la de que por él no se puede hallar el error de la latitud de la luna; pero el principal es la falta de rigorosa precision en el resultado final (art. 99.), aunque lo produce con mucha aproximacion.

105. En prueba de ello y para manifestar el orden que en él se sigue y ya he explicado, inserto á continuacion dos exemplos, el primero de una ocultacion de estrella, cuyos dos apulsos se han observado, y el segundo de un eclipse del sol en que supongo que solo se observó el fin: en el primero se compara con la conjuncion hallada por las tablas y con la que se deduce por las tablas corregidas, pues se sabe su error por haberse determinado por la observacion del paso de la luna por el meridiano hecha en un Observatorio perfectamente situado. En el segundo se compara la longitud de la luna observada con la de las tablas, de que se deduce la longitud geográfica dependiente del error de éstas: igual resultado se halla por la hora de la conjuncion verdadera en el meridiano de la observacion, comparada con la de la Isla de Leon hallada por las tablas; y por último se compara la conjuncion verdadera hallada por la observacion con la misma en el Observatorio Real de la Isla de Leon, deducida de la observacion del principio del eclipse practicada y calculada por el capitan de navío D. Julian Canelas, de donde resulta la longitud verdadera de Madrid por mi cálculo, que se compara con la que produjo la observacion del principio y fin del eclipse hecha allí por el capitan de fragata D. Felipe Banzá y calculada por Canelas. Omito las operaciones de ambos que por su extension abultarían demasiado, y aconsejo á los que quieran practicar estas observaciones que sean muy prolixos en sus cálculos, no despreciando lo mas mínimo, usando las mantisas de los logaritmos con siete cifras y partes proporcionales para las unidades de los segundos, y muchas veces, quando es interesante, para sus décimos; tambien debe evitarse toda analogía cuyo resultado corresponda á un logaritmo que no varíe con rapidez, aunque sea á costa de algun rodéo: así quando con el ángulo en el zenit y las

(*) En la página 282 y siguientes. Esta obra impresa en Paris en 1775, aunque ya un poco antigua, es de mucho mérito y está muy extendida en España. Por ella se puede aprender tambien con mucha facilidad á deducir los resultados de los eclipses por el método de las paralaxes (pág. 315 y siguientes), y á determinar las paralaxes en longitud y latitud (pág. 315 y antecedentes): pero el modo de calcular éstas se explica con mas extension y claridad en la Memoria de Lopez (art. 24 y siguientes).

(**) Porque en intervalo corto no difiere mucho el movimiento aparente de la \odot en su órbita del incremento de su longitud verdadera.

(***) En esto me refiero únicamente á la paralaxe en altura, prescindiendo de las de la latitud y longitud.

dos distancias verdaderas de los astros á él se vaya á hallar la distancia verdadera de éstos, estando determinados ya los segmentos del lado que se tome por base, en lugar de hacer la analogía de los cosenos de los segmentos con los cosenos de los lados, que produciría directamente la distancia verdadera, pero con poca exactitud, pues correspondería á un logaritmo coseno, los que en arcos pequeños varían con suma lentitud, se preferirá hallar el ángulo adyacente á la base por la analogía recíproca de los senos de los segmentos con las tangentes de los ángulos, y despues se hallará la distancia con los dos ángulos y el lado que no sirvió de base por la analogía de los senos. Por la misma razon en los dos casos que se ofrecen para cada apulso de calcular el ángulo de un triángulo en que se conocen los tres lados, se debe preferir la fórmula de los senos á la de los cosenos.

EXEMPLO 1.º

106. Cálculo de la ocultacion de Aldebaran por la luna, la noche del 5 de Octubre de 1811, observada en la Havana por D. José Joaquin de Ferrer.

Tiempo aparente en la Havana.	{ Hora de la inmersión observada.	14h..55m..22 ^s 4
	{ Hora de la emersion observada.	16.. 0.. 46,3
Latitud en la elipsóide N.		23°.. 8'.. 15" 5
Angulo de la vertical.		— 7.. 39 ^m 50
Latitud en la esfera N.		23.. 0.. 36,5
Oblicuidad aparente de la eclíptica.		23.. 27.. 42,0
A la hora de la conjuncion.	{ Latitud aparente de la estrella S.	5.. 28.. 46,7
	{ Longitud aparente de la estrella.	67.. 9.. 35,6
Longitud de la Havana al O. de Greenwich, determinada por Ferrer por el promedio de 13 excelentes observaciones.		5h..29m..27 ^s 7
Greenwich al E. de Cádiz.		— 25.. 9,0
Havana al O. de Cádiz.		5.. 4.. 18,7
Tiempo medio en Paris, en el instante de la conjuncion verdadera por las tablas.		21.. 0.. 14,0
Cádiz al O. de Paris.		— 34.. 30,0
Tiempo medio en Cádiz.		20.. 25.. 44,0
ó tiempo aparente en la Isla 20h..38 ^m . Para esta hora, equacion del tiempo.		+ 11.. 36,9
Tiempo aparente en Cádiz.		20.. 37.. 20,9
Havana al O. de Cádiz.		5.. 4.. 18,7
Tiempo aparente en la Havana.		15.. 33.. 2,2

Para esta hora están determinados por Ferrer en las tablas de Burg los elementos siguientes.

Latitud de la luna S.	5°.. 10'.. 8" 9	
Longitud de la luna..	67.. 9.. 49,7	
Paralaxe horizontal equatorial de la luna.	58.. 3,4	
Semidiámetro horizontal de la luna.	15.. 50,73	
Movimiento horario en longitud.	34.. 6,1	
Movimiento horario en latitud al S.	31,4	
Variacion horaria en disminucion. { en paralaxe.	2,42	
	{ en semidiámetro.	0,67

	<u>Inmersion.</u>	<u>Emersion.</u>
Tiempo aparente de la observacion en la Havana.	14h..55m..22 ^s 4	16h.. 0m..46 ^s 3
Hora dada.	15.. 33.. 2,2	15.. 33.. 2,2
Intervalos. anterior.	37.. 39,8	post. 27.. 44,1
Para estos intervalos } de la longitud de la luna.	21'.. 24" 3	15'.. 45" 78
partes proporcionales. } de la latitud.	19,72	14,52
	de la paralaxe.	1,01
	del semidiámetro.	0,31
Para las horas de la inmersion } Longitudes de la luna.	66°.. 48.. 25,4	67°.. 25.. 35,5
y emersion, por las tablas. } Latitudes de la luna S.	5.. 9.. 49,2	5.. 10.. 23,4
	Paralaxes horizontales equatoriales	58.. 4,92
	Semidiámetros horizontales	15.. 51,15
		15.. 50,42

Calculado con estos datos.

Declinacion de Aldebaran N.	16.. 7.. 10	
Ascension recta de Aldebaran	66.. 17.. 4	
Ascensiones rectas del sol. (alm. náut.).	12h..44m..45 ^s 0	12h..44m..54 ^s 9
Declinaciones de la luna N.	16°.. 22'.. 30"	16°.. 27'.. 52"
Ascensiones rectas de la luna.	65.. 52.. 11	66.. 30.. 22
Horarios de la luna.	10.. 50.. 20	4.. 54.. 56

Alturas verdaderas de la luna	77°..50'..12"	81°..59'..8"
Paralaxes horizontales de la luna (en el paralelo)	58... 3	58... 0
Paralaxes de la luna en altura-refraccion	- 12.. 14	- 8.. 5
Alturas aparentes de la luna	77..37..58	81..51.. 3
Horarios de la estrella	11..15..13	5.. 8..14
Alturas verdaderas de la estrella	77..21..52	81..34..55
Refraccion	+ 13	+ 8
Alturas aparentes de la estrella	77..22.. 5	81..35.. 3
Distancias aparentes de la luna al zenit	12..22.. 2	8.. 8.. 57
Distancias verdaderas de la luna al zenit	12.. 9..48	8.. 0..52
Distancias aparentes de la estrella al zenit	12..37..55	8..24..57
Distancias verdaderas de la estrella al zenit	12..38.. 8	8..25.. 5
Semidiámetros horizontales de la luna	15..51,15	15..50,42
Aumento en altura	+ 16,55	+ 16,81
Inflexion	- 1,80	- 1,80
Semidiámetros aparentes de la luna, ó distancias aparentes del centro de la luna á la estrella	16.. 5,90	16.. 5,43
Angulos en el zenit, ó diferencia de azimutes de la luna y estrella	5..29,70	10..34,68
Distancias verdaderas del centro de la luna á la estrella	28..31,40	24..16,68
Distancias verdaderas de la luna al polo S. de la eclíptica	84..50..14	84..49..40
Distancia verdadera de la estrella al polo S. de la eclíptica	84..31..13	
Angulos en el polo de la eclíptica, ó diferencia de las longitudes verdaderas de la luna y la estrella	21..21,06	15..50,80
Longitudes verdaderas de la luna por la observacion	66..48..14,54	67..25..26,40

La diferencia de las longitudes verdaderas de la luna en la inmersion y emersion = 37°..11'86" : al intervalo entre las horas de dichos dos fenómenos = 1h..5m..23s9 : la diferencia de longitudes de la luna y la estrella al tiempo de la inmersion, ó ángulo en el polo de la eclíptica entónces = 21°..21'06" : al intervalo entre la inmersion y conjuncion verdadera = 37m..32s27.

Hora de la inmersion en la Havana (tiempo aparente)	14h..55m..22s 40
Intervalo hasta la conjuncion verdadera	+ 37..32,27
Hora de la conjuncion verdadera en la Havana por la observacion	15..32..54,67
Hora de la conjuncion verdadera en Greenwich por las tablas	21.. 2.. 5,10
Longitud de la Havana al O. de Greenwich	5..29..10,43
La misma determinada por Ferrer por esta observacion	5..29..14,20
Diferencia mi determinacion al E. 57" =	3,77

Por observaciones de otra especie hechas en un meridiano conocido se averiguó que el error de la longitud de la luna en las tablas en esta época era de 14"1 por exceso. Comparada la hora de la conjuncion observada en la Havana con la que resulta en Greenwich por las tablas corregidas, es la longitud geográfica verdadera 24s8 mayor que la anotada, que por el cálculo de Ferrer es 5h..29m..39s0 y por el mio 5h..29m..35s2 = 82°..23'..48" al O. de Greenwich y 76°..6'..33" al O. de Cádiz.

Nota. Para comparar exáctamente el resultado de mi cálculo con el de Ferrer me he servido de los mismos elementos que él empleó. La latitud de Aldebaran calculada por mí en el catálogo que trae el almanaque náutico ingles de 1815, afectada de aberracion, se diferencia de la adoptada por Ferrer 1"4 por defecto, y la longitud corregida de nutacion y afectada de aberracion 6"7 por exceso.

EXEMPLO 2.º

187. Cálculo del fin del eclipse del sol del dia 16 de Junio de 1806, observado en Madrid en la casa de la Direccion de Hidrografía por el capitan de fragata D. Felipe Bauzá.

Latitud en la elipsóide	40°..25'..19"
Angulo de la vertical	- 10..35
Latitud en la esfera	40..14..44
Oblicuidad aparente de la eclíptica	23..27..56
Tiempo aparente en Madrid, en la observacion del último contacto	6h.. 9m.. 7s 5
Paris al E.	24.. 7,3
Tiempo aparente en Paris	6..33..14,8

Para esta hora, por las tablas.

Ascension recta del sol	5h..37m..26s 54
Longitud verdadera del sol	84°..49'..27"15
Semidiámetro del sol	15..46,06
Semidiámetro horizontal de la luna	16..27,80
Paralaxe horizontal equatorial de la luna	60..18,89
Paralaxe horizontal de la luna en la elipsóide	60..14,19

Longitud verdadera de la luna. 86° 0' 13" 4
 Latitud verdadera de la luna N. 0° 12' 19,4

Calculado con estos datos.

Declinacion del sol N.	23	21	51
Declinacion de la luna N.	23	36	15
Ascension recta de la luna	85	38	17
Horario occidental de la luna.	91	0	14
Horario occidental del sol.	92	16	52
Altura verdadera del sol.	13	11	54
Refraccion-paralaxe.		+ 3	49
Altura aparente del sol.	13	15	43
Altura verdadera de la luna.	14	16	1
Paralaxe en altura-refraccion.		- 54	40
Altura aparente de la luna.	13	21	21
Distancia aparente del sol al zenit.	76	44	17
Distancia aparente de la luna al zenit.	76	38	39
Distancia verdadera del sol al zenit.	76	48	6
Distancia verdadera de la luna al zenit.	75	43	59
Semidiámetro de la luna en altura.		16	32,0
Semidiámetro del sol.		15	46,1
Suma de semidiámetros.		32	18,1
Inflexion.	- 2	5	}
Irradiacion.	- 3	0	
Distancia aparente de los centros observada.	32	12	6
Angulo en el zenit ó diferencia de azimutes del sol y la luna.	32	35	32
Distancia verdadera de los centros del sol y luna.	1	11	30,15
Distancia verdadera de la luna al polo N. de la eclíptica.	89	47	40,6
Angulo en el polo de la eclíptica ó diferencia de las longitudes verdaderas del sol y de la luna.	1	10	25,80
Longitud verdadera del sol.	84	49	27,15
Longitud verdadera de la luna, deducida de la observacion.	85	59	52,95
Im. á la misma hora por las tablas.	86	0	13,40
Diferencia de la longitud de la luna en las tablas á la verdadera por exceso, por errores de tablas y longitud geográfica supuesta.			20,45
Que en virtud del movimiento horario de la luna en longitud, que era entonces 36' 43" 8, hacen en tiempo.			33 41

1.a comparacion con las tablas.

Hora supuesta de Paris, al tiempo de la observacion de último contacto en Madrid.	6h.	33m.	14,80
Hora en Paris, en aquel instante, por la observacion.	6.	32.	41,39
Hora en Madrid entonces.	6.	9.	7,50
Longitud de Madrid al O. de Paris por la observacion.	23.	33.	89
Paris al E. del Observatorio Real de la Isla de Leon.	34.		8,50
Longitud de Madrid (casa de la Direccion de Hidrografia) al E. de la Isla.	10.		34,61
La Plaza mayor de Madrid está al O. de la casa de la Direccion de Hidrografia.			- 2,56
Longitud de la Plaza mayor de Madrid al E. del Observatorio de la Isla, dependiente del error de las tablas.	10.		32,05

2.a comparacion.

Exceso de la longitud de la luna en las tablas sobre la deducida por la observacion 20" 45 ó			33,41
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en Madrid por las tablas.	4.	5.	26,87
Hora verdadera de la conjuncion verdadera por la observacion.	4.	6.	0,28
Plaza mayor al O. de la casa de la Direccion.			- 2,56
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en la Plaza mayor.	4.	5.	57,72
Im. en la Isla, por las tablas.	3.	55.	25,62
Longitud de la Plaza mayor de Madrid al E. de la Isla, dependiente del error de las tablas.	10.		32,10

3.a comparacion.

El movimiento horario verdadero en longitud de la luna menos el del sol, á 5h. 7m en Madrid, época media entre la conjuncion verdadera y el último contacto observado, que era 34' 19" 42: 1h.: el ángulo en el polo de la eclíptica, ó diferencia de las longitudes verdaderas de la luna y del sol al tiempo de la observacion del último contacto en Madrid 1° 10' 25" 8: al intervalo entre la hora de esta observacion y la de la conjuncion verdadera = 2h. 3m. 69,9

Hora del último contacto observado en Madrid. 6. 9. 75,9

Hora de la conjuncion verdadera en Madrid por la observacion.	4h. 6m. 08.33
Plaza mayor al O. de la casa de la Direccion.	— 2.56
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en la Plaza mayor.	4. 5. 57.97
Im. en la Isla por las tablas.	3. 55. 25.62
Longitud de la Plaza mayor de Madrid por esta observacion y cálculo comparada á las tablas.	10. 32.35

Comparacion con la conjuncion verdadera observada directamente en la Isla de Leon.

Longitud de Madrid al E. de la Isla por esta observacion, dependiente del error de las tablas . . (promedio de los tres resultados anteriores).	10. 32.17
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en la Isla por las tablas.	3. 55. 25.62
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en la Plaza mayor de Madrid por esta observacion.	4. 5. 57.79
Hora verdadera de la conjuncion verdadera en el Observatorio de la Isla, por la observacion directa de este eclipse hecha y calculada por D. Julian Canelas.	3. 55. 53.74
Longitud verdadera de la Plaza mayor de Madrid al E. del Observatorio de la Isla por el fin del eclipse calculado por mi.	10. 4. 05
La misma que resulta de la observacion del principio y fin de este eclipse en Madrid, calculada por Canelas y comparada á la conjuncion verdadera deducida por él de la observacion del primer contacto hecha en el Observatorio.	10. 0. 09
Diferencia, la longitud determinada por mi al E. de la de Canelas 59' ó	3.96

Nota. Me he valido igualmente para este cálculo de los elementos sacados de las tablas de Bürg para el meridiano de Paris empleado por Canelas en el suyo: éste se halla y puede verse en una Memoria que sigue al almanaque de 1809.

CAPÍTULO VIII.

Precauciones y reglas que deben tenerse presentes para el manejo y uso de los cronómetros, y de los instrumentos de reflexion.

108. Los buenos resultados de los cronómetros dependen en mucha parte del modo de servirse de ellos y del trato que se les da: todo cuidado es poco para el manejo de estas máquinas tan preciosas como delicadas y dispuestas á alterarse.

109. Las variaciones de temperatura por el calor y frío y por una humedad ó sequedad excesiva, y las sacudidas ó movimientos violentos, son las causas mas frecuentes é inmediatas que influyen en ellos.

110. Para precaverlos algun tanto de las alteraciones de temperatura y principalmente de las violentas y repentinas, conviene tenerlos en parage resguardado y no sacarlos de él jamas si es posible. Para observarlos horarios en la mar y para arreglarlos por observaciones en puerto se hace uso de un reloj de segundos ó de un cronómetro algo deteriorado ó de inferior calidad, que es lo que se suele llamar *acompañante*, comparándose los antes ó despues de observar—Estas comparaciones se hacen determinando la diferencia de sus horas en un mismo instante, lo que regularmente se executa entre dos sugetos, avisando el uno quando su reloj ó cronómetro señala los 05 ó los 30s &c. y determinando el otro en aquel instante el segundo que cuenta el suyo, y si es necesario la fraccion de segundo, pues cada segundo se puede subdividir á ojo en quatro partes, aunque por lo regular no se aprecian mas que los medios segundos. Despues se escriben las horas de los dos, se restan, y la diferencia aplicada con su signo competente á la hora del reloj en la observacion, ó en qualquier otro instante, produce la del cronómetro. Una sola persona con alguna práctica puede hacer tambien por sí estas comparaciones con toda la exáctitud necesaria. Si en la observacion que se va á hacer no se necesita una grande precision y el acompañante es bueno, bastará compararlo una vez ántes ó despues de observar, con el menor intervalo posible. Pero si se trata de una observacion interesante se deberá comparar ántes y despues, y si las diferencias no son iguales se determina por parte proporcional de su variacion la correspondiente á la hora media de la observacion.

111. De este modo se evita que sacando el cronómetro sobre cubierta ó al ayre libre pase repentinamente de un temperamento templado á otro muy frio ó muy cálido, ó que esté expuesto por algun tiempo á un sol fuerte, lo que precisamente alteraría su movimiento.

112. Para que el cronómetro no experimente violentas agitaciones ó sacudidas conviene mantenerlo colgado si el montaje de su caja lo permite, y sino colocarlo en alguna caja suspendida ó mesa volante, para que manteniéndose siempre horizontal le sean ménos sensibles los movimientos del buque. Algunos artistas tienen la precaucion de montar sus cronómetros sobre esferas, y en esta disposicion no es indispensable tenerlos colgados, aunque no les perjudicará.

113. Al sacarlos de su caja para darles cuerda es menester manejarlos con mucha suavidad y cuidado, porque un pequeño golpe ó un movimiento rápido es suficiente para causar en la mayor parte de los cronómetros una alteracion notable en su marcha. Se debe procurar montarlos siempre á una misma hora y no forzar el muelle al concluir, para lo que conviene saber el número de vueltas de que consta su cuerda y llevar la cuenta de memoria. De aquí se deduce que será ventajoso que esta operacion se practique siempre por una misma persona.

114. Esta sensibilidad de los cronómetros respecto á la agitacion y á la temperatura (*) es causa de que muchos que se arreglan en tierra y se llevan abordo poco ántes de salir á la mar sigan un movimiento di-

(*) Las tablas de correcciones por la variedad del temperamento que algunos artistas formaban ántes á sus cronómetros, no producian enteramente el efecto deseado, por lo que ya las omiten, procurando darles alguna compensacion en la liga de metales.

ferente del que se les había observado, por haberlo alterado de resultas de la conducción. Por este motivo quando se destinan los cronómetros á algunos objetos importantes, ó quando se desea que produzcan los mejores resultados, es conveniente embarcarlos mucho ántes de dar la vela, y observarles el movimiento estando abordo. Esto puede hacerse comparándoles un reloj ó acompañante y llevándolo á tierra, ó comparando los cronómetros diariamente, por medio de señales instantáneas convenientes, con un péndulo que está en tierra, cuyo movimiento se averigua cuidadosamente. Tambien se les puede observar abordo mismo por alturas absolutas si se descubre alguna porción del horizonte de la mar, con tal que la temporada del arreglo no sea muy corta, y que solo se observe quando el horizonte esté muy bien terminado, empleando un mismo instrumento, y procurando que sea siempre quando el sol se halle á corta diferencia en una misma altura, para que si el instrumento tiene algun error no influya diferentemente en los resultados. Este método tiene poca aceptación, apesar de que usado con esmero puede servir muy bien quando la declinacion del sol es de la especie de la latitud, porque entónces su movimiento en altura es rápido, particularmente quando la latitud es baja.

115. El método mas exácto y apreciado de observar el movimiento de los péndulos y cronómetros, y determinarles al mismo tiempo sus estados absolutos, es el de las alturas correspondientes del sol. Estas se observan fácilmente, y casi con tanta exáctitud como con un cuarto de círculo, en horizonte artificial de azogue con un instrumento de reflexión montado en su pedestal.—Contribuye á facilitar el cálculo de la longitud en la mar que el cronómetro señale á corta diferencia el tiempo medio de Cádiz, por lo que convendrá igualarlo á él quando se ponga en movimiento, aunque se esté en otros meridianos, lo que se conseguirá arreglando á aquel por alturas absolutas qualquier reloj, y haciendo andar el cronómetro en el momento en que la hora de Cádiz, indicada por el reloj, sea igual á la suya, con lo que se evita tocar á las agujas con la llave para hacerlas girar como se hace con los relojes ordinarios, pues ésto les pudiera causar perjuicio. Modernamente se han fabricado algunos cronómetros con un registro para mover las agujas por medio de la llave con independencia de la máquina, y á éstos no hay inconveniente en variarles la aplicación quando se ponen en movimiento.

116. Se verifica frecuentemente, y no debiera ser, que en las embarcaciones donde se lleva un cronómetro no se cuida de llevar un reloj de segundos para las comparaciones; pues no merecen el nombre de relojes de segundos una multitud que se ha introducido modernamente aparejando tenerlos, cuya inutilidad para las observaciones ya manifesté (art. 17). En este caso me parece mejor usar de un buen reloj de minutos para las comparaciones que trasladar el cronómetro al sitio donde se observe, excepto en el caso de que sin moverlo pueda el que cuente en él oír la voz del que observa.

117. En efecto las inexáctitudes que resultarán de referir las observaciones al cronómetro con un reloj de minutos no deben pasar de 4s ó 1' en la longitud, lo que es muy preferible á exponerlo á alteraciones considerables, y á adquirir una justa desconfianza de él. Las comparaciones se deben hacer en todos casos, para mayor facilidad y exáctitud, quando el reloj señale el minuto justo. Los relojes de minutos que se deben escoger para estos usos, ademas de la igualdad de su movimiento, son los que tienen las muestras grandes, los minutos bien señalados y sus manos ó agujas finas y suficientemente largas. Con el fin de evitar equivocaciones si no tienen los minutos numerados de 5 en 5, puede ponérseles provisionalmente los números correspondientes con tinta de china, valiéndose de un pincel fino, y éstos se pueden borrar fácilmente quando se quiera sin que resulte manchada la porcelana. Suele suceder aun en los mejores relojes que la graduacion de los minutos no está muy bien centrada, ó que unos minutos son mayores que otros. Para sacar partido de ellos se debe averiguar el valor en segundos de cada uno de sus minutos, y lo que dista precisamente del principio de la hora, comparándolo al cronómetro cada vez que el reloj señale el minuto justo en el espacio de una hora. Regularmente contará éste diverso número de segundos la segunda vez que se le compare aquel en los om que contó en la primera: su diferencia será el movimiento horario relativo que ha tenido el reloj respecto al cronómetro, ó lo que es lo mismo el cronómetro respecto al reloj, y dividido por 60 resultarán las partes proporcionales que se han de aplicar á cada una de las horas del cronómetro para obtener las que señalaba al tiempo de las comparaciones corregidas de su movimiento relativo. Las diferencias de estas horas serán los valores de cada uno de los minutos del reloj, y la diferencia de cada una de ellas con la primera indicará la distancia efectiva en tiempo de cada minuto del reloj al principio de la hora, con lo que resultará formada una tablilla que se usará para corregir los errores del reloj, particularmente quando entre las comparaciones han mediado inevitablemente intervalos crecidos.—Con mayor necesidad debe hacer lo mismo el piloto que navega sin cronómetro ni buen reloj de segundos, y emplea uno de minutos para las infinitas aplicaciones que tiene en la astronomía náutica.

118. Los cronómetros de faldriquera han adquirido modernamente tal grado de perfeccion que se duda entre ellos y los grandes cilíndricos quales merecen la preferencia, por lo que sin atender al tamaño se debe proceder al exámen para formar fundado juicio de la bondad de cada uno.

119. La utilidad de estos instrumentos es tan grande que se puede asegurar que son indispensables para la navegacion, y por consiguiente que ningun buque así de guerra como mercante debe carecer de uno. No debe servir de obstáculo para su adquisicion su crecido costo, porque éste se compensará muchas veces en un solo dia que por él se disminuya la duracion de un viage. Con ellos ademas de abreviar las navegaciones se minoran sus riesgos, pues la seguridad de la situacion del buque proporciona poder dar con certeza un resguardo conveniente á los puntos peligrosos. Hasta la humanidad misma recomienda su uso; porque quantos buques no han llegado á los puertos contagiados de enfermedades y con pérdida de parte de su tripulacion por lo dilatado del viage, que usando de uno debidamente nada hubieran padecido haciéndolo mucho mas breve?

120. La principal aplicacion de los cronómetros es la de hallar por ellos directamente la longitud en la mar; pero su utilidad no se limita á este importante objeto, pues se extiende á otros muchos interesantes para el pilotage y para el sistema de un buque. Por medio de uno de ellos se sabe abordo en qualquier instante la hora de todo meridiano conocido, con solo el error que haya contraido desde su último arreglo, y de la hora del meridiano del buque con aquel error mas ó ménos el que pueda haber adquirido la estima de

la observación del último horario. Por consiguiente con un buen cronómetro se puede á qualquier hora arreglar abordo los relojes y las ampolletas, aunque se haya pasado mucho tiempo sin ver un astro: ademas se emplea con mucha ventaja para determinar el instante del medio dia y observar la altura meridiana del sol, sin necesidad de anticiparse mas tiempo del preciso, ó aprovechando una clara quando está el cielo muy nublado ó acelajado; y lo mismo para observar las alturas meridianas de la luna, planetas y estrellas; para determinar la latitud por la polar, por varias alturas del sol tomadas cerca del meridiano ó por una sola en estas circunstancias; para medir con precision el intervalo entre dos series de alturas de que se deduce una latitud de confianza, y para referir las observaciones de distancias hechas de noche al horario que se observa en la tarde anterior ó mañana siguiente, lo que algunas veces se executa tambien de dia, refiriendo las observaciones de distancias hechas en la tarde al horario observado por la mañana, y al contrario.

121. Por bueno que sea un cronómetro no se puede ni se debe exigir que al fin de una navegacion larga en que se haya experimentado mucha variedad de temperamento recale sin error alguno. Léjos de ésto los suelen contraer bastante considerables sin que les sirva de descrédito, pues un cronómetro no dexa de ser bueno por producir un error de 2m ó 30' despues de una navegacion de 40 dias ó algo mas. Pero en éstos casos el piloto instruido y laborioso aprovecha quanta ocasion se le presenta para asegurarse de su exactitud, y si es necesario para arreglarlo de nuevo. Siempre que se aviste tierra ó que se sonde en algun lugar conocido se podrá formar juicio del estado en que se halla, y si por medio de buenas marcaciones á puntos bien situados se determina la verdadera longitud del buque, se deducirá el error con que ha recalado, y si es necesario se le determinará nuevo estado absoluto respecto al meridiano de Cádiz, y comparándolo con el último que manifestó se deducirá su movimiento, del que se usará en lo sucesivo. Pero en el grado de confianza que se dé á la situacion de los puntos en las cartas se debe proceder con mucha cautela, pues léjos de estar todos ellos perfectamente situados son muy pocos los que lo están, y sus errores pueden influir mucho en los resultados que el cronómetro dé en lo sucesivo: ésto tambien depende del tiempo que ha mediado entre las comparaciones, pues á proporcion que el intervalo sea mayor influirá ménos error en el movimiento que se determina al cronómetro. Por exemplo si recalando á un punto cuya longitud en la carta tiene 3' de error al E. se determina por su comparacion el estado absoluto de un cronómetro, y al cabo de diez dias se compara con otro cuyo error de situacion sea de 3' hácia el O., y por los dos estados absolutos se deduce su movimiento, resultará éste errado en 284 diarios, los que veinte dias despues lo causarán ya de 12' en los resultados (*). No se debe cuidar ménos que de asegurarse de la buena situacion de los puntos de recalada, de referir la del buque á ellos con exactitud, valiéndose de los mejores medios que proporciona el pilotage para situarse por marcaciones. Los errores de éstas crecen á proporcion que los puntos marcados están mas distantes y mas léjos de la direccion del meridiano, por lo que se debe procurar aproximarse á ellos todo lo posible, y en disposicion de marcarlos quando demoren á rumbos muy inmediatos al N. y al S. corregidos. Quando ésto no se consigue se recurre á otros arbitrios que subministra la trigonometria. En todos casos se debe tener presente la mayor ó menor precision que se empleó en el arreglo del cronómetro para graduar la confianza que merecen las longitudes que produzca en lo sucesivo.

122. Sin necesidad de avistar tierra hay medios de arreglar los cronómetros en la mar en navegaciones largas, y á veces con mayor precision que por las recaladas. Estos se reducen principalmente á las observaciones de distancias lunares hechas en gran número para que se compensen los pequeños errores de la vista y del instrumento, y tambien en parte los de las tablas; y como éstas han llegado ya á un estado de grande perfeccion, el error del promedio de las observaciones de esta especie hechas en varios dias debe ascender á una cantidad muy corta y despreciable. En el problema XX. de la explicacion de las tablas de Mendoza, y en su exemplo, se puede ver como se determina el estado absoluto de un cronómetro por medio de varias series de distancias observadas en algunos dias seguidos ó muy poco interrumpidos. Este procedimiento puede hacerse si se quiere con alguna mas erupulosidad promediando las horas medias de Cádiz determinadas con minutos en lugar de fraccion de hora, para hallar la hora á que corresponde el estado absoluto. Como estas determinaciones son muy interesantes y delicadas me parece que no se debe emplear para ellas las distancias á las estrellas, que nunca se observan en la mar con tanta precision como las del sol, excepto en el caso de ser en gran cantidad y tomadas en excelentes circunstancias. Lo mejor es aprovechar para el efecto todas las distancias al sol que se puedan observar en una quadratura en que se logre tiempo despejado en todos ó la mayor parte de sus dias. En cada uno se puede observar muchas series, y calculándolas separadas incluir en el promedio general de la quadratura que se haga al fin los resultados parciales de cada una. Pero si se quiere conseguir un resultado igualmente exacto con mayor facilidad, se puede calcular el conjunto de las observaciones de cada dia por el método abreviado que he explicado en el capítulo V., determinando para cada dia un solo estado absoluto, y procurando que el número de series de que consten las observaciones sea igual á corta diferencia en todos los dias.

123. Las observaciones de distancias lunares hechas en distintos dias no se pueden ligar por la estima, y su resultado medio no se puede conservar por ella como se hace por medio de un reloj de longitud: los cronómetros, aun los mejores, son máquinas susceptibles de alteracion, y por tanto no se les puede dar en todos casos una ciega confianza: pero con la buena combinacion de aquellas y éstos se consigue la completa seguridad de la situacion del buque que liberta al que lo dirige de recelos infundados, y á la navegacion de demoras innecesarias y de riesgos imprevistos. De este modo se ha conseguido ya saber casi á todas horas en la mar, quando no está el tiempo obscuro, el punto que ocupa el buque en su superficie con la misma, y á veces con mas seguridad que estando en tierra. ¡Qué de ventajas no resultan de aquí para el acierto y brevedad de las navegaciones! No ha mucho tiempo que era indispensable reconocer quantas islas, sondas y costas se presentaban en él progreso de la travesía, costando á veces no pocos afanes y dilaciones.

(*) No iguala á este inconveniente el que tiene el intervalo largo, que consiste en que el movimiento determinado para la época media, y que es probable tuviese entónces el cronómetro, puede ser diferente del que tenga en la época de la última recalada y en adelante, por haberlo podido alterar desde entónces una cantidad tanto mayor quanto ha pasado mas tiempo.

ciones: en el día se puede evitar si se quiere todo reconocimiento de los puntos donde ántes se acostumbraba recalai, y en tiempo de guerra el encuentro de buques enemigos de superior fuerza que suelen cruzar sobre ellos.

124. Si el cronómetro se pára en la mar por falta de cuerda se la debe dar luego que se perciba, y lo mas pronto posible determinar su estado absoluto por medio de un horario, tomando por longitud del buque la última que dió el cronómetro traída por estima á la hora de la observacion, y se supondrá que subsiste en el movimiento que ántes tenía. Despues en la primera quadratura se le determinará por distancias su estado absoluto, y con él y el movimiento primitivo se seguirá usando hasta que en la segunda quadratura se pueda arreglar de nuevo completamente.

125. Hay algunos relojes de segundos muy bien contruidos y que tienen muelle auxiliar para no pararse mientras se montan: de éstos se hace excelente uso para acompañantes, y para observaciones de distancias, latitudes &c. Quando no se tiene cronómetro y si uno de éstos se le debe observar el movimiento, y no siendo muy irregular puede usarse como reloj de longitud en navegaciones cortas por mares donde hay corrientes, arreglándolo siempre que se pueda por buenas marcaciones; y tambien en navegaciones largas arreglándolo por distancias todas las quadraturas, sin necesidad de tanta precision como con un cronómetro, con cuya atencion se podrá sacar de él muy buen partido.

126. Los instrumentos destinados para observar en la mar, tan imperfectos antiguamente, han llegado en estos tiempos á tal punto de excelencia que aun en tierra se usan para determinaciones muy delicadas. Quando los de reflexion, únicos que usamos en el día, se empezaron á usar eran toscos, voluminosos y divididos de 2' en 2'; pero despues se han mejorado progresivamente hasta resultar, como los poseemos ahora, de un tamaño cómodo y manejable, divididos de 10'' en 10'' en disposicion de poderse apreciar las mitades y terceras partes de estos pequeños arcos, y guarnecidos de anteojos de bastante fuerza que aumentan mucho los diámetros de los astros, y presentan sus márgenes, como el horizonte y las estrellas, perfectamente terminados.

127. Todos convienen en que los sextantes y quintantes han llegado á un grado de perfeccion que no se podía esperar y que parece difícil de exceder en adelante; pero aun en este estado no se debe creer que son enteramente perfectos, pues no cabe en la industria humana que un pequeño instrumento de cinco pulgadas de radio y tan complicado no adolezca de un corto error en la colocacion de su centro, en la igualdad de las divisiones de su graduacion, en no ser perfectamente planas y paralelas las dos superficies de cada espejo ó vidrio, y en no resultar el eje del anteojo absolutamente paralelo al plano del limbo. No hay instrumento, por bueno que sea, que esté enteramente libre de estas pequeñas imperfecciones y aunque regularmente se compensan entre sí algun tanto siempre causan un corto error en el ángulo medido: ésta es la razon porque los resultados de las observaciones hechas con diferentes instrumentos por un mismo observador, en que no influye la diferencia de vistas, siempre discrepan un poco. Bien es verdad que mayor precision en estos instrumentos, y sobre todo mayor subdivision, parece innecesaria, pues poco importaría que un quintante midiese los ángulos con la absoluta precision de 1'', si en la observacion de una distancia lunar puede cometer el observador por hábil que sea un error de 10'' á lo ménos, y si las distancias del almanaque pueden todavía tenerlos de 15''.

128. Sin embargo como el conjunto de los expresados errores que en algunos instrumentos es despreciable es en otros de alguna consideracion, interesa á todo el que adquiere un quintante ó sextante hacer un escrupuloso reconocimiento de él y asegurarse de su exactitud para darle despues con fundamento el grado de confianza que merezca. Para examinar cada una de las piezas que los componen se prescriben excelentes reglas en los tratados de pilotage modernos, pero por desgracia para poner en práctica algunas de ellas se necesita un aparato y una comodidad que rara vez logran los que los usan.

129. Sin necesidad de recurrir á ellas se puede comprobar perfectamente los instrumentos de reflexion por un método práctico que tiene la ventaja de que al mismo tiempo puede adiestrar á un jóven observador en el manejo de ellos, y en el uso mas difícil y delicado que de ellos se hace. Esto se executa como voy á explicar.

130. Asegurado el observador por un reconocimiento preliminar que su instrumento no tiene defecto muy notable, que los espejos tienen en su colocacion la firmeza conveniente, y que el grande está perpendicular al plano del limbo, elegirá un vidrio obscuro de cada uno de los dos juegos que puedan servir solos para medir el diámetro del sol estando el tiempo despejado. Estos vidrios serán siempre los mas oscuros, y si por no serlo bastante presentan los soles tan fuertes que ofendan la vista, se podrán suplir con dos mas claros de cada juego, cuidando de conocerlos bien para usarlos en lo sucesivo siempre que se pueda. Hecho esto se colocará el espejo chico perpendicular al plano del instrumento por medio del tornillo dispuesto para este fin, haciendo coincidir los dos soles directo y reflexo, sin reparar en la graduacion que señale el índice. Despues se hallará prolixamente el error de éste, que es lo que se llama regularmente rectificar el instrumento, midiendo el diámetro del sol. Este error del índice, ó correccion del instrumento, que nada importa sea grande ó pequeño, no varía regularmente en los instrumentos que tienen los espejos bien montados, á no ser por algun golpe ú otro accidente; pero sin fiarse de su permanencia se debe siempre hallar ántes ó despues de hacer alguna observacion de distancias.

131. Rectificado el instrumento se dedicará su comprobador á observar distancias lunares estando en tierra ó en puerto (*), para comparar las longitudes que le produzcan con la verdadera, sobre cuya calificacion

(*) En este caso puede servir útilmente lo que se ha expuesto en los capítulos II., III. y V. y la tabla III. de la primera edicion y II. de la segunda de la coleccion de Mendoza. Si se posee la coleccion de tablas impresa en Murcia en 1791 se podrá hacer uso de la tabla equivalente, que es mucho mas extensa y exacta. Observando en tierra se calcularán las alturas quando no se puedan tomar por ser muy altas ó por otros motivos, pero siendo posible se deben observar en horizonte artificial de azogue ó de piedra con nivel, que para alturas en que no se requiere gran exactitud es preferible al de azogue por su firmeza y mucho campo. Si se carece de horizonte artificial se podrá hacer uno provisional de acyete, cubriéndolo con una gasa para precaverlo del viento.

si está en lugar que la tenga muy bien determinada procederá con mucho cuidado. Como para hacer estas observaciones se podrá elegir solo los días en que se presenten muy favorables y estando el tiempo despejado, se destinará el vidrio mas obscuro ó dos de los mas claros para observar siempre con ellos, procurando que su fuerza sea tal que estando el eje del antejo en la direccion del centro de la parte transparente del espejo chico se vea la imágen del sol con la claridad proporcionada á distinguirse bien y á no hacer parecer obscura la luna (*). Con estas precauciones se repetirán las observaciones de distancias en todos los días de una quadratura oriental y otra occidental, y si todos los resultados diarios se diferencian muy poco de la longitud verdadera, mas veces hácia el E. y otras hácia el O., quedará suficientemente comprobado el instrumento, y se podrá conceptuar de muy bueno. Pero si se advierte que todas ó la mayor parte de las longitudes difieren considerablemente de la verdadera, como por exemplo mas de 15', será menester proseguir la misma operacion en otras quadraturas hasta asegurarse de que las diferencias siguen cierto órden regular. Si se repara que son próximamente iguales en todos los ángulos medidos, se hallará un error medio entre todos, y éste será la correccion absoluta que se aplicará á toda longitud observada por distancias lunares con aquel instrumento para deducir la verdadera. Pero si, lo que es mas frecuente, no son iguales las diferencias y crecen á proporcion que el ángulo medido, ó guardan qualquier otro órden, se tratará de formar una tabla de correcciones al instrumento, determinando la que corresponde á cada ángulo, lo que se puede hacer de 5° en 5°, tomando para cada argumento el promedio de los errores que ha producido en los 5° antecedentes y 5° siguientes: por exemplo la correccion para el ángulo de 80° será el promedio de los errores que han dado todas las distancias observadas cuyos valores están comprendidos entre 75° y 85°. Asi cada observacion servirá para dos ángulos, y en el promedio de muchas se compensaran en parte los errores de tablas y vista (**), quedando solos los del instrumento.

132. Formada por primera vez la tabla de correcciones no se omitirá diligencia para mejorarla en lo sucesivo, refundiéndola de quando en quando incluyendo las observaciones de confianza que se hayan hecho con comparacion y desechando las que parezcan irregulares. Pueden servir las que se hagan en una navegacion comparadas con los resultados de un cronómetro, teniendo presente el error que dé éste en la recalada; las que se hagan en una sonda bien conocida que siga próximamente la direccion N. S., ó á la vista de islas ó costas bien situadas; y tambien algunas veces las que se hagan en la mar, comparándolas á otras observadas con algun instrumento muy bien construido y experimentado.

133. Por lo regular deberán ser iguales los errores que los instrumentos den en una misma graduacion en distancias orientales y occidentales, aunque en direccion diferente, y quando se vea que esto se verifica una sola tabla servirá para unas y otras. Pero no faltan instrumentos que por no tener los espejos bien asegurados, ó por algun otro motivo difícil de comprehender, producen errores desiguales en las distancias de cada especie, ó los producen en unas y otras no, por lo que en aquel caso es necesario formarles dos tablas de correcciones.

134. Este modo de comprobar los instrumentos parecerá tal vez muy trabajoso á los indolentes: pero al que prefiera atarearse un poco á no adquirir jamas un perfecto conocimiento del suyo, no se le ocultarán las ventajas que proporciona un método que exercita al observador, justifica la bondad del instrumento haciéndolo cada dia mas apreciable, infunde el tino necesario para valuar justamente la exáctitud de las observaciones segun las circunstancias, y puede poner á un instrumento defectuoso en estado de servir tan bien como el mejor.

135. He aconsejado que se use siempre que se pueda de los mismos vidrios para la rectificacion y para la observacion (artículos 130 y 131) porque como éstos suelen tener errores diferentes, particularmente los que están detras del espejo chico á quienes el antejo los aumenta, si se usasen indiferentemente complicarían los suyos con los de las demas piezas del instrumento, siendo mucho mas difícil ó imposible sistemarlos, lo que asi se consigue quedando inclusos en el error total del instrumento en cada ángulo. Si alguna vez por estar la atmósfera opacada ó calimosa se necesita emplear otros vidrios, no serán las correcciones tan exáctas, pero tampoco en estas circunstancias se puede aspirar á una grande precision. Si el instrumento tiene vidrios oscuros para colocarlos en el ocular del antejo, y con el mas opaco se debilita suficientemente el sol para observarlo en días claros, se puede rectificar con ellos en todas ocasiones; y como éstos nada influyen en la rectificacion, podrá servir muy bien ésta quando se midan ángulos sin interponer vidrios, como quando se observa de dia la altura de la luna &c. Para rectificar por el sol se debe ántes aproximar el antejo todo lo posible al plano del instrumento con el tornillo que tiene para el efecto; pero si en esta disposicion no se ven los soles con la misma fuerza, se procura igualársela separando el antejo lo necesario.

136. Se debe evitar en todo lo posible tocar á los tornillos de los instrumentos y desarmar algunas de sus piezas, porque de estas operaciones, quando no se hacen por personas muy inteligentes y provistas de los útiles necesarios, les resulta mucho deterioro.

137. En los círculos de reflexion se ha conseguido extinguir todos los errores de los demas instrumentos, dándoles tres nonios y disponiéndolos para cambiarlos á cada observacion, de modo que no necesitan rectificacion ni comprobacion: pero les queda la desventaja de ser mas pesados y complicados, y ménos manejables que los quintantes. Un círculo es preferible á un quintante no conocido para observaciones interesantes; pero un quintante bien comprobado, á mi parecer, debe ser preferido á un círculo en todos casos. El círculo inventado por D. José de Mendoza añade á la compensacion de errores la ventaja de dar continuamente la suma de las observaciones, evitando la molestia de contar en todas ménos la última, lo que lo hace muy propio para observar de noche. Pero sería de desear, para que en la práctica correspondiese perfectamente á la teórica, que el tornillo de presion de la alidada y los quatro que sirven para mover y sujetar los dos círculos movibles se construyesen sumamente reforzados.

(*) Esto no es imposible en la práctica, sin embargo de que á proporcion que crecen las distancias se necesitan para observarlas vidrios ménos oscuros, porque el sol se va presentando con ménos fuerza y la luna con mas claridad.

(**) Error de vista se llama al que por esta razon ó por costumbre cometen algunos en la observacion de una distancia lunar, mordiendo un poco los astros ó dexándolos algo separados.

138. Los pilotos que no posean mas instrumento que un octante no deben por ésto entregarse abroli- mente á la estima, pues pueden observar con él distancias lunares siempre que se les proporcione ocasion. Si en las alturas nunca cometen errores de un minuto con ménos razon los deberán cometer en las distan- cias que se observan con mayor precision, y si las calculan bien su resultado no deberá diferir mas de $30'$ de la longitud verdadera. En el pilotage, como en todas las demas ciencias, el sugeto instruido y aplicado puede conseguir con cortos auxilios mucho mejores resultados que otro provisto de excelentes instrumentos si es ignorante y desidioso.

APÉNDICE AL CAPÍTULO VII.

139. El principio de un eclipse del sol es muy difícil de determinar exáctamente, porque la obscuridad de la luna que la hace invisible es causa de que solo se conozca que ha llegado su limbo á tocar al del sol quando un poco despues se percibe en éste una mella. Los observadores expertos con anteojos de mucha fuer- za, y sabiendo con ménos de un minuto de incertidumbre el instante á que ha de suceder el contacto y el punto de la circunferencia del sol por donde se ha de verificar, lo determinan regularmente quando los astros están mordidos $2''$ ó algo ménos, y esta cantidad crece á proporcion que faltan los citados requisitos. No su- cede asi en el fin del eclipse ó último contacto, porque el observador puede seguir fácilmente el movimiento de la luna y determinar con precision el instante en que su limbo se separa de el del sol.

140. La cantidad que están mordidos los astros quando la vista lo conoce despues del primer contacto se averigua con mucha exáctitud midiendo lo mas pronto posible la cuerda que determina la interseccion de sus márgenes, que se llama distancia de los cuernos, hallando con ella la distancia aparente de los centros en aquel instante, comparándola con la calculada por las tablas, y aplicando la diferencia á la distancia ca- pculada para el instante de la observacion del primer contacto, lo que produce la distancia aparente de los centros entónces. Con este objeto se acostumbra medir repetidas veces la distancia de los cuernos despues del principio del eclipse, cuya operacion se hace con mucha exáctitud por medio de un instrumento llamado *heliómetro* que se adapta á los anteojos acromáticos.

141. Contrayéndome al objeto que me propuse de facilitar la observacion de estos interesantes fenómenos á los sugetos de conocimientos matemáticos muy limitados, voy á explicar lo que pueden hacer para no per- der la observacion del principio del eclipse, aun en el caso de que quando adviertan que ha empezado estén mordidos los astros una cantidad no pequeña é imposible de apreciar.

142. Sino se tiene heliómetro se puede observar la distancia de los cuernos, ó la distancia del limbo vi- sible de la luna al limbo distante del sol, con un buen instrumento de reflexion perfectamente rectificado. Con la distancia de los limbos se deduce la de los centros sin mas operacion que restarle el semidiámetro del sol y sumarle el de la luna en altura; y con la distancia de los cuernos se deduce tambien la de los centros restando su cuadrado del de la suma de los semidiámetros, y sacando la raiz quadrada (*) de la diferen- cia. De modo que sino se logra observar á satisfaccion el principio del eclipse, una série de algunas distan- cias de los limbos ó de los cuernos, tomadas con los menores intervalos posibles, podrá producir en el pro- medio de sus resultados una distancia de los centros muy exácta, con la que se calculará la longitud de la luna y la longitud geográfica siguiendo las reglas dadas (art. 93 y siguientes).

143. Si habiendo calculado de antemano la hora del principio del eclipse se observa el primer contacto quan- do los astros están mordidos solo lo preciso para percibirlo, se podrá apreciar en $2''$ esta cantidad, substrae- rla á la distancia aparente de centros y hacer con ella el cálculo. En este caso convendrá observar á conti- nuacion una série de distancias, y calcularla tambien para comparar su resultado con el del primer contacto.

144. Para sacar todo el partido posible de un eclipse del sol se puede continuar observando en toda su duracion las distancias de cuernos ó de limbos, para deducir despues las de los centros, repartirlas en várias séries y calcularlas separadamente. En las inmediaciones del medio del eclipse, no siendo total, las distancias de limbos varían con alguna lentitud y con mucha las de los cuernos, por lo que no conviene observarlas entónces y sí próximas al principio y fin, pues aun en este caso no son inútiles sin embargo de que el úl- timo contacto se observa regularmente con mucha facilidad y precision, porque ademas de poderlas calcular con independenciam se asegura una observacion inmediata al fin para el caso de que se pierda la de éste por los celages ú otros accidentes.

145. Las distancias que se miden de limbos y de cuernos están un poco afectadas de la refraccion, in- flexion é irradiacion, y lo resultan las de los centros, pero en una cantidad tan corta que se puede prescindir de ella sin error sensible quando no se calculan por otros métodos mas rigorosos. Las distancias de los cuernos son algo ménos fáciles de medir con instrumento de reflexion que las de los limbos, pero quando se pueden tomar con seguridad son muy preferibles á éstas en las inmediaciones del principio y fin del eclipse, porque variando con mucha rapidez sus errores quedan reducidos á una tercera ó quarta parte en las dis- tancias de los centros.

(*) Esta operacion se hace fácilmente por logaritmos.

TABLAS.

Continuación de la tabla de ascension recta del sol para todos los dias del año.

Correc. sustrac. á la asc. hall. por la T. 2.

años C	Meses.											
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1820	18.49	21.01	22.50	0.43	2.35	4.38	6.42	8.47	10.43	12.31	14.27	16.31
21	18.53	21.05	22.54	0.47	2.39	4.42	6.46	8.50	10.46	12.34	14.31	16.35
22	18.58	21.09	22.57	0.51	2.42	4.46	6.50	8.54	10.50	12.38	14.35	16.40
23	19.02	21.13	23.01	0.54	2.46	4.50	6.54	8.58	10.53	12.41	14.39	16.44
24	19.06	21.17	23.05	0.58	2.50	4.54	6.58	9.02	10.57	12.45	14.43	16.48
25	19.11	21.21	23.09	1.02	2.54	4.58	7.02	9.06	11.01	12.49	14.47	16.53
26	19.15	21.25	23.12	1.05	2.58	5.02	7.06	9.10	11.04	12.52	14.51	16.57
27	19.20	21.29	23.16	1.09	3.02	5.06	7.10	9.13	11.08	12.56	14.55	17.01
28	19.24	21.33	23.20	1.13	3.06	5.10	7.14	9.17	11.11	13.00	14.59	17.06
29	19.28	21.37	23.23	1.16	3.10	5.14	7.18	9.21	11.15	13.03	15.03	17.10
30	19.33	21.41	23.27	1.20	3.14	5.18	7.22	9.25	11.19	13.07	15.07	17.14
31	19.37	21.45	23.31	1.24	3.18	5.22	7.26	9.29	11.22	13.11	15.11	17.18
32	19.41	21.49	23.34	1.27	3.22	5.26	7.30	9.32	11.26	13.15	15.15	17.22
33	19.46	21.53	23.38	1.31	3.26	5.30	7.34	9.36	11.29	13.18	15.19	17.26
34	19.50	21.57	23.42	1.35	3.30	5.34	7.38	9.40	11.33	13.22	15.23	17.30
35	19.54	22.01	23.45	1.38	3.34	5.38	7.42	9.44	11.36	13.26	15.27	17.34
36	19.58	22.04	23.49	1.42	3.38	5.42	7.46	9.48	11.40	13.29	15.31	17.38
37	20.02	22.08	23.53	1.46	3.42	5.46	7.50	9.52	11.44	13.33	15.35	17.42
38	20.06	22.12	23.56	1.50	3.46	5.50	7.54	9.56	11.47	13.37	15.39	17.46
39	20.10	22.16	24.00	1.54	3.50	5.54	7.58	10.00	11.51	13.41	15.43	17.50
40	20.14	22.20	24.03	1.58	3.54	5.58	8.02	10.04	11.55	13.45	15.47	17.54
41	20.18	22.24	24.07	2.02	3.58	6.02	8.06	10.08	11.59	13.49	15.51	17.58
42	20.22	22.28	24.11	2.06	4.02	6.06	8.10	10.12	12.03	13.53	15.55	18.02
43	20.26	22.32	24.15	2.10	4.06	6.10	8.14	10.16	12.07	13.57	15.59	18.06
44	20.30	22.36	24.19	2.14	4.10	6.14	8.18	10.20	12.11	14.01	16.03	18.10
45	20.34	22.40	24.23	2.18	4.14	6.18	8.22	10.24	12.15	14.05	16.07	18.14
46	20.38	22.44	24.27	2.22	4.18	6.22	8.26	10.28	12.19	14.09	16.11	18.18
47	20.42	22.48	24.31	2.26	4.22	6.26	8.30	10.32	12.23	14.13	16.15	18.22
48	20.46	22.52	24.35	2.30	4.26	6.30	8.34	10.36	12.27	14.17	16.19	18.26
49	20.50	22.56	24.39	2.34	4.30	6.34	8.38	10.40	12.31	14.21	16.23	18.30
50	20.54	23.00	24.43	2.38	4.34	6.38	8.42	10.44	12.35	14.25	16.27	18.34
51	20.58	23.04	24.47	2.42	4.38	6.42	8.46	10.48	12.39	14.29	16.31	18.38
52	21.02	23.08	24.51	2.46	4.42	6.46	8.50	10.52	12.43	14.33	16.35	18.42

Tabla 1.^a
Ascension recta de la estrella polar.

Años Asc	m.
1813	55
1816	56
1817	57
1826	58
1831	59
1832	60
1836	61
1845	62
1840	63
1855	

Continuacion de la tabla 3.a
Correcciones que se han de aplicar á la altura verdadera de la estrella polar para hallar la latitud.

Horario de la estrella polar.				Angulos equivalentes.	Años.																			
					1813	1816	1819	1822	1825	1828	1831	1834	1837	1840	1843	1846	1849	1852						
				°	Distancia de la estrella polar del Polo.																			
					101'	100'	99'	98'	97'	96'	95'	94'	93'	92'	91'	90'	89'							
					Correcciones.																			
-	+	+	-		'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
3.. 0	0	15.. 0	21.. 0	45	71,4	70,7	70,0	69,3	68,6	67,9	67,2	66,5	65,8	65,1	64,3	63,6	62,9							
3.. 4	3.. 56	15.. 4	20.. 56	46	70,2	69,5	68,8	68,1	67,4	66,7	66,0	65,3	64,6	63,9	63,2	62,5	61,8							
3.. 8	8.. 52	15.. 8	20.. 52	47	68,9	68,2	67,5	66,8	66,2	65,5	64,8	64,1	63,4	62,7	62,1	61,4	60,7							
3.. 12	13.. 48	15.. 12	20.. 48	48	67,6	66,9	66,2	65,6	64,9	64,2	63,6	62,9	62,2	61,6	60,9	60,2	59,6							
3.. 16	16.. 44	15.. 16	20.. 44	49	66,3	65,6	64,9	64,3	63,6	63,0	62,3	61,7	61,0	60,4	59,7	59,0	58,4							
3.. 20	19.. 40	15.. 20	20.. 40	50	64,0	64,3	63,6	63,0	62,4	61,7	61,1	60,4	59,8	59,1	58,5	57,9	57,2							
3.. 24	20.. 36	15.. 24	20.. 36	51	63,0	62,9	62,3	61,7	61,0	60,4	59,8	59,2	58,5	57,9	57,3	56,6	56,0							
3.. 28	23.. 32	15.. 28	20.. 32	52	62,2	61,6	61,0	60,3	59,7	59,1	58,5	57,9	57,3	56,6	56,0	55,4	54,8							
3.. 32	28.. 28	15.. 32	20.. 28	53	60,8	60,2	59,6	59,0	58,4	57,8	57,2	56,6	56,0	55,4	54,8	54,2	53,6							
3.. 36	33.. 24	15.. 36	20.. 24	54	59,4	58,8	58,2	57,6	57,0	56,4	55,8	55,3	54,7	54,1	53,5	52,9	52,3							
3.. 40	38.. 20	15.. 40	20.. 20	55	57,0	57,4	56,8	56,2	55,6	55,1	54,5	53,9	53,3	52,8	52,2	51,6	51,0							
3.. 44	43.. 16	15.. 44	20.. 16	56	55,5	55,9	55,4	54,8	54,2	53,7	53,1	52,6	52,0	51,4	50,9	50,3	49,8							
3.. 48	48.. 12	15.. 48	20.. 12	57	55,0	54,5	53,9	53,4	52,8	52,3	51,7	51,2	50,7	50,1	49,6	49,0	48,5							
3.. 52	53.. 8	15.. 52	20.. 8	58	53,5	53,0	52,5	51,9	51,4	50,9	50,3	49,8	49,3	48,8	48,2	47,7	47,2							
3.. 56	58.. 4	15.. 56	20.. 4	59	52,0	51,5	51,0	50,5	50,0	49,5	48,9	48,4	47,9	47,4	46,9	46,4	45,8							
4.. 0	0	16.. 0	20.. 0	60	50,5	50,0	49,5	49,0	48,5	48,0	47,5	47,0	46,5	46,0	45,5	45,0	44,5							
4.. 4	4.. 56	16.. 4	19.. 56	61	49,0	48,5	48,0	47,5	47,0	46,5	46,0	45,6	45,1	44,6	44,1	43,6	43,1							
4.. 8	7.. 52	16.. 8	19.. 52	62	47,4	46,9	46,5	46,0	45,5	45,1	44,6	44,1	43,7	43,2	42,7	42,3	41,8							
4.. 12	7.. 48	16.. 12	19.. 48	63	45,9	45,4	44,9	44,5	44,0	43,6	43,1	42,7	42,2	41,8	41,3	40,9	40,4							
4.. 16	7.. 44	16.. 16	19.. 44	64	44,3	43,8	43,4	43,0	42,5	42,1	41,6	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,0							
4.. 20	7.. 40	16.. 20	19.. 40	65	42,7	42,3	41,8	41,4	41,0	40,6	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,0	37,6							
4.. 24	7.. 36	16.. 24	19.. 36	66	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,5	36,2							
4.. 28	7.. 32	16.. 28	19.. 32	67	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,1	36,7	36,3	35,9	35,6	35,2	34,8							
4.. 32	7.. 28	16.. 32	19.. 28	68	37,8	37,5	37,1	36,7	36,3	36,0	35,6	35,2	34,8	34,5	34,1	33,7	33,3							
4.. 36	7.. 24	16.. 36	19.. 24	69	36,2	35,8	35,5	35,1	34,8	34,4	34,0	33,7	33,3	33,0	32,6	32,3	31,9							
4.. 40	7.. 20	16.. 40	19.. 20	70	34,5	34,2	33,9	33,5	33,2	32,8	32,5	32,1	31,8	31,5	31,1	30,8	30,4							
4.. 44	7.. 16	16.. 44	19.. 16	71	32,9	32,6	32,2	31,9	31,6	31,3	30,9	30,6	30,3	30,0	29,6	29,3	29,0							
4.. 48	7.. 12	16.. 48	19.. 12	72	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,0	28,7	28,4	28,1	27,8	27,5							
4.. 52	7.. 8	16.. 52	19.. 8	73	29,5	29,2	28,9	28,7	28,4	28,1	27,8	27,5	27,2	26,9	26,6	26,3	26,0							
4.. 56	7.. 4	16.. 56	19.. 4	74	27,8	27,6	27,3	27,0	26,7	26,5	26,2	25,9	25,6	25,4	25,1	24,8	24,5							
5.. 0	0	17.. 0	19.. 0	75	26,1	25,9	25,6	25,4	25,1	24,8	24,6	24,3	24,1	23,8	23,6	23,3	23,0							
5.. 4	0.. 56	17.. 4	18.. 56	76	24,4	24,2	24,0	23,7	23,5	23,2	23,0	22,7	22,5	22,3	22,0	21,8	21,5							
5.. 8	6.. 52	17.. 8	18.. 52	77	22,7	22,5	22,3	22,0	21,8	21,6	21,4	21,1	20,9	20,7	20,5	20,2	20,0							
5.. 12	6.. 48	17.. 12	18.. 48	78	21,0	20,8	20,6	20,4	20,2	20,0	19,8	19,5	19,3	19,1	18,9	18,7	18,5							
5.. 16	6.. 44	17.. 16	18.. 44	79	19,3	19,1	18,9	18,7	18,5	18,3	18,1	17,9	17,7	17,6	17,4	17,2	17,0							
5.. 20	6.. 40	17.. 20	18.. 40	80	17,5	17,4	17,2	17,0	16,8	16,7	16,5	16,3	16,1	16,0	15,8	15,6	15,5							
5.. 24	6.. 36	17.. 24	18.. 36	81	15,8	15,6	15,5	15,3	15,2	15,0	14,9	14,7	14,5	14,4	14,2	14,1	13,9							
5.. 28	6.. 32	17.. 28	18.. 32	82	14,1	13,9	13,8	13,6	13,5	13,4	13,2	13,1	12,9	12,8	12,7	12,5	12,4							
5.. 32	6.. 28	17.. 32	18.. 28	83	12,3	12,2	12,1	11,9	11,8	11,7	11,6	11,5	11,3	11,2	11,1	11,0	10,8							
5.. 36	6.. 24	17.. 36	18.. 24	84	10,6	10,5	10,3	10,2	10,1	10,1	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3							
5.. 40	6.. 20	17.. 40	18.. 20	85	8,8	8,7	8,6	8,5	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,8							
5.. 44	6.. 16	17.. 44	18.. 16	86	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,3	6,3	6,2							
5.. 48	6.. 12	17.. 48	18.. 12	87	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7							
5.. 52	6.. 8	17.. 52	18.. 8	88	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1							
5.. 56	6.. 4	17.. 56	18.. 4	89	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6							
6.. 0	0	18.. 0	18.. 0	90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							

TABLA 4.^a

Para reducir la variacion en altura correspondiente a cualquier intervalo á la que pertenece al de 10m.

Variac. en altura.	Intervalo 2m.											
	0 ^s	5 ^s	10 ^s	15 ^s	20 ^s	25 ^s	30 ^s	35 ^s	40 ^s	45 ^s	50 ^s	55 ^s
0' 10	0..50,0	0..48,0	0..46,1	0..44,4	0..42,9	0..41,4	0..40,0	0..38,7	0..37,5	0..36,4	0..35,3	0..34,3
0' 20	1..40,0	1..36,0	1..32,3	1..28,9	1..25,9	1..22,8	1..20,0	1..17,4	1..15,0	1..12,7	1..10,6	1.. 8,6
0' 30	2..30,0	2..24,0	2..18,5	2..13,3	2.. 8,6	2.. 4,1	2.. 0,0	1..56,1	1..52,5	1..49,1	1..45,9	1..42,8
0' 40									2..30,0	2..25,5	2..21,2	2..17,1
1'	3'0	4'8	4'6	4'4	4'3	4'1	4'0	3'9	3'7	3'6	3'5	3'4
2	10,0	9,6	9,2	8,9	8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,3	7,1	6,8
3	15,0	14,4	13,8	13,3	12,9	12,4	12,0	11,6	11,2	10,9	10,6	10,3
4	20,0	19,2	18,4	17,8	17,2	16,5	16,0	15,5	15,0	14,6	14,1	13,7
5	25,0	24,0	23,0	22,2	21,5	20,7	20,0	19,4	18,7	18,2	17,7	17,1
6	30,0	28,9	27,7	26,6	25,7	24,8	24,0	23,3	22,4	21,9	21,2	20,5
7	35,0	33,7	32,3	31,1	30,0	28,9	28,0	27,2	26,2	25,5	24,7	23,9
8	40,0	38,5	36,9	35,5	34,3	33,0	32,0	31,0	29,9	29,1	28,2	27,4
9	45,0	43,3	41,5	40,0	38,6	37,2	36,0	34,9	33,7	32,8	31,8	30,8

Variac. en altura.	Intervalo 3m.											
	0 ^s	5 ^s	10 ^s	15 ^s	20 ^s	25 ^s	30 ^s	35 ^s	40 ^s	45 ^s	50 ^s	55 ^s
0' 10	0..33,3	0..32,4	0..31,6	0..30,8	0..30,0	0..29,3	0..28,6	0..27,9	0..27,3	0..26,7	0..26,1	0..25,5
0' 20	1.. 6,7	1.. 4,9	1.. 3,2	1.. 1,5	1.. 0,0	0..58,5	0..57,1	0..55,8	0..54,5	0..53,3	0..52,2	0..51,1
0' 30	1..40,0	1..37,3	1..34,7	1..32,3	1..30,0	1..27,8	1..25,7	1..23,7	1..21,8	1..20,0	1..18,3	1..16,6
0' 40	2..13,3	2.. 9,7	2.. 6,3	2.. 3,1	2.. 0,0	1..57,1	1..54,3	1..51,6	1..49,1	1..46,7	1..44,4	1..42,1
0' 50					2..30,0	2..26,3	2..22,9	2..19,5	2..16,4	2..13,3	2..10,4	2.. 7,7
1'	3'3	3'3	3'2	3'1	3'0	2'9	2'9	2'8	2'7	2'7	2'6	2'6
2	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,8	5,7	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1
3	10,0	9,8	9,5	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,7
4	13,3	13,0	12,6	12,3	12,0	11,7	11,4	11,2	10,9	10,7	10,4	10,2
5	16,7	16,3	15,8	15,4	15,0	14,6	14,3	14,0	13,6	13,4	13,0	12,8
6	20,0	19,5	18,9	18,5	18,0	17,5	17,2	16,7	16,3	16,0	15,7	15,3
7	23,3	22,8	22,2	21,6	21,0	20,4	20,0	19,5	19,0	18,7	18,3	17,9
8	26,6	26,0	25,2	24,6	24,0	23,4	22,9	22,3	21,8	21,4	20,9	20,4
9	30,0	29,3	28,4	27,7	27,0	26,3	25,7	25,1	24,5	24,0	23,5	23,0

Variac. en altura.	Intervalo 4m.											
	0 ^s	5 ^s	10 ^s	15 ^s	20 ^s	25 ^s	30 ^s	35 ^s	40 ^s	45 ^s	50 ^s	55 ^s
0' 10	0..25,0	0..24,5	0..24,0	0..23,5	0..23,1	0..22,6	0..22,2	0..21,8	0..21,4	0..21,0	0..20,7	0..20,3
0' 20	0..50,0	0..49,0	0..48,0	0..47,1	0..46,2	0..45,3	0..44,4	0..43,6	0..42,9	0..42,1	0..41,4	0..40,7
0' 30	1..15,0	1..13,5	1..11,9	1..10,6	1.. 9,2	1.. 7,9	1.. 6,7	1.. 5,5	1.. 4,3	1.. 3,1	1.. 2,1	1.. 1,0
0' 40	1..40,0	1..38,0	1..35,9	1..34,1	1..32,3	1..30,6	1..28,9	1..27,3	1..25,7	1..24,2	1..22,8	1..21,4
0' 50	2.. 5,0	2.. 2,5	2.. 0,8	1..57,6	1..55,4	1..53,2	1..51,1	1..49,1	1..47,1	1..45,2	1..43,4	1..41,7
1.. 0	2..30,0	2..27,0	2..24,8	2..21,2	2..18,5	2..15,9	2..13,3	2..10,9	2.. 8,6	2.. 6,3	2.. 4,1	2.. 2,0
1' 10									2..30,0	2..27,3	2..24,8	2..22,4
1'	2'5	2'5	2'4	2'4	2'3	2'3	2'2	2'2	2'1	2'1	2'1	2'0
2	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1
3	7,5	7,4	7,2	7,1	6,9	6,8	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1
4	10,0	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,9	8,8	8,6	8,4	8,3	8,1
5	12,5	12,3	12,0	11,8	11,6	11,3	11,1	10,9	10,7	10,5	10,4	10,2
6	15,0	14,7	14,4	14,1	13,9	13,6	13,3	13,1	12,8	12,6	12,4	12,2
7	17,5	17,2	16,8	16,5	16,2	15,8	15,5	15,3	15,0	14,7	14,5	14,2
8	20,0	19,6	19,2	18,8	18,5	18,1	17,8	17,4	17,1	16,8	16,6	16,2
9	22,5	22,0	21,6	21,2	20,8	20,3	20,0	19,6	19,3	18,9	18,6	18,3

Variac en altura.	C. T. 4.a											
	Intérvalo 5.m											
	os	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55
0..10	0..20,0	0..19,7	0..19,4	0..19,0	0..18,7	0..18,5	0..18,2	0..17,9	0..17,6	0..17,4	0..17,1	0..16,9
0..20	0..40,0	0..39,3	0..38,7	0..38,1	0..37,5	0..36,9	0..36,4	0..35,8	0..35,3	0..34,8	0..34,3	0..33,8
0..30	1.. 0,0	0..59,0	0..58,1	0..57,1	0..56,2	0..55,4	0..54,5	0..53,7	0..52,9	0..52,2	0..51,4	0..50,7
0..40	1..20,0	1..18,7	1..17,4	1..16,2	1..15,0	1..13,8	1..12,7	1..11,6	1..10,6	1.. 9,6	1.. 8,6	1.. 7,6
0..50	1..40,0	1..38,3	1..36,8	1..35,2	1..33,7	1..32,3	1..30,9	1..29,6	1..28,2	1..26,9	1..25,7	1..24,5
1.. 0	2..00,0	1..58,0	1..56,2	1..54,3	1..52,5	1..50,8	1..49,1	1..47,5	1..45,9	1..44,3	1..42,8	1..41,4
1..10	2..20,0	2..17,7	2..15,5	2..13,3	2..11,2	2.. 9,6	2.. 7,3	2.. 5,4	2.. 3,6	2.. 1,7	2.. 0,0	1..58,3
1..20					2..30,0	2..27,7	2..25,4	2..23,3	2..21,1	2..19	2..17,1	2..15,2
1'	2'0	2'0	1'9	1'9	1'9	1'9	1'8	1'8	1'8	1'7	1'7	1'7
2	4,0	3,9	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4
3	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,1
4	8,0	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,0	7,0	6,8	6,8
5	10,0	9,8	9,7	9,5	9,4	9,3	9,1	9,0	8,8	8,7	8,6	8,5
6	12,0	11,8	11,6	11,4	11,2	11,1	10,9	10,7	10,6	10,4	10,3	10,1
7	14,0	13,8	13,6	13,3	13,1	13,0	12,7	12,5	12,3	12,2	12,0	11,8
8	16,0	15,8	15,5	15,2	15,0	14,8	14,6	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5
9	18,0	17,7	17,5	17,1	16,8	16,7	16,4	16,1	15,8	15,7	15,4	15,2

Variac en altura.	Intérvalo 6..											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0..10	0..16,7	0..16,4	0..16,2	0..16,0	0..15,8	0..15,6	0..15,4	0..15,2	0..15,0	0..14,8	0..14,6	0..14,5
0..20	0..33,3	0..32,9	0..32,4	0..32,0	0..31,6	0..31,2	0..30,8	0..30,4	0..30,0	0..29,6	0..29,2	0..28,9
0..30	0..50,0	0..49,3	0..48,7	0..48,0	0..47,4	0..46,7	0..46,1	0..45,6	0..45,0	0..44,4	0..43,9	0..43,4
0..40	1.. 6,7	1.. 5,8	1.. 4,9	1.. 4,0	1.. 3,2	1.. 2,3	1.. 1,5	1.. 0,8	1.. 0,0	0..59,2	0..58,5	0..57,8
0..50	1..23,3	1..22,2	1..21,1	1..20,0	1..18,9	1..17,9	1..16,9	1..15,9	1..15,0	1..14,0	1..13,1	1..12,3
1.. 0	1..40,0	1..38,6	1..37,3	1..36,0	1..34,7	1..33,5	1..32,3	1..31,1	1..30,0	1..28,9	1..27,8	1..26,8
1..10	1..56,7	1..55,1	1..53,5	1..52,0	1..50,5	1..49,1	1..47,7	1..46,3	1..45,0	1..43,7	1..42,4	1..41,2
1..20	2..13,3	2..11,5	2.. 9,8	2.. 8,0	2.. 6,3	2.. 4,6	2.. 3,0	2.. 1,5	2.. 0,0	1..58,5	1..57,0	1..55,7
1..30	2..30,0	2..28,0	2..26,0	2..24,0	2..22,1	2..20,3	2..18,4	2..16,7	2..15,0	2..13,3	2..11,7	2..10,1
1..40									2..30,0	2..28,1	2..26,3	2..24,6
1'	1'7	1'6	1'6	1'6	1'6	1'6	1'5	1'5	1'5	1'5	1'5	1'5
2	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9
3	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,4
4	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8
5	8,4	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3
6	10,0	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7
7	11,7	11,5	11,3	11,2	11,1	10,9	10,8	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2
8	13,4	13,1	13,0	12,8	12,6	12,5	12,3	12,2	12,0	11,8	11,7	11,6
9	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	14,0	13,9	13,7	13,5	13,3	13,1	13,1

Variac en altura.	Intérvalo 7.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0..10	0..14,3	0..14,1	0..13,9	0..13,8	0..13,6	0..13,5	0..13,3	0..13,2	0..13,0	0..12,9	0..12,8	0..12,6
0..20	0..28,6	0..28,2	0..27,9	0..27,6	0..27,3	0..27,0	0..26,7	0..26,4	0..26,1	0..25,8	0..25,5	0..25,3
0..30	0..42,8	0..42,4	0..41,8	0..41,4	0..40,9	0..40,4	0..40,0	0..39,6	0..39,1	0..38,7	0..38,3	0..37,9
0..40	0..57,1	0..56,5	0..55,8	0..55,2	0..54,6	0..53,9	0..53,3	0..52,8	0..52,2	0..51,6	0..51,1	0..50,5
0..50	1..11,4	1..10,6	1.. 9,7	1.. 8,9	1.. 8,2	1.. 7,4	1.. 6,6	1.. 5,9	1.. 5,2	1.. 4,5	1.. 3,8	1.. 3,1
1.. 0	1..25,7	1..24,7	1..23,7	1..22,7	1..21,8	1..20,9	1..20,0	1..19,1	1..18,2	1..17,4	1..16,6	1..15,8
1..10	1..40,0	1..38,8	1..37,6	1..36,5	1..35,5	1..34,4	1..33,3	1..32,3	1..31,3	1..30,3	1..29,4	1..28,4
1..20	1..54,3	1..53,0	1..51,6	1..50,3	1..49,1	1..47,8	1..46,6	1..45,5	1..44,3	1..43,2	1..42,2	1..41,0
1..30	2.. 8,6	2.. 7,1	2.. 5,5	2.. 4,1	2.. 2,8	2.. 1,3	2.. 0,0	1..58,7	1..57,4	1..56,1	1..54,9	1..53,7
1..40	2..22,9	2..21,2	2..19,5	2..17,9	2..16,4	2..14,8	2..13,4	2..11,9	2..10,4	2.. 9,0	2.. 7,7	2.. 6,3
1..50					2..30,0	2..28,3	2..26,7	2..25,1	2..23,5	2..21,9	2..20,4	2..18,0
1'	1'4	1'4	1'4	1'4	1'4	1'4	1'3	1'3	1'3	1'3	1'3	1'3
2	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5
3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8
4	5,7	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0
5	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3
6	8,6	8,5	8,3	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,7	7,6
7	10,0	9,9	9,7	9,7	9,5	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	9,0	8,8
8	11,4	11,3	11,1	11,0	10,9	10,8	10,6	10,6	10,4	10,3	10,2	10,1
9	12,9	12,7	12,5	12,4	12,2	12,2	12,0	11,9	11,7	11,6	11,5	11,3

Variac. en altura.	C. T. 4.a											
	Intérvalo 8.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0	0.12,5	0.12,4	0.12,2	0.12,1	0.12,0	0.11,9	0.11,8	0.11,6	0.11,5	0.11,4	0.11,3	0.11,2
0.20	0.25,0	0.24,7	0.24,5	0.24,2	0.24,0	0.23,8	0.23,5	0.23,3	0.23,1	0.22,9	0.22,6	0.22,4
0.30	0.37,5	0.37,1	0.36,7	0.36,4	0.36,1	0.35,6	0.35,3	0.34,9	0.34,6	0.34,3	0.34,0	0.33,7
0.40	0.50,0	0.49,5	0.49,0	0.48,5	0.48,1	0.47,5	0.47,0	0.46,6	0.46,2	0.45,7	0.45,3	0.44,9
0.50	1. 2,5	1. 1,8	1. 1,2	1. 0,6	1. 0,1	0.59,4	0.58,8	0.58,2	0.57,7	0.57,1	0.56,6	0.56,1
1. 0	1.15,0	1.14,2	1.13,4	1.12,7	1.12,1	1.11,3	1.10,6	1. 9,9	1. 9,2	1. 8,6	1. 7,9	1. 7,3
1.10	1.27,5	1.26,6	1.25,7	1.24,8	1.24,1	1.23,2	1.22,3	1.21,5	1.20,8	1.20,0	1.19,2	1.18,5
1.20	1.40,0	1.39,0	1.37,9	1.37,0	1.36,2	1.35,0	1.34,1	1.33,2	1.32,3	1.31,4	1.30,6	1.29,8
1.30	1.52,5	1.51,3	1.50,2	1.49,1	1.48,2	1.46,9	1.45,9	1.44,8	1.43,9	1.42,9	1.41,9	1.41,0
1.40	2. 5,0	2. 3,7	2. 2,4	2. 1,2	2. 0,2	1.58,8	1.57,6	1.56,5	1.55,4	1.54,3	1.53,2	1.52,2
1.50	2.17,5	2.16,1	2.14,6	2.13,3	2.12,2	2.10,7	2. 9,4	2. 8,1	2. 6,9	2. 5,7	2. 4,5	2. 3,4
2. 0	2.30,0	2.28,4	2.26,9	2.25,4	2.24,2	2.22,6	2.21,2	2.19,8	2.18,5	2.17,2	2.15,8	2.14,6
2.10									2.30,0	2.28,6	2.27,2	2.25,8
1'	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/1	1/1	1/1
2	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
3	3,3	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4
4	5,0	5,0	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5
5	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,6
6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,1	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7
7	8,8	8,7	8,5	8,5	8,4	8,3	8,3	8,1	8,1	8,0	7,9	7,8
8	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1	9,0	9,0
9	11,3	11,2	10,0	10,9	10,8	10,7	10,6	10,4	10,4	10,3	10,2	10,1

Variac. en altura.	Intérvalo 9.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0	0.11,1	0.11,0	0.10,9	0.10,8	0.10,7	0.10,6	0.10,5	0.10,4	0.10,3	0.10,2	0.10,2	0.10,1
0.20	0.22,2	0.22,0	0.21,8	0.21,6	0.21,4	0.21,2	0.21,1	0.20,9	0.20,7	0.20,5	0.20,3	0.20,2
0.30	0.33,3	0.33,0	0.32,7	0.32,4	0.32,1	0.31,9	0.31,6	0.31,3	0.31,0	0.30,7	0.30,5	0.30,3
0.40	0.44,4	0.44,0	0.43,6	0.43,2	0.42,8	0.42,5	0.42,1	0.41,7	0.41,4	0.41,0	0.40,7	0.40,4
0.50	0.55,6	0.55,0	0.54,6	0.54,0	0.53,6	0.53,1	0.52,6	0.52,1	0.51,7	0.51,2	0.50,8	0.50,4
1. 0	1. 6,7	1. 6,1	1. 5,5	1. 4,9	1. 4,3	1. 3,7	1. 3,2	1. 2,6	1. 2,0	1. 1,5	1. 1,0	1. 0,5
1.10	1.17,8	1.17,1	1.16,4	1.15,7	1.15,0	1.14,3	1.13,7	1.13,0	1.12,4	1.11,7	1.11,2	1.10,6
1.20	1.28,9	1.28,1	1.27,3	1.26,5	1.25,7	1.25,0	1.24,2	1.23,4	1.22,7	1.22,0	1.21,4	1.20,7
1.30	1.40,0	1.39,1	1.38,2	1.37,3	1.36,4	1.35,6	1.34,8	1.33,9	1.33,1	1.32,3	1.31,5	1.30,8
1.40	1.51,1	1.50,1	1.49,1	1.48,1	1.47,1	1.46,2	1.45,3	1.44,3	1.43,4	1.42,5	1.41,7	1.40,8
1.50	2. 2,2	2. 1,1	2. 0,0	1.58,9	1.57,8	1.56,8	1.55,8	1.54,8	1.53,7	1.52,7	1.51,9	1.50,9
2. 0	2.13,3	2.12,1	2.10,9	2. 9,7	2. 8,5	2. 7,8	2. 6,4	2. 5,2	2. 4,1	2. 3,1	2. 2,0	2. 1,0
2.10	2.24,4	2.23,1	2.21,8	2.20,5	2.19,2	2.18,1	2.16,9	2.15,6	2.14,5	2.13,3	2.12,2	2.11,1
2.20					2.30,0	2.28,7	2.27,4	2.26,1	2.24,8	2.23,6	2.22,4	2.21,2
1'	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1,0
2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0
4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0
5	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1
6	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,3	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1
7	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,4	7,4	7,3	7,2	7,1	7,1	7,1
8	8,9	8,8	8,7	8,6	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,2	8,2	8,1
9	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,5	9,4	9,3	9,2	9,2	9,1

Variac en altura.	C. T. 4a											
	Intérvalo 10.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40	45s	50s	55s
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0..10	0..10,0	0..9,9	0..9,8	0..9,8	0..9,7	0..9,6	0..9,5	0..9,4	0..9,4	0..9,3	0..9,2	0..9,2
0..20	1..20,0	0..19,8	0..19,7	0..19,5	0..19,4	0..19,2	0..19,0	0..18,9	0..18,7	0..18,6	0..18,5	0..18,2
0..30	0..30,0	0..29,8	0..29,5	0..29,3	0..29,0	0..28,8	0..28,6	0..28,3	0..28,1	0..27,9	0..27,7	0..27,5
0..40	0..40,0	0..39,7	0..39,4	0..39,0	0..38,7	0..38,4	0..38,1	0..37,8	0..37,5	0..37,2	0..36,9	0..36,6
0..50	0..50,0	0..49,6	0..49,2	0..48,8	0..48,4	0..48,1	0..47,6	0..47,2	0..46,9	0..46,5	0..46,1	0..45,8
1..0	1..0,0	0..59,5	0..59,0	0..58,6	0..58,1	0..57,6	0..57,1	0..56,7	0..56,2	0..55,8	0..55,4	0..55,0
1..10	1..10,0	1..9,4	1..8,9	1..8,3	1..7,8	1..7,2	1..6,6	1..6,1	1..5,6	1..5,1	1..4,6	1..4,1
1..20	1..20,0	1..19,4	1..18,7	1..18,1	1..17,4	1..16,8	1..16,2	1..15,6	1..15,0	1..14,4	1..13,8	1..13,3
1..30	1..30,0	1..29,3	1..28,6	1..27,8	1..27,1	1..26,4	1..25,7	1..25,0	1..24,4	1..23,7	1..23,1	1..22,4
1..40	1..40,0	1..39,2	1..38,4	1..37,6	1..36,8	1..36,0	1..35,2	1..34,5	1..33,7	1..33,0	1..32,3	1..31,6
1..50	1..50,0	1..49,1	1..48,2	1..47,4	1..46,5	1..45,6	1..44,7	1..43,9	1..43,1	1..42,3	1..41,5	1..40,8
2..0	2..0,0	1..59,0	1..58,1	1..57,1	1..56,2	1..55,2	1..54,3	1..53,4	1..52,5	1..51,6	1..50,6	1..49,9
2..10	2..10,0	2..9,0	2..7,5	2..6,8	2..5,8	2..4,8	2..3,8	2..2,8	2..1,9	2..0,9	2..0,0	1..59,1
2..20	2..20,0	2..18,9	2..17,8	2..16,6	2..15,5	2..14,4	2..13,3	2..12,3	2..11,2	2..10,2	2..9,2	2..8,2
2..30	2..30,0	2..28,8	2..27,6	2..26,3	2..25,2	2..24,0	2..22,9	2..21,7	2..20,6	2..19,5	2..18,4	2..17,4
2..40									2..30,0	2..28,8	2..27,7	2..26,6
1'	1'0	1'0	1'0	1'0	1'0	1'0	1'0	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9
2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
3	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
4	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7
5	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6
6	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5
7	7,0	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,4
8	8,0	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4
9	9,0	8,9	8,8	8,8	8,7	8,6	8,6	8,5	8,5	8,4	8,3	8,3

Variac en altura.	Intérvalo 11.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0..10	0..9,1	0..9,0	0..9,0	0..8,9	0..8,8	0..8,8	0..8,7	0..8,6	0..8,6	0..8,5	0..8,5	0..8,4
0..20	0..18,2	0..18,0	0..17,9	0..17,8	0..17,6	0..17,5	0..17,4	0..17,3	0..17,1	0..17,0	0..16,9	0..16,8
0..30	0..27,3	0..27,1	0..26,9	0..26,7	0..26,5	0..26,3	0..26,1	0..25,9	0..25,7	0..25,5	0..25,4	0..25,2
0..40	0..36,4	0..36,1	0..35,8	0..35,6	0..35,3	0..35,0	0..34,8	0..34,5	0..34,3	0..34,0	0..33,8	0..33,6
0..50	0..45,5	0..45,1	0..44,8	0..44,4	0..44,1	0..43,8	0..43,5	0..43,2	0..42,8	0..42,5	0..42,2	0..41,9
1..0	0..54,5	0..54,1	0..53,7	0..53,3	0..52,9	0..52,6	0..52,2	0..51,8	0..51,4	0..51,1	0..50,7	0..50,3
1..10	1..3,6	1..3,2	1..2,7	1..2,2	1..1,7	1..1,3	1..0,9	1..0,4	1..0,0	0..59,6	0..59,1	0..58,7
1..20	1..12,7	1..12,2	1..11,6	1..11,1	1..10,6	1..10,1	1..9,6	1..9,1	1..8,6	1..8,1	1..7,6	1..7,1
1..30	1..21,8	1..21,2	1..20,6	1..20,0	1..19,4	1..18,8	1..18,3	1..17,7	1..17,1	1..16,6	1..16,0	1..15,5
1..40	1..30,9	1..30,2	1..29,6	1..28,9	1..28,2	1..27,6	1..26,9	1..26,3	1..25,7	1..25,1	1..24,5	1..23,9
1..50	1..40,0	1..39,3	1..38,5	1..37,8	1..37,0	1..36,4	1..35,6	1..35,0	1..34,3	1..33,6	1..32,9	1..32,3
2..0	1..49,1	1..48,3	1..47,5	1..46,7	1..45,8	1..45,1	1..44,3	1..43,6	1..42,8	1..42,1	1..41,4	1..40,7
2..10	1..58,2	1..57,3	1..56,5	1..55,6	1..54,7	1..53,9	1..53,0	1..52,3	1..51,4	1..50,6	1..49,8	1..49,1
2..20	2..7,3	2..6,3	2..5,4	2..4,5	2..3,5	2..2,6	2..1,7	2..0,9	2..0,0	1..59,1	1..58,3	1..57,5
2..30	2..16,4	2..15,3	2..14,3	2..13,3	2..12,4	2..11,4	2..10,4	2..9,5	2..8,5	2..7,6	2..6,7	2..5,8
2..40	2..25,5	2..24,4	2..23,3	2..22,2	2..21,2	2..20,2	2..19,1	2..18,1	2..17,1	2..16,2	2..15,2	2..14,2
2..50					2..20,0	2..28,9	2..27,8	2..26,8	2..25,7	2..24,7	2..23,7	2..22,6
1'	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'9	0'8
2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5
4	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2
6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0
7	6,4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9
8	7,3	7,2	7,2	7,1	7,0	7,0	7,0	6,9	6,9	6,8	6,8	6,7
9	8,2	8,1	8,1	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6

Variac. en altura.	C. T. 4.a											
	Intervalo 12.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0..10	0.. 8,3	0.. 8,3	0.. 8,2	0.. 8,2	0.. 8,1	0.. 8,1	0.. 8,0	0.. 7,9	0.. 7,9	0.. 7,8	0.. 7,8	0.. 7,7
0..20	0..16,7	0..16,6	0..16,4	0..16,3	0..16,2	0..16,1	0..16,0	0..15,9	0..15,8	0..15,7	0..15,6	0..15,5
0..30	0..25,0	0..24,8	0..24,7	0..24,5	0..24,3	0..24,2	0..24,0	0..23,8	0..23,7	0..23,5	0..23,4	0..23,2
0..40	0..33,3	0..33,1	0..32,9	0..32,6	0..32,4	0..32,2	0..32,0	0..31,8	0..31,6	0..31,4	0..31,2	0..31,0
0..50	0..41,7	0..41,4	0..41,1	0..40,8	0..40,6	0..40,3	0..40,0	0..39,7	0..39,5	0..39,2	0..39,0	0..38,7
1.. 0	0..50,0	0..49,7	0..49,3	0..49,0	0..48,7	0..48,3	0..48,0	0..47,7	0..47,4	0..47,1	0..46,8	0..46,5
1..10	0..58,3	0..57,9	0..57,5	0..57,1	0..56,8	0..56,4	0..56,0	0..55,6	0..55,3	0..54,9	0..54,6	0..54,2
1..20	1.. 6,6	1.. 6,2	1.. 5,8	1.. 5,3	1.. 4,9	1.. 4,4	1.. 4,0	1.. 3,6	1.. 3,2	1.. 2,8	1.. 2,4	1.. 1,9
1..30	1..15,0	1..14,5	1..14,0	1..13,5	1..13,0	1..12,5	1..12,0	1..11,5	1..11,1	1..10,6	1..10,2	1.. 9,7
1..40	1..23,3	1..22,8	1..22,2	1..21,6	1..21,1	1..20,5	1..20,0	1..19,5	1..18,9	1..18,5	1..18,0	1..17,4
1..50	1..31,6	1..31,0	1..30,4	1..29,8	1..29,2	1..28,6	1..28,0	1..27,4	1..26,8	1..26,3	1..25,7	1..25,2
2.. 0	1..40,0	1..39,3	1..38,6	1..38,0	1..37,3	1..36,7	1..36,0	1..35,4	1..34,7	1..34,2	1..33,5	1..32,9
2..10	1..48,3	1..47,6	1..46,9	1..46,1	1..45,4	1..44,7	1..44,0	1..43,3	1..42,6	1..42,0	1..41,3	1..40,6
2..20	1..56,6	1..55,9	1..55,1	1..54,3	1..53,5	1..52,8	1..52,0	1..51,3	1..50,5	1..49,8	1..49,1	1..48,4
2..30	2.. 5,0	2.. 4,1	2.. 3,3	2.. 2,4	2.. 1,6	2.. 0,8	2.. 0,0	1..59,2	1..58,4	1..57,7	1..56,9	1..56,1
2..40	2..13,3	2..12,4	2..11,5	2..10,6	2.. 9,8	2.. 8,9	2.. 8,0	2.. 7,2	2.. 6,3	2.. 5,5	2.. 4,7	2.. 3,9
2..50	2..21,7	2..20,7	2..19,7	2..18,8	2..17,8	2..16,9	2..16,0	2..15,1	2..14,2	2..13,4	2..12,5	2..11,6
3.. 0	2..30,0	2..29,0	2..28,0	2..26,9	2..25,9	2..25,0	2..24,0	2..23,0	2..22,1	2..21,2	2..20,3	2..19,4
3..10									2..23,0	2..22,0	2..21,0	2..20,1
1'	0'8	0'8	0'8	1'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8
2	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3
4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
5	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9
6	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6
7	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4
8	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2
9	7,5	7,5	7,4	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0	6,9

Variac. en altura.	Intervalo 13.m											
	0s	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s	50s	55s
0..10	0.. 7,7	0.. 7,6	0.. 7,6	0.. 7,5	0.. 7,5	0.. 7,5	0.. 7,4	0.. 7,4	0.. 7,3	0.. 7,3	0.. 7,2	0.. 7,2
0..20	0..15,4	0..15,3	0..15,2	0..15,1	0..15,0	0..14,9	0..14,8	0..14,7	0..14,6	0..14,5	0..14,5	0..14,4
0..30	0..23,1	0..22,9	0..22,8	0..22,6	0..22,5	0..22,4	0..22,2	0..22,1	0..22,0	0..21,8	0..21,7	0..21,6
0..40	0..30,8	0..30,6	0..30,4	0..30,2	0..30,0	0..29,8	0..29,6	0..29,5	0..29,3	0..29,1	0..28,9	0..28,7
0..50	0..38,5	0..38,2	0..38,0	0..37,7	0..37,5	0..37,3	0..37,0	0..36,8	0..36,6	0..36,3	0..36,1	0..36,0
1.. 0	0..46,2	0..45,9	0..45,6	0..45,3	0..45,0	0..44,7	0..44,4	0..44,2	0..43,9	0..43,6	0..43,4	0..43,2
1..10	0..53,9	0..53,5	0..53,2	0..52,8	0..52,5	0..52,2	0..51,8	0..51,5	0..51,2	0..50,9	0..50,6	0..50,3
1..20	1.. 1,6	1.. 1,2	1.. 0,8	1.. 0,4	1.. 0,0	0..59,6	0..59,3	0..58,9	0..58,5	0..58,2	0..57,8	0..57,5
1..30	1.. 9,3	1.. 8,8	1.. 8,4	1.. 7,9	1.. 7,5	1.. 7,1	1.. 6,7	1.. 6,3	1.. 5,9	1.. 5,4	1.. 5,1	1.. 4,7
1..40	1..17,0	1..16,4	1..15,9	1..15,5	1..15,0	1..14,5	1..14,1	1..13,6	1..13,2	1..12,7	1..12,3	1..11,8
1..50	1..24,7	1..24,1	1..23,5	1..23,0	1..22,5	1..22,0	1..21,5	1..21,0	1..20,5	1..20,0	1..19,5	1..19,0
2.. 0	1..32,3	1..31,7	1..31,1	1..30,6	1..30,0	1..29,4	1..28,9	1..28,3	1..27,8	1..27,2	1..26,8	1..26,2
2..10	1..40,0	1..39,4	1..38,7	1..38,1	1..37,5	1..36,9	1..36,3	1..35,7	1..35,1	1..34,5	1..34,0	1..33,4
2..20	1..47,7	1..47,0	1..46,3	1..45,7	1..45,0	1..44,3	1..43,7	1..43,1	1..42,4	1..41,8	1..41,2	1..40,6
2..30	1..55,4	1..54,6	1..53,9	1..53,2	1..52,5	1..51,8	1..51,1	1..50,4	1..49,8	1..49,0	1..48,4	1..47,8
2..40	2.. 3,1	2.. 2,3	2.. 1,5	2.. 0,8	2.. 0,0	1..59,2	1..58,5	1..57,8	1..57,1	1..56,3	1..55,7	1..55,0
2..50	2..10,8	2.. 9,9	2.. 9,1	2.. 8,3	2.. 7,5	2.. 6,7	2.. 5,9	2.. 5,2	2.. 4,4	2.. 3,6	2.. 2,9	2.. 2,1
3.. 0	2..18,5	2..17,6	2..16,7	2..15,9	2..15,0	2..14,2	2..13,3	2..12,5	2..11,7	2..10,9	2..10,1	2.. 9,3
3..10	2..26,2	2..25,2	2..24,3	2..23,4	2..22,5	2..21,6	2..20,7	2..19,9	2..19,0	2..18,1	2..17,4	2..16,5
3..20					2..23,0	2..22,1	2..21,2	2..20,3	2..19,4	2..18,5	2..17,6	2..16,7
1'	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'8	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7
2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
4	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9
5	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6
6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3
7	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0
8	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8
9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5

Var.n en altura.	C. T. 4-a												Intérvalo 14m.	
	os	5s	1os	15s	2os	25s	3os	35s	4os	45s	5os	55s	15m.os	
0..10	0.. 7,1	0.. 7,1	0.. 7,1	0.. 7,0	0.. 7,0	0.. 6,9	0.. 6,9	0.. 6,9	0.. 6,8	0.. 6,8	0.. 6,7	0.. 6,7	0.. 6,7	
0..20	0..14,3	0..14,2	0..14,1	0..14,0	0..14,0	0..13,9	0..13,8	0..13,7	0..13,6	0..13,6	0..13,5	0..13,4	0..13,3	
0..30	0..21,4	0..21,3	0..21,2	0..21,1	0..20,9	0..20,8	0..20,7	0..20,6	0..20,5	0..20,3	0..20,2	0..20,1	0..20,0	
0..40	0..28,6	0..28,4	0..28,2	0..28,1	0..27,9	0..27,7	0..27,6	0..27,4	0..27,3	0..27,1	0..27,0	0..26,8	0..26,7	
0..50	0..35,7	0..35,5	0..35,3	0..35,1	0..34,9	0..34,7	0..34,5	0..34,3	0..34,1	0..33,9	0..33,7	0..33,5	0..33,3	
1.. 0	0..42,9	0..42,6	0..42,4	0..42,1	0..41,9	0..41,6	0..41,4	0..41,1	0..40,9	0..40,7	0..40,4	0..40,2	0..40,0	
1..10	0..50,0	0..49,7	0..49,4	0..49,1	0..48,8	0..48,6	0..48,3	0..48,0	0..47,7	0..47,5	0..47,2	0..46,9	0..46,7	
1..20	0..57,1	0..56,8	0..56,5	0..56,1	0..55,8	0..55,5	0..55,2	0..54,9	0..54,6	0..54,2	0..53,9	0..53,6	0..53,3	
1..30	1.. 4,3	1.. 3,9	1.. 3,5	1.. 3,2	1.. 2,8	1.. 2,4	1.. 2,1	1.. 1,7	1.. 1,4	1.. 1,0	1.. 0,7	1.. 0,3	1.. 0,0	
1..40	1..11,4	1..11,0	1..10,6	1..10,2	1.. 9,8	1.. 9,4	1.. 9,0	1.. 8,6	1.. 8,2	1.. 7,8	1.. 7,4	1.. 7,0	1.. 6,7	
1.. 0	1..18,6	1..18,1	1..17,7	1..17,2	1..16,8	1..16,3	1..15,9	1..15,4	1..15,0	1..14,6	1..14,1	1..13,7	1..13,3	
2.. 0	1..25,7	1..25,2	1..24,7	1..24,2	1..23,7	1..23,2	1..22,8	1..22,3	1..21,8	1..21,4	1..20,9	1..20,4	1..20,0	
2..10	1..32,9	1..32,3	1..31,8	1..31,2	1..30,7	1..30,2	1..29,7	1..29,1	1..28,7	1..28,1	1..27,6	1..27,2	1..26,7	
2..20	1..40,0	1..39,4	1..38,8	1..38,2	1..37,7	1..37,1	1..36,6	1..36,0	1..35,5	1..34,9	1..34,4	1..33,9	1..33,3	
2..30	1..47,1	1..46,5	1..45,9	1..45,3	1..44,7	1..44,0	1..43,5	1..42,9	1..42,3	1..41,7	1..41,1	1..40,6	1..40,0	
2..40	1..54,3	1..53,6	1..53,0	1..52,3	1..51,6	1..51,0	1..50,4	1..49,7	1..49,1	1..48,5	1..47,8	1..47,3	1..46,7	
2..50	2.. 1,4	2.. 0,7	2.. 0,0	1..59,3	1..58,6	1..57,9	1..57,2	1..56,6	1..55,9	1..55,3	1..54,6	1..54,0	1..53,3	
3.. 0	2.. 8,6	2.. 7,8	2.. 7,1	2.. 6,3	2.. 5,6	2.. 4,8	2.. 4,1	2.. 3,4	2.. 2,8	2.. 2,0	2.. 1,3	2.. 0,7	2.. 0,0	
3..10	2..15,7	2..14,9	2..14,1	2..13,3	2..12,6	2..11,8	2..11,0	2..10,3	2.. 9,6	2.. 8,8	2.. 8,1	2.. 7,4	2.. 6,7	
3..20	2..22,9	2..22,0	2..21,2	2..20,3	2..19,5	2..18,7	2..17,9	2..17,1	2..16,4	2..15,6	2..14,8	2..14,1	2..13,3	
3..30	2..30,0	2..29,1	2..28,2	2..27,4	2..26,5	2..25,7	2..24,8	2..24,0	2..23,2	2..22,4	2..21,5	2..20,8	2..20,0	
3..40									2..30,0	2..29,2	2..28,3	2..27,5	2..26,7	
1'	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	0'7	
2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
3	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	
5	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
6	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	
7	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	
8	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	
9	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	

0..10	0.. 7,1	0.. 7,1	0.. 7,1	0.. 7,0	0.. 7,0	0.. 6,9	0.. 6,9	0.. 6,9	0.. 6,8	0.. 6,8	0.. 6,7	0.. 6,7	0.. 6,7
0..20	0..14,3	0..14,2	0..14,1	0..14,0	0..14,0	0..13,9	0..13,8	0..13,7	0..13,6	0..13,6	0..13,5	0..13,4	0..13,3
0..30	0..21,4	0..21,3	0..21,2	0..21,1	0..20,9	0..20,8	0..20,7	0..20,6	0..20,5	0..20,3	0..20,2	0..20,1	0..20,0
0..40	0..28,6	0..28,4	0..28,2	0..28,1	0..27,9	0..27,7	0..27,6	0..27,4	0..27,3	0..27,1	0..27,0	0..26,8	0..26,7
0..50	0..35,7	0..35,5	0..35,3	0..35,1	0..34,9	0..34,7	0..34,5	0..34,3	0..34,1	0..33,9	0..33,7	0..33,5	0..33,3
1.. 0	0..42,9	0..42,6	0..42,4	0..42,1	0..41,9	0..41,6	0..41,4	0..41,1	0..40,9	0..40,7	0..40,4	0..40,2	0..40,0
1..10	0..50,0	0..49,7	0..49,4	0..49,1	0..48,8	0..48,6	0..48,3	0..48,0	0..47,7	0..47,5	0..47,2	0..46,9	0..46,7
1..20	0..57,1	0..56,8	0..56,5	0..56,1	0..55,8	0..55,5	0..55,2	0..54,9	0..54,6	0..54,2	0..53,9	0..53,6	0..53,3
1..30	1.. 4,3	1.. 3,9	1.. 3,5	1.. 3,2	1.. 2,8	1.. 2,4	1.. 2,1	1.. 1,7	1.. 1,4	1.. 1,0	1.. 0,7	1.. 0,3	1.. 0,0
1..40	1..11,4	1..11,0	1..10,6	1..10,2	1.. 9,8	1.. 9,4	1.. 9,0	1.. 8,6	1.. 8,2	1.. 7,8	1.. 7,4	1.. 7,0	1.. 6,7
1.. 0	1..18,6	1..18,1	1..17,7	1..17,2	1..16,8	1..16,3	1..15,9	1..15,4	1..15,0	1..14,6	1..14,1	1..13,7	1..13,3
2.. 0	1..25,7	1..25,2	1..24,7	1..24,2	1..23,7	1..23,2	1..22,8	1..22,3	1..21,8	1..21,4	1..20,9	1..20,4	1..20,0
2..10	1..32,9	1..32,3	1..31,8	1..31,2	1..30,7	1..30,2	1..29,7	1..29,1	1..28,7	1..28,1	1..27,6	1..27,2	1..26,7
2..20	1..40,0	1..39,4	1..38,8	1..38,2	1..37,7	1..37,1	1..36,6	1..36,0	1..35,5	1..34,9	1..34,4	1..33,9	1..33,3
2..30	1..47,1	1..46,5	1..45,9	1..45,3	1..44,7	1..44,0	1..43,5	1..42,9	1..42,3	1..41,7	1..41,1	1..40,6	1..40,0
2..40	1..54,3	1..53,6	1..53,0	1..52,3	1..51,6	1..51,0	1..50,4	1..49,7	1..49,1	1..48,5	1..47,8	1..47,3	1..46,7
2..50	2.. 1,4	2.. 0,7	2.. 0,0	1..59,3	1..58,6	1..57,9	1..57,2	1..56,6	1..55,9	1..55,3	1..54,6	1..54,0	1..53,3
3.. 0	2.. 8,6	2.. 7,8	2.. 7,1	2.. 6,3	2.. 5,6	2.. 4,8	2.. 4,1	2.. 3,4	2.. 2,8	2.. 2,0	2.. 1,3	2.. 0,7	2.. 0,0
3..10	2..15,7	2..14,9	2..14,1	2..13,3	2..12,6	2..11,8	2..11,0	2..10,3	2.. 9,6	2.. 8,8	2.. 8,1	2.. 7,4	2.. 6,7
3..20	2..22,9	2..22,0	2..21,2	2..20,3	2..19,5	2..18,7	2..17,9	2..17,1	2..16,4	2..15,6	2..14,8	2..14,1	2..13,3
3..30	2..30,0	2..29,1	2..28,2	2..27,4	2..26,5	2..25,7	2..24,8	2..24,0	2..23,2	2..22,4	2..21,5	2..20,8	2..20,0
3..40									2..30,0	2..29,2	2..28,3	2..27,5	2..26,7

TABLA 5.a

Para reducir la variacion en altura perteneciente al intervalo de rom.

Var.n en altura.	Intervalo.													
	1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	6m.	7m.	8m.	9m.	10m.	11m.	12m.	13m.	14m.
0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /
0..10	0..1	0..2	0..3	0..4	0..5	0..6	0..7	0..8	0..9	0..10	0..11	0..12	0..13	0..14
0..20	0..2	0..4	0..6	0..8	0..10	0..12	0..14	0..16	0..18	0..20	0..22	0..24	0..26	0..28
0..30	0..3	0..6	0..9	0..12	0..15	0..18	0..21	0..24	0..27	0..30	0..33	0..36	0..39	0..42
0..40	0..4	0..8	0..12	0..16	0..20	0..24	0..28	0..32	0..36	0..40	0..44	0..48	0..52	0..56
0..50	0..5	0..10	0..15	0..20	0..25	0..30	0..35	0..40	0..45	0..50	0..55	0..60	0..65	0..70
1..0	0..6	0..12	0..18	0..24	0..30	0..36	0..42	0..48	0..54	1..0	1..6	1..12	1..18	1..24
1..10	0..7	0..14	0..21	0..28	0..35	0..42	0..49	0..56	1..3	1..20	1..17	1..24	1..31	1..38
1..20	0..8	0..16	0..24	0..32	0..40	0..48	0..56	1..4	1..12	1..20	1..28	1..36	1..44	1..52
1..30	0..9	0..18	0..27	0..36	0..45	0..54	1..3	1..12	1..21	1..30	1..39	1..48	1..57	2..6
1..40	0..10	0..20	0..30	0..40	0..50	1..0	1..10	1..20	1..30	1..40	1..50	2..0	2..10	2..20
1..50	0..11	0..22	0..33	0..44	0..55	1..6	1..17	1..28	1..39	1..50	2..1	2..12	2..23	2..34
2..0	0..12	0..24	0..36	0..48	1..0	1..12	1..24	1..36	1..48	2..0	2..12	2..24	2..36	2..48
2..10	0..13	0..26	0..39	0..52	1..5	1..18	1..31	1..44	1..57	2..10	2..23	2..36	2..49	3..2
2..20	0..14	0..28	0..42	0..56	1..10	1..24	1..38	1..52	2..6	2..20	2..34	2..48	3..2	3..16
2..30	0..15	0..30	0..45	1..0	1..15	1..30	1..45	2..0	2..15	2..30	2..45	3..0	3..15	3..30
0'25	0'0	0'1	0'1	0'1	0'1	0'2	0'2	0'2	0'2	0'3	0'3	0'3	0'3	0'4
0'5	0'1	0'1	0'2	0'2	0'3	0'3	0'4	0'4	0'5	0'5	0'6	0'6	0'7	0'7
0'75	0'1	0'2	0'2	0'3	0'4	0'5	0'5	0'6	0'7	0'8	0'8	0'9	1'0	1'1
1'	0'1	0'2	0'3	0'4	0'5	0'6	0'7	0'8	0'9	1'0	1'1	1'2	1'3	1'4
1'25	0'1	0'3	0'4	0'5	0'6	0'8	0'9	1'0	1'1	1'2	1'3	1'5	1'7	1'8
1'5	0'2	0'3	0'5	0'6	0'8	0'9	1'1	1'2	1'4	1'5	1'7	1'8	2'0	2'1
1'75	0'2	0'4	0'5	0'7	0'9	1'1	1'2	1'4	1'6	1'8	1'9	2'1	2'3	2'5
2'	0'2	0'4	0'6	0'8	1'0	1'2	1'4	1'6	1'8	2'0	2'2	2'4	2'6	2'8
2'25	0'2	0'5	0'7	0'9	1'1	1'4	1'6	1'8	2'0	2'3	2'5	2'7	3'0	3'2
2'5	0'3	0'5	0'8	1'0	1'3	1'5	1'8	2'0	2'3	2'5	2'8	3'0	3'3	3'5
2'75	0'3	0'6	0'8	1'1	1'4	1'7	1'9	2'2	2'5	2'8	3'0	3'3	3'6	3'9
3'	0'3	0'6	0'9	1'2	1'5	1'8	2'1	2'4	2'7	3'0	3'3	3'6	3'9	4'2
3'25	0'3	0'7	1'0	1'3	1'6	2'0	2'3	2'6	2'9	3'3	3'6	3'9	4'3	4'6
3'5	0'4	0'7	1'1	1'4	1'8	2'1	2'5	2'8	3'2	3'5	3'9	4'2	4'6	4'9
3'75	0'4	0'8	1'1	1'5	1'9	2'3	2'6	3'0	3'4	3'8	4'1	4'5	4'9	5'3
4'	0'4	0'8	1'2	1'6	2'0	2'4	2'8	3'2	3'6	4'0	4'4	4'8	5'2	5'6
4'25	0'4	0'9	1'3	1'7	2'1	2'6	3'0	3'4	3'8	4'3	4'7	5'1	5'6	6'0
4'5	0'5	0'9	1'4	1'8	2'3	2'7	3'2	3'6	4'1	4'5	5'0	5'4	5'9	6'3
4'75	0'5	1'0	1'4	1'9	2'4	2'9	3'3	3'8	4'3	4'8	5'2	5'7	6'2	6'7
5'	0'5	1'0	1'5	2'0	2'5	3'0	3'5	4'0	4'5	5'0	5'5	6'0	6'5	7'0
5'25	0'5	1'1	1'6	2'1	2'6	3'2	3'7	4'2	4'7	5'3	5'8	6'3	6'8	7'4
5'5	0'6	1'1	1'7	2'2	2'8	3'3	3'9	4'4	5'0	5'5	6'1	6'6	7'1	7'7
5'75	0'6	1'2	1'7	2'3	2'9	3'5	4'0	4'6	5'2	5'8	6'3	6'9	7'5	8'1
6'	0'6	1'2	1'8	2'4	3'0	3'6	4'2	4'8	5'4	6'0	6'6	7'2	7'8	8'4
6'25	0'6	1'3	1'9	2'5	3'1	3'8	4'4	5'0	5'6	6'3	6'9	7'5	8'2	8'8
6'5	0'7	1'3	2'0	2'6	3'3	3'9	4'6	5'2	5'9	6'5	7'2	7'8	8'5	9'1
6'75	0'7	1'4	2'0	2'7	3'4	4'1	4'7	5'4	6'1	6'8	7'4	8'1	8'8	9'5
7'	0'7	1'4	2'1	2'8	3'5	4'2	4'9	5'6	6'3	7'0	7'7	8'4	9'1	9'8
7'25	0'7	1'5	2'2	2'9	3'6	4'4	5'1	5'8	6'5	7'3	8'0	8'7	9'5	10'2
7'5	0'8	1'5	2'3	3'0	3'8	4'5	5'3	6'0	6'8	7'5	8'3	9'0	9'8	10'5
7'75	0'8	1'6	2'3	3'1	3'9	4'7	5'4	6'2	7'0	7'8	8'5	9'3	10'1	10'9
8'	0'8	1'6	2'4	3'2	4'0	4'8	5'6	6'4	7'2	8'0	8'8	9'6	10'4	11'2
8'25	0'8	1'7	2'5	3'3	4'1	5'0	5'8	6'6	7'4	8'3	9'1	9'9	10'8	11'6
8'5	0'9	1'7	2'6	3'4	4'3	5'1	6'0	6'8	7'7	8'5	9'4	10'2	11'1	11'9
8'75	0'9	1'8	2'6	3'5	4'4	5'3	6'1	7'0	7'9	8'8	9'6	10'5	11'4	12'3
9'	0'9	1'8	2'7	3'6	4'5	5'4	6'3	7'2	8'1	9'0	9'9	10'8	11'7	12'6
9'25	0'9	1'9	2'8	3'7	4'6	5'6	6'5	7'4	8'3	9'3	10'2	11'1	12'1	13'0
9'5	1'0	1'9	2'9	3'8	4'8	5'7	6'7	7'6	8'6	9'5	10'5	11'4	12'4	13'3
9'75	1'0	2'0	2'9	3'9	4'9	5'9	6'8	7'8	8'8	9'8	10'7	11'7	12'7	13'7

á la que corresponde á qualquier otro.

Var. en altur.	Intervale.																		
	3s.	6s.	9s.	12s.	15s.	18s.	21s.	24s.	27s.	30s.	33s.	36s.	39s.	42s.	45s.	48s.	51s.	54s.	57s.
0..10	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
0..20	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
0..30	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8
0..40	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
0..50	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,7
1..0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7
1..10	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6	5,9	6,3	6,6
1..20	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6
1..30	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5
1..40	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
1..50	0,5	1,1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,2	8,9	9,3	9,9	10,4
2..0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4
2..10	0,6	1,3	1,9	2,6	3,2	3,9	4,5	5,2	5,9	6,5	7,1	7,8	8,4	9,1	9,7	10,4	11,0	11,7	12,3
2..20	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3
2..30	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,7	10,5	11,2	12,0	12,7	13,5	14,2
1'	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
6	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
8	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
9	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9

Tabla 6.a

Para reducir la variación de la distancia lunar correspondiente

Var. en dist. en 2m.	1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	6m.	7m.	8m.	9m.	10m.	11m.	12m.	13m.	14m.	15m.	16m.	17m.	18m.
4. 0	0.12	0.24	0.36	0.48	1.00	1.12	1.24	1.36	1.48	2.00	2.12	2.24	2.36	2.48	3.00	3.12	3.24	3.36
10	0.12	0.25	0.37	0.50	1.01	1.15	1.27	1.40	1.52	2.05	2.17	2.30	2.42	2.55	3.07	3.20	3.32	3.45
20	0.13	0.26	0.39	0.52	1.02	1.18	1.31	1.44	1.57	2.10	2.23	2.36	2.49	2.62	3.15	3.28	3.41	3.54
30	0.13	0.27	0.40	0.54	1.03	1.21	1.34	1.48	1.61	2.15	2.28	2.41	2.55	2.68	3.22	3.36	3.49	3.63
40	0.14	0.28	0.42	0.56	1.04	1.24	1.38	1.52	1.66	2.20	2.34	2.48	2.62	2.76	3.30	3.44	3.58	3.72
50	0.14	0.29	0.43	0.58	1.05	1.27	1.41	1.56	1.70	2.25	2.39	2.54	2.68	2.82	3.37	3.52	3.66	3.81
5. 0	0.15	0.30	0.45	1.00	1.15	1.30	1.45	2.00	2.15	2.30	2.45	3.00	3.15	3.30	3.45	4.00	4.15	4.30
10	0.15	0.31	0.46	1.01	1.17	1.33	1.48	2.04	2.19	2.35	2.50	3.05	3.20	3.35	3.50	4.05	4.20	4.35
20	0.16	0.32	0.48	1.04	1.20	1.36	1.52	2.08	2.24	2.40	2.56	3.12	3.28	3.44	4.00	4.16	4.32	4.48
30	0.16	0.33	0.49	1.06	1.22	1.39	1.55	2.12	2.28	2.45	2.61	3.18	3.34	3.51	4.07	4.24	4.40	4.57
40	0.17	0.34	0.51	1.08	1.25	1.42	1.59	2.16	2.33	2.50	2.67	3.24	3.41	3.58	4.15	4.32	4.49	4.66
50	0.17	0.35	0.52	1.10	1.27	1.45	1.62	2.20	2.37	2.55	2.72	3.30	3.47	3.64	4.22	4.40	4.57	4.74
6. 0	0.18	0.36	0.54	1.12	1.30	1.48	1.66	2.24	2.42	2.60	2.78	3.36	3.54	3.72	4.30	4.48	4.66	4.84
10	0.18	0.37	0.55	1.14	1.32	1.51	1.70	2.28	2.46	2.64	2.82	3.42	3.60	3.78	4.38	4.56	4.74	4.92
20	0.19	0.38	0.57	1.16	1.35	1.54	1.74	2.32	2.50	2.68	2.86	3.46	3.64	3.82	4.42	4.60	4.78	4.96
30	0.19	0.39	0.58	1.18	1.37	1.57	1.78	2.36	2.54	2.72	2.90	3.50	3.68	3.86	4.46	4.64	4.82	5.00
40	0.20	0.40	1.00	1.20	1.40	2.00	2.20	2.40	2.60	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.20	4.40	4.60	4.80
50	0.20	0.41	1.01	1.22	1.42	2.02	2.22	2.42	2.62	3.02	3.22	3.42	3.62	3.82	4.22	4.42	4.62	4.82
7. 0	0.21	0.42	1.03	1.24	1.45	2.04	2.25	2.45	2.65	3.05	3.25	3.45	3.65	3.85	4.25	4.45	4.65	4.85
10	0.21	0.43	1.04	1.26	1.47	2.06	2.27	2.47	2.67	3.07	3.27	3.47	3.67	3.87	4.27	4.47	4.67	4.87
20	0.22	0.44	1.06	1.28	1.50	2.10	2.31	2.51	2.71	3.11	3.31	3.51	3.71	3.91	4.31	4.51	4.71	4.91
30	0.22	0.45	1.07	1.30	1.52	2.12	2.33	2.53	2.73	3.13	3.33	3.53	3.73	3.93	4.33	4.53	4.73	4.93
40	0.23	0.46	1.09	1.32	1.55	2.16	2.37	2.57	2.77	3.17	3.37	3.57	3.77	3.97	4.37	4.57	4.77	4.97
50	0.23	0.47	1.10	1.34	1.57	2.18	2.39	2.59	2.79	3.19	3.39	3.59	3.79	3.99	4.39	4.59	4.79	4.99
8. 0	0.24	0.48	1.12	1.36	1.60	2.22	2.43	2.63	2.83	3.23	3.43	3.63	3.83	4.03	4.43	4.63	4.83	5.03
10	0.24	0.49	1.14	1.38	1.62	2.24	2.45	2.65	2.85	3.25	3.45	3.65	3.85	4.05	4.45	4.65	4.85	5.05
20	0.25	0.50	1.16	1.40	1.64	2.26	2.47	2.67	2.87	3.27	3.47	3.67	3.87	4.07	4.47	4.67	4.87	5.07
30	0.25	0.51	1.18	1.42	1.66	2.28	2.49	2.69	2.89	3.29	3.49	3.69	3.89	4.09	4.49	4.69	4.89	5.09
40	0.26	0.52	1.20	1.44	1.68	2.30	2.51	2.71	2.91	3.31	3.51	3.71	3.91	4.11	4.51	4.71	4.91	5.11
50	0.26	0.53	1.22	1.46	1.70	2.32	2.53	2.73	2.93	3.33	3.53	3.73	3.93	4.13	4.53	4.73	4.93	5.13
9. 0	0.27	0.54	1.24	1.48	1.72	2.34	2.55	2.75	2.95	3.35	3.55	3.75	3.95	4.15	4.55	4.75	4.95	5.15
10	0.27	0.55	1.26	1.50	1.74	2.36	2.57	2.77	2.97	3.37	3.57	3.77	3.97	4.17	4.57	4.77	4.97	5.17
20	0.28	0.56	1.28	1.52	1.76	2.38	2.59	2.79	2.99	3.39	3.59	3.79	3.99	4.19	4.59	4.79	4.99	5.19
30	0.28	0.57	1.30	1.54	1.78	2.40	2.61	2.81	3.01	3.41	3.61	3.81	4.01	4.21	4.61	4.81	5.01	5.21
40	0.29	0.58	1.32	1.56	1.80	2.42	2.63	2.83	3.03	3.43	3.63	3.83	4.03	4.23	4.63	4.83	5.03	5.23
50	0.29	0.59	1.34	1.58	1.82	2.44	2.65	2.85	3.05	3.45	3.65	3.85	4.05	4.25	4.65	4.85	5.05	5.25
10. 0	0.30	1.00	1.36	2.00	2.30	3.00	3.30	4.00	4.30	5.00	5.30	6.00	6.30	7.00	7.30	8.00	8.30	9.00
10	0.30	1.01	1.38	2.02	2.32	3.02	3.32	4.02	4.32	5.02	5.32	6.02	6.32	7.02	7.32	8.02	8.32	9.02
20	0.31	1.02	1.40	2.04	2.34	3.04	3.34	4.04	4.34	5.04	5.34	6.04	6.34	7.04	7.34	8.04	8.34	9.04
30	0.31	1.03	1.42	2.06	2.36	3.06	3.36	4.06	4.36	5.06	5.36	6.06	6.36	7.06	7.36	8.06	8.36	9.06
40	0.32	1.04	1.44	2.08	2.38	3.08	3.38	4.08	4.38	5.08	5.38	6.08	6.38	7.08	7.38	8.08	8.38	9.08
50	0.32	1.05	1.46	2.10	2.40	3.10	3.40	4.10	4.40	5.10	5.40	6.10	6.40	7.10	7.40	8.10	8.40	9.10
11. 0	0.33	1.06	1.48	2.12	2.42	3.12	3.42	4.12	4.42	5.12	5.42	6.12	6.42	7.12	7.42	8.12	8.42	9.12
10	0.33	1.07	1.50	2.14	2.44	3.14	3.44	4.14	4.44	5.14	5.44	6.14	6.44	7.14	7.44	8.14	8.44	9.14
20	0.34	1.08	1.52	2.16	2.46	3.16	3.46	4.16	4.46	5.16	5.46	6.16	6.46	7.16	7.46	8.16	8.46	9.16
30	0.34	1.09	1.54	2.18	2.48	3.18	3.48	4.18	4.48	5.18	5.48	6.18	6.48	7.18	7.48	8.18	8.48	9.18
40	0.35	1.10	1.56	2.20	2.50	3.20	3.50	4.20	4.50	5.20	5.50	6.20	6.50	7.20	7.50	8.20	8.50	9.20
50	0.35	1.11	1.58	2.22	2.52	3.22	3.52	4.22	4.52	5.22	5.52	6.22	6.52	7.22	7.52	8.22	8.52	9.22
12. 0	0.36	1.12	1.60	2.24	2.54	3.24	3.54	4.24	4.54	5.24	5.54	6.24	6.54	7.24	7.54	8.24	8.54	9.24
1"							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

TABLA 7.^a

para averiguar el influxo que una pequeña diferencia en la distancia lunar produce en la longitud.

3. 3. 4. 4. 4.	de ist. en m.	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	20''	30''
5.. 0	1.. 0	2.. 0	3.. 0	4.. 0	5.. 0	6.. 0	7.. 0	8.. 0	9.. 0	10.. 0	20.. 0	30.. 0	
5	0..59	1..58	2..57	3..56	4..55	5..54	6..53	7..52	8..51	9..50	19..41	29..31	
10	0..58	1..56	2..54	3..52	4..50	5..49	6..47	7..45	8..43	9..41	19..21	29.. 2	
15	0..57	1..54	2..51	3..48	4..45	5..43	6..40	7..37	8..34	9..31	19.. 3	29..34	
20	0..56	1..52	2..49	3..45	4..41	5..37	6..33	7..30	8..26	9..22	18..45	28.. 7	
25	0..55	1..51	2..46	3..42	4..37	5..32	6..28	7..23	8..19	9..14	18..27	27..41	
30	0..54	1..49	2..43	3..38	4..32	5..27	6..21	7..16	8..10	9.. 5	18..11	27..10	
35	0..54	1..47	2..41	3..35	4..28	5..22	6..16	7..10	8.. 3	8..57	17..55	26..52	
40	0..53	1..46	2..39	3..32	4..24	5..17	6..10	7.. 3	7..50	8..49	17..39	26..26	
45	0..52	1..44	2..37	3..29	4..21	5..13	6.. 5	6..58	7..50	8..42	17..23	26.. 5	
50	0..51	1..43	2..34	3..26	4..17	5.. 8	6.. 0	6..51	7..43	8..34	17.. 9	25..43	
55	0..51	1..41	2..32	3..23	4..13	5.. 4	5..55	6..46	7..36	8..27	16..54	25..21	
6.. 0	0..50	1..40	2..30	3..20	4..10	5.. 0	5..50	6..40	7..30	8..20	16..40	25.. 0	
5	0..49	1..39	2..28	3..17	4.. 6	4..56	5..45	6..34	7..24	8..13	16..26	24..39	
10	0..49	1..37	2..26	3..14	4.. 3	4..52	5..40	6..29	7..17	8.. 6	16..13	24..19	
15	0..48	1..36	2..24	3..12	4.. 0	4..48	5..36	6..24	7..12	8.. 0	16.. 0	24.. 0	
20	0..47	1..35	2..22	3.. 9	3..56	4..44	5..31	6..18	7.. 6	7..53	15..48	23..41	
25	0..47	1..34	2..20	3.. 7	3..54	4..41	5..28	6..14	7.. 1	7..48	15..35	23..23	
30	0..46	1..32	2..19	3.. 5	3..51	4..37	5..23	6..10	6..56	7..42	15..23	23.. 5	
35	0..46	1..31	2..17	3.. 2	3..48	4..34	5..19	6.. 5	6..50	7..36	15..11	22..47	
40	0..45	1..30	2..15	3.. 0	3..45	4..30	5..15	6.. 0	6..45	7..30	15.. 0	22..36	
45	0..44	1..29	2..13	2..58	3..42	4..26	5..11	5..55	6..40	7..24	14..49	22..13	
50	0..44	1..28	2..12	2..56	3..39	4..23	5.. 7	5..5	6..35	7..19	14..36	21..57	
55	0..43	1..27	2..10	2..54	3..37	4..20	5.. 4	5..47	6..31	7..14	14..27	21..41	
7.. 0	0..43	1..20	2.. 9	2..52	3..34	4..17	5.. 0	5..43	6..20	7.. 9	14..17	21..20	
5	0..42	1..25	2.. 7	2..50	3..32	4..14	4..57	5..39	6..22	7.. 4	14.. 7	21..11	
10	0..42	1..24	2.. 6	2..48	3..29	4..11	4..53	5..35	6..17	6..59	13..57	20..56	
15	0..41	1..23	2.. 4	2..46	3..27	4.. 8	4..50	5..31	6..13	6..54	13..48	20..42	
20	0..41	1..22	2.. 3	2..44	3..24	4.. 5	4..46	5..27	6.. 8	6..49	13..38	20..27	
25	0..40	1..21	2.. 1	2..42	3..22	4.. 3	4..43	5..24	6.. 4	6..45	13..29	20..14	
30	0..40	1..20	2.. 0	2..40	3..20	4.. 0	4..40	5..20	6.. 0	6..40	13..20	20.. 0	
35	0..40	1..19	1..59	2..38	3..18	3..58	4..37	5..17	5..56	6..36	13..11	19..47	
40	0..39	1..18	1..57	2..36	3..15	3..55	4..34	5..13	5..52	6..31	13.. 3	19..34	
45	0..39	1..17	1..56	2..35	3..13	3..52	4..31	5..10	5..48	6..27	12..54	19..21	
50	0..38	1..16	1..55	2..33	3..11	3..50	4..28	5.. 6	5..45	6..23	12..46	19.. 9	
55	0..38	1..15	1..54	2..32	3.. 9	3..47	4..25	5.. 3	5..41	6..19	12..38	18..57	
8.. 0	0..37	1..15	1..52	2..30	3.. 7	3..45	4..22	5.. 0	5..37	6..15	12..30	18..41	
5	0..37	1..14	1..51	2..28	3.. 5	3..43	4..20	4..57	5..34	6..11	12..22	18..30	
10	0..37	1..13	1..50	2..27	3.. 3	3..40	4..17	4..54	5..30	6.. 7	12..15	18..22	
15	0..36	1..13	1..49	2..26	3.. 2	3..38	4..15	4..51	5..28	6.. 4	12.. 7	18..11	
20	0..36	1..12	1..48	2..24	3.. 0	3..36	4..12	4..48	5..24	6.. 0	12.. 0	18.. 0	
25	0..36	1..11	1..47	2..22	2..58	3..34	4.. 9	4..45	5..20	5..56	11..53	17..49	
30	0..35	1..11	1..46	2..21	2..56	3..32	4.. 7	4..42	5..18	5..53	11..46	17..39	
35	0..35	1..10	1..45	2..20	2..55	3..30	4.. 5	4..40	5..15	5..50	11..39	17..29	
40	0..35	1.. 9	1..44	2..18	2..53	3..28	4.. 2	4..37	5..11	5..46	11..31	17..19	
45	0..34	1.. 9	1..43	2..17	2..51	3..26	4.. 0	4..34	5.. 9	5..43	11..26	17.. 9	
50	0..34	1.. 8	1..42	2..16	2..50	3..24	3..58	4..32	5.. 6	5..40	11..19	16..59	
55	0..34	1.. 7	1..41	2..14	2..48	3..22	3..55	4..29	5.. 2	5..37	11..13	16..49	

19m.	20m.	21m.	22m.	23m.	24m.	25m.	26m.	27m.	28m.	29m.	30m.	Var. en dist. en 20m.	3s.	6s.	9s.	12s.	15s.	18s.	21s.	24s.	27s.	30s.	33s.	36s.	39s.	42s.	45s.	48s.	51s.	54s.	57s.		
3..48	4..0	4..12	4..24	4..36	4..48	5..0	5..12	5..24	5..36	5..48	6..0	4..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
3..57	4..10	4..22	4..34	4..47	5..0	5..12	5..25	5..38	5..51	6..4	6..17	6..30	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4..4	4..20	4..33	4..46	4..59	5..12	5..25	5..38	5..51	6..4	6..18	6..31	6..45	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4..16	4..30	4..48	4..57	5..10	5..24	5..37	5..51	6..4	6..18	6..32	6..46	7..0	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4..26	4..40	4..54	5..8	5..22	5..36	5..50	6..4	6..18	6..32	6..46	7..0	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4..35	4..50	5..4	5..19	5..33	5..48	6..2	6..17	6..31	6..46	7..0	7..15	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4..45	5..0	5..15	5..30	5..45	6..0	6..15	6..30	6..45	7..0	7..15	7..30	5..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4..54	5..10	5..25	5..41	5..56	6..12	6..27	6..43	6..58	7..14	7..29	7..45	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..4	5..20	5..36	5..52	6..8	6..24	6..40	6..56	7..12	7..28	7..44	8..0	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..13	5..30	5..46	6..3	6..19	6..36	6..52	7..9	7..25	7..42	7..58	8..15	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..23	5..40	5..57	6..14	6..31	6..48	7..5	7..22	7..39	7..56	8..13	8..30	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..32	5..50	6..7	6..25	6..42	7..0	7..17	7..35	7..52	8..10	8..27	8..45	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..42	6..0	6..18	6..36	6..54	7..12	7..30	7..48	8..6	8..24	8..42	9..0	6..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5..51	6..10	6..28	6..47	7..5	7..24	7..42	8..1	8..19	8..38	8..56	9..15	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..1	6..20	6..39	6..58	7..17	7..36	7..55	8..14	8..33	8..52	9..11	9..30	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..10	6..30	6..49	7..9	7..28	7..48	8..7	8..27	8..46	9..6	9..25	9..45	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..20	6..40	7..0	7..20	7..40	8..0	8..20	8..40	9..0	9..20	9..40	10..0	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..29	6..50	7..10	7..31	7..51	8..12	8..32	8..53	9..13	9..34	9..54	10..15	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..39	7..0	7..21	7..42	8..3	8..24	8..45	9..6	9..27	9..48	10..9	10..30	7..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..48	7..10	7..31	7..53	8..14	8..35	8..57	9..19	9..40	10..21	10..42	10..45	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6..57	7..20	7..42	8..4	8..26	8..48	9..10	9..32	9..54	10..16	10..38	11..0	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..7	7..30	7..52	8..15	8..37	9..0	9..22	9..45	10..7	10..30	10..52	11..15	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..17	7..40	8..3	8..26	8..49	9..11	9..35	9..58	10..21	10..44	11..7	11..30	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..26	7..50	8..13	8..37	9..0	9..24	9..47	10..11	10..34	10..58	11..21	11..45	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..36	8..0	8..24	8..48	9..11	9..36	10..0	10..24	10..48	11..12	11..36	12..0	8..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..45	8..10	8..34	8..59	9..23	9..48	10..12	10..37	11..1	11..26	11..50	12..15	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7..55	8..20	8..45	9..10	9..35	10..0	10..25	10..50	11..15	11..40	12..5	12..30	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..4	8..30	8..55	9..21	9..46	10..12	10..37	11..1	11..28	11..54	12..19	12..45	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..14	8..40	9..6	9..32	9..58	10..24	10..50	11..16	11..42	12..18	12..44	13..0	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..23	8..50	9..16	9..42	10..9	10..36	11..2	11..29	11..56	12..22	12..48	13..15	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..33	9..0	9..27	9..54	10..21	10..48	11..15	11..42	12..9	12..36	13..3	13..30	9..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..42	9..10	9..37	10..5	10..32	11..0	11..27	11..55	12..22	12..50	13..17	13..45	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8..52	9..20	9..48	10..16	10..44	11..12	11..40	12..8	12..36	13..4	13..32	14..0	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..1	9..30	9..58	10..27	10..55	11..24	11..52	12..21	12..49	13..18	13..46	14..15	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..11	9..40	10..9	10..38	11..7	11..36	12..5	12..34	13..3	13..32	14..1	14..30	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..20	9..50	10..14	10..46	11..18	11..48	12..17	12..47	13..16	13..46	14..15	14..45	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..30	10..0	10..30	11..0	11..30	12..0	12..30	13..0	13..30	14..0	14..30	15..0	10..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..30	10..10	10..40	11..11	11..41	12..12	12..42	13..13	13..43	14..14	14..44	15..15	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..40	10..20	10..50	11..22	11..53	12..24	12..55	13..26	13..57	14..28	14..59	15..30	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9..58	10..30	11..1	11..33	12..4	12..36	13..7	13..39	14..10	14..42	15..13	15..45	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..8	10..40	11..12	11..44	12..16	12..48	13..20	13..52	14..24	14..56	15..28	17..0	40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..17	10..50	11..22	11..55	12..27	13..0	13..32	14..5	14..37	15..10	15..42	16..15	50	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..27	11..0	11..33	12..6	12..39	13..12	13..45	14..18	14..51	15..24	15..57	16..30	11..0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..36	11..10	11..43	12..17	12..50	13..24	13..57	14..31	15..4	15..38	16..11	16..45	10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..46	11..20	11..54	12..28	13..2	13..36	14..10	14..44	15..18	15..52	16..26	17..0	20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10..55	11..30	12..4	12..39	13..13	13..48	14..22	14..57	15..31	16..6	16..40	17..15	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11..5																																	

TABLA 7.^a

Para averiguar el influxo que una pequeña diferencia en la distancia lunar produce en la longitud.

Var. de la dist. obs. en 20m.	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	20''	30''
5.. 0	1.. 0	2.. 0	3.. 0	4.. 0	5.. 0	6.. 0	7.. 0	8.. 0	9.. 0	10.. 0	20.. 0	30.. 0
5	0..59	1..58	2..57	3..56	4..55	5..54	6..53	7..52	8..51	9..50	19..41	29..31
10	0..58	1..56	2..54	3..52	4..50	5..49	6..47	7..45	8..43	9..41	19..21	29.. 2
15	0..57	1..54	2..51	3..48	4..45	5..43	6..40	7..37	8..34	9..31	19.. 3	29..34
20	0..56	1..52	2..49	3..45	4..41	5..37	6..33	7..30	8..26	9..22	18..45	28.. 7
25	0..55	1..51	2..46	3..42	4..37	5..32	6..28	7..23	8..19	9..14	18..27	27..41
30	0..54	1..49	2..43	3..38	4..32	5..27	6..21	7..16	8..10	9.. 5	18..11	27..10
35	0..54	1..47	2..41	3..35	4..28	5..22	6..16	7..10	8.. 3	8..57	17..55	26..52
40	0..53	1..46	2..39	3..32	4..24	5..17	6..10	7.. 3	7..50	8..49	17..39	26..28
45	0..52	1..44	2..37	3..29	4..21	5..13	6.. 5	6..58	7..50	8..42	17..23	26.. 5
50	0..51	1..43	2..34	3..26	4..17	5.. 8	6.. 0	6..51	7..43	8..34	17.. 9	25..43
55	0..51	1..41	2..32	3..23	4..13	5.. 4	5..55	6..46	7..36	8..27	16..54	25..21
6.. 0	0..50	1..40	2..30	3..20	4..10	5.. 0	5..50	6..40	7..30	8..20	16..40	25.. 0
5	0..49	1..39	2..28	3..17	4.. 6	4..56	5..45	6..34	7..24	8..13	16..26	24..39
10	0..49	1..37	2..26	3..14	4.. 3	4..52	5..40	6..29	7..17	8.. 6	16..13	24..19
15	0..48	1..36	2..24	3..12	4.. 0	4..48	5..36	6..24	7..12	8.. 0	16.. 0	24.. 0
20	0..47	1..35	2..22	3.. 9	3..56	4..44	5..31	6..18	7.. 6	7..53	15..48	23..41
25	0..47	1..34	2..20	3.. 7	3..54	4..41	5..28	6..14	7.. 1	7..48	15..35	23..23
30	0..46	1..32	2..19	3.. 5	3..51	4..37	5..23	6..10	6..56	7..42	15..23	23.. 5
35	0..46	1..31	2..17	3.. 2	3..48	4..34	5..19	6.. 5	6..50	7..36	15..11	22..47
40	0..45	1..30	2..15	3.. 0	3..45	4..30	5..15	6.. 0	6..45	7..30	15.. 0	22..35
45	0..44	1..29	2..13	2..58	3..42	4..26	5..11	5..55	6..40	7..24	14..49	22..13
50	0..44	1..28	2..12	2..56	3..39	4..23	5.. 7	5..55	6..35	7..19	14..38	21..57
55	0..43	1..27	2..10	2..54	3..37	4..20	5.. 4	5..47	6..31	7..14	14..27	21..41
7.. 0	0..43	1..26	2.. 9	2..52	3..34	4..17	5.. 0	5..43	6..26	7.. 9	14..17	21..20
5	0..42	1..25	2.. 7	2..50	3..32	4..14	4..57	5..39	6..22	7.. 4	14.. 7	21..11
10	0..42	1..24	2.. 6	2..48	3..29	4..11	4..53	5..35	6..17	6..59	13..57	20..50
15	0..41	1..23	2.. 4	2..46	3..27	4.. 8	4..50	5..31	6..13	6..54	13..48	20..42
20	0..41	1..22	2.. 3	2..44	3..24	4.. 5	4..46	5..27	6.. 8	6..49	13..38	20..27
25	0..40	1..21	2.. 1	2..42	3..22	4.. 3	4..43	5..24	6.. 4	6..45	13..29	20..14
30	0..40	1..20	2.. 0	2..40	3..20	4.. 0	4..40	5..20	6.. 0	6..40	13..20	20.. 0
35	0..40	1..19	1..59	2..38	3..18	3..58	4..37	5..17	5..56	6..36	13..11	19..47
40	0..39	1..18	1..57	2..36	3..15	3..55	4..34	5..13	5..52	6..31	13.. 3	19..34
45	0..39	1..17	1..56	2..35	3..13	3..52	4..31	5..10	5..48	6..27	12..54	19..21
50	0..38	1..17	1..55	2..33	3..11	3..50	4..28	5.. 6	5..45	6..23	12..46	19.. 9
55	0..38	1..16	1..54	2..32	3.. 9	3..47	4..25	5.. 3	5..41	6..19	12..38	18..57
8.. 0	0..37	1..15	1..52	2..30	3.. 7	3..45	4..22	5.. 0	5..37	6..15	12..30	18..41
5	0..37	1..14	1..51	2..28	3.. 5	3..43	4..20	4..57	5..34	6..11	12..22	18..30
10	0..37	1..13	1..50	2..27	3.. 3	3..40	4..17	4..54	5..30	6.. 7	12..15	18..22
15	0..36	1..13	1..49	2..26	3.. 2	3..38	4..15	4..51	5..28	6.. 4	12.. 7	18..11
20	0..36	1..12	1..48	2..24	3.. 0	3..36	4..12	4..48	5..24	6.. 0	12.. 0	18.. 0
25	0..36	1..11	1..47	2..22	2..58	3..34	4.. 9	4..45	5..20	5..56	11..53	17..49
30	0..35	1..11	1..46	2..21	2..56	3..32	4.. 7	4..42	5..18	5..53	11..46	17..39
35	0..35	1..10	1..45	2..20	2..55	3..30	4.. 5	4..40	5..15	5..50	11..39	17..29
40	0..35	1.. 9	1..44	2..18	2..53	3..28	4.. 2	4..37	5..11	5..46	11..30	17..19
45	0..34	1.. 9	1..43	2..17	2..51	3..26	4.. 0	4..34	5.. 9	5..43	11..20	17.. 9
50	0..34	1.. 8	1..42	2..16	2..50	3..24	3..58	4..32	5.. 6	5..40	11..19	16..59
55	0..34	1.. 7	1..41	2..14	2..48	3..22	3..55	4..29	5.. 2	5..37	11..13	16..46

C. T. 7.^o

Var. de la dist. obs. en 20. ^o	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	20''	30''
9.. 0	0..33	1.. 7	1..40	2..13	2..47	3..20	3..54	4..27	5.. 0	5..33	11.. 7	16..40
5	0..33	1.. 6	1..39	2..12	2..45	3..18	3..51	4..24	4..57	5..30	11.. 0	16..30
10	0..33	1.. 5	1..38	2..11	2..43	3..16	3..49	4..22	4..54	5..27	10..55	16..22
15	0..32	1.. 5	1..37	2..10	2..42	3..14	3..47	4..19	4..52	5..25	10..49	16..13
20	0..32	1.. 4	1..36	2.. 8	2..40	3..13	3..45	4..17	4..49	5..21	10..43	16.. 5
25	0..32	1.. 4	1..35	2.. 7	2..39	3..11	3..43	4..14	4..46	5..19	10..38	15..56
30	0..32	1.. 3	1..35	2.. 6	2..38	3..10	3..41	4..13	4..44	5..16	10..32	15..47
35	0..31	1.. 3	1..34	2.. 5	2..36	3.. 8	3..39	4..10	4..42	5..13	10..26	15..39
40	0..31	1.. 2	1..33	2.. 4	2..35	3.. 6	3..37	4.. 8	4..39	5..10	10..21	15..31
45	0..31	1.. 2	1..32	2.. 3	2..34	3.. 5	3..36	4.. 6	4..36	5.. 8	10..16	15..23
50	0..30	1.. 1	1..31	2.. 2	2..32	3.. 3	3..33	4.. 4	4..34	5.. 5	10..10	15..15
55	0..30	1.. 1	1..31	2.. 1	2..31	3.. 2	3..32	4.. 2	4..32	5.. 3	10.. 6	15.. 8
10.. 0	0..30	1.. 0	1..30	2.. 0	2..30	3.. 0	3..30	4.. 0	4..30	5.. 0	10..00	15.. 0
5	0..30	1.. 0	1..29	1..59	2..28	2..58	3..28	3..58	4..27	4..58	9..56	14..53
10	0..29	0..59	1..28	1..58	2..27	2..57	3..26	3..56	4..25	4..55	9..50	14..45
15	0..29	0..58	1..28	1..57	2..26	2..55	3..24	3..54	4..23	4..53	9..46	14..38
20	0..29	0..58	1..27	1..56	2..25	2..54	3..23	3..52	4..21	4..50	9..41	14..31
25	0..29	0..58	1..26	1..55	2..24	2..53	3..22	3..50	4..19	4..48	9..36	14..24
30	0..29	0..57	1..26	1..54	2..23	2..52	3..20	3..49	4..17	4..46	9..31	14..17
35	0..28	0..57	1..25	1..53	2..21	2..50	3..18	3..46	4..15	4..44	9..27	14..11
40	0..28	0..56	1..24	1..52	2..20	2..49	3..17	3..45	4..13	4..42	9..22	14.. 3
45	0..28	0..56	1..24	1..52	2..19	2..47	3..15	3..43	4..11	4..39	9..19	13..57
50	0..28	0..55	1..23	1..51	2..18	2..46	3..14	3..42	4.. 9	4..37	9..14	13..51
55	0..27	0..55	1..22	1..50	2..17	2..45	3..12	3..40	4.. 7	4..35	9..10	13..45
11.. 0	0..27	0..55	1..22	1..49	2..16	2..44	3..11	3..38	4.. 6	4..33	9.. 5	13..38
5	0..27	0..54	1..21	1..48	2..15	2..43	3..10	3..37	4.. 4	4..31	9.. 2	13..32
10	0..27	0..54	1..21	1..48	2..14	2..41	3.. 8	3..35	4.. 2	4..29	8..57	13..26
15	0..27	0..53	1..20	1..47	2..13	2..40	3.. 7	3..34	4.. 0	4..27	8..54	13..20
20	0..26	0..53	1..19	1..46	2..12	2..39	3.. 5	3..32	3..58	4..25	8..49	13..14
25	0..26	0..53	1..19	1..45	2..11	2..38	3.. 4	3..30	3..57	4..23	8..46	13.. 9
30	0..26	0..52	1..18	1..44	2..10	2..37	3.. 3	3..29	3..55	4..21	8..42	13.. 2
35	0..26	0..52	1..18	1..44	2.. 9	2..35	3.. 1	3..27	3..53	4..18	8..38	12..58
40	0..26	0..51	1..17	1..43	2.. 8	2..34	3.. 0	3..26	3..51	4..17	8..34	12..52
45	0..26	0..51	1..17	1..42	2.. 8	2..34	2..59	3..25	3..50	4..16	8..31	12..46
50	0..25	0..51	1..16	1..41	2.. 6	2..32	2..57	3..22	3..48	4..13	8..26	12..40
55	0..25	0..50	1..16	1..41	2.. 6	2..31	2..56	3..22	3..47	4..12	8..23	12..35
12.. 0	0..25	0..50	1..15	1..40	2.. 5	2..30	2..55	3..20	3..45	4..10	8..20	12..30
5	0..25	0..50	1..15	1..40	2.. 4	2..29	2..54	3..19	3..44	4.. 9	8..17	12..25
10	0..25	0..49	1..14	1..38	2.. 3	2..28	2..52	3..17	3..41	4.. 6	8..12	12..19
15	0..24	0..49	1..13	1..38	2.. 2	2..27	2..51	3..16	3..40	4.. 5	8.. 9	12..14
20	0..24	0..48	1..13	1..37	2.. 1	2..26	2..50	3..14	3..39	4.. 3	8.. 6	12..10
25	0..24	0..48	1..13	1..37	2.. 1	2..25	2..49	3..14	3..38	4.. 2	8.. 4	12.. 5
30	0..24	0..48	1..12	1..36	2.. 0	2..24	2..48	3..12	3..36	4.. 0	8.. 0	12.. 0

C. T. 7.^oVar. de
la dist.
obs. en
20.^{os}

	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	20''	30''
9.. 0	0..33	1.. 7	1..40	2..13	2..47	3..20	3..54	4..27	5.. 0	5..33	11.. 7	16..40
5	0..33	1.. 6	1..39	2..12	2..45	3..18	3..51	4..24	4..57	5..30	11.. 0	16..30
10	0..33	1.. 5	1..38	2..11	2..43	3..16	3..49	4..22	4..54	5..27	10..55	16..22
15	0..32	1.. 5	1..37	2..10	2..42	3..14	3..47	4..19	4..52	5..25	10..49	16..13
20	0..32	1.. 4	1..36	2.. 8	2..40	3..13	3..45	4..17	4..49	5..21	10..43	16.. 5
25	0..32	1.. 4	1..35	2.. 7	2..39	3..11	3..43	4..14	4..46	5..19	10..38	15..56
30	0..32	1.. 3	1..35	2.. 6	2..38	3..10	3..41	4..13	4..44	5..16	10..32	15..47
35	0..31	1.. 3	1..34	2.. 5	2..36	3.. 8	3..39	4..10	4..42	5..13	10..26	15..39
40	0..31	1.. 2	1..33	2.. 4	2..35	3.. 6	3..37	4.. 8	4..39	5..10	10..21	15..31
45	0..31	1.. 2	1..32	2.. 3	2..34	3.. 5	3..36	4.. 6	4..36	5.. 8	10..16	15..23
50	0..30	1.. 1	1..31	2.. 2	2..32	3.. 3	3..33	4.. 4	4..34	5.. 5	10..10	15..15
55	0..30	1.. 1	1..31	2.. 1	2..31	3.. 2	3..32	4.. 2	4..32	5.. 3	10.. 6	15.. 8
10.. 0	0..30	1.. 0	1..30	2.. 0	2..30	3.. 0	3..30	4.. 0	4..30	5.. 0	10..00	15.. 0
5	0..30	1.. 0	1..29	1..59	2..28	2..58	3..28	3..58	4..27	4..58	9..56	14..53
10	0..29	0..59	1..28	1..58	2..27	2..57	3..26	3..56	4..25	4..55	9..50	14..45
15	0..29	0..58	1..28	1..57	2..26	2..55	3..24	3..54	4..23	4..53	9..46	14..38
20	0..29	0..58	1..27	1..56	2..25	2..54	3..23	3..52	4..21	4..50	9..41	14..31
25	0..29	0..58	1..26	1..55	2..24	2..53	3..22	3..50	4..19	4..48	9..36	14..24
30	0..29	0..57	1..26	1..54	2..23	2..52	3..20	3..49	4..17	4..46	9..31	14..17
35	0..28	0..57	1..25	1..53	2..21	2..50	3..18	3..46	4..15	4..44	9..27	14..11
40	0..28	0..56	1..24	1..52	2..20	2..49	3..17	3..45	4..13	4..41	9..22	14.. 3
45	0..28	0..56	1..24	1..52	2..19	2..47	3..15	3..43	4..11	4..39	9..19	13..57
50	0..28	0..55	1..23	1..51	2..18	2..46	3..14	3..42	4.. 9	4..37	9..14	13..51
55	0..27	0..55	1..22	1..50	2..17	2..45	3..12	3..40	4.. 7	4..35	9..10	13..45
11.. 0	0..27	0..55	1..22	1..49	2..16	2..44	3..11	3..38	4.. 6	4..33	9.. 5	13..38
5	0..27	0..54	1..21	1..48	2..15	2..43	3..10	3..37	4.. 4	4..31	9.. 2	13..32
10	0..27	0..54	1..21	1..48	2..14	2..41	3.. 8	3..35	4.. 2	4..29	8..57	13..26
15	0..27	0..53	1..20	1..47	2..13	2..40	3.. 7	3..34	4.. 0	4..27	8..54	13..20
20	0..26	0..53	1..19	1..46	2..12	2..39	3.. 5	3..32	3..58	4..25	8..49	13..14
25	0..26	0..53	1..19	1..45	2..11	2..38	3.. 4	3..30	3..57	4..23	8..46	13.. 9
30	0..26	0..52	1..18	1..44	2..10	2..37	3.. 3	3..29	3..55	4..21	8..42	13.. 2
35	0..26	0..52	1..18	1..44	2.. 9	2..35	3.. 1	3..27	3..53	4..18	8..38	12..58
40	0..26	0..51	1..17	1..43	2.. 8	2..34	3.. 0	3..26	3..51	4..17	8..34	12..52
45	0..26	0..51	1..17	1..42	2.. 8	2..34	2..59	3..25	3..50	4..16	8..31	12..46
50	0..25	0..51	1..16	1..41	2.. 6	2..32	2..57	3..22	3..48	4..13	8..26	12..40
55	0..25	0..50	1..16	1..41	2.. 6	2..31	2..56	3..22	3..47	4..12	8..23	12..35
12.. c	0..25	0..50	1..15	1..40	2.. 5	2..30	2..55	3..20	3..45	4..10	8..20	12..30
5	0..25	0..50	1..15	1..40	2.. 4	2..29	2..54	3..19	3..44	4.. 9	8..17	12..25
10	0..25	0..49	1..14	1..38	2.. 3	2..28	2..52	3..17	3..41	4.. 6	8..12	12..19
15	0..24	0..49	1..13	1..38	2.. 2	2..27	2..51	3..16	3..40	4.. 5	8.. 9	12..14
20	0..24	0..48	1..13	1..37	2.. 1	2..26	2..50	3..14	3..39	4.. 3	8.. 6	12..10
25	0..24	0..48	1..13	1..37	2.. 1	2..25	2..49	3..14	3..38	4.. 2	8.. 4	12.. 5
30	0..24	0..48	1..12	1..36	2.. 0	2..24	2..48	3..12	3..36	4.. 0	8.. 0	12.. 0

ÍNDICE

DE LOS CAPÍTULOS Y TABLAS QUE CONTIENE ESTA MEMORIA.

	Páginas
CAPÍTULO I. <i>Modo de determinar la latitud por la altura observada de la estrella polar.</i>	3
CAPÍTULO II. <i>Advertencias sobre el modo de observar las distancias lunares, y reglas para que un solo sugeto pueda practicar estas observaciones con tanta seguridad y facilidad como si se hiciesen entre tres.</i>	4
CAPÍTULO III. <i>Modo de observar y calcular distancias lunares mayores que las que trae el almanaque.</i>	8
CAPÍTULO IV. <i>Modo de determinar la longitud por la ascension recta de la luna, observando solo la altura de ésta y la del sol ú otro astro.</i>	13
CAPÍTULO V. <i>Método abreviado de calcular la longitud por distancias lunares quando se observan muchas séries.</i>	16
CAPÍTULO VI. <i>Explicacion del modo de hallar la latitud por una sola altura del sol, observada cerca del meridiano, con el conocimiento de la hora verdadera.</i>	23
CAPÍTULO VII. <i>Idea de un modo de calcular la longitud geográfica, en tierra ó en la mar, por la ocultacion observada de una estrella por la luna, ó por un eclipse del sol, sin necesidad de aplicar las paralaxes en longitud y latitud.</i>	24
CAPÍTULO VIII. <i>Precauciones y reglas que deben tenerse presentes para el manejo y uso de los cronómetros, y de los instrumentos de reflexion.</i>	31
APÉNDICE AL CAPÍTULO VII.	36

TABLAS.

Tablas para facilitar el cálculo de latitud por la altura observada de la estrella Polar.

TABLA 1. ^a <i>Ascension recta de la estrella Polar.</i>	37
TABLA 2. ^a <i>Ascension recta del Sol para todos los dias del año.</i>	37
TABLA 3. ^a <i>Correcciones que se han de aplicar á la altura verdadera de la estrella Polar para hallar la latitud.</i>	38

Tablas para facilitar la reduccion de las alturas observadas ántes y despues de las distancias á la hora de la distancia media.

TABLA 4. ^a <i>Para reducir la variacion en altura correspondiente á qualquier intérvalo á la que pertenece al de 10.^m</i>	40
TABLA 5. ^a <i>Para reducir la variacion en altura perteneciente al intérvalo de 10.^m á la que corresponde á qualquier otro.</i>	46

Tablas para facilitar el cálculo abreviado de muchas séries de distancias.

TABLA 6. ^a <i>Para reducir la variacion de la distancia lunar correspondiente al intérvalo de 20.^m á la que pertenece á qualquier otro.</i>	48
TABLA 7. ^a <i>Para averiguar el influxo que una pequeña diferencia en la distancia lunar produce en la longitud.</i>	50