

---

## DISTANCIAS LUNARES.

---

### OBSERVACION DE PEQUEÑAS DISTANCIAS.

#### APLICACION DE LA TEORÍA DE LOS ERRORES.

---

#### Frecuencia de las ocasiones favorables para la observacion.

Observemos, en primer lugar, que cuando dos oficiales, suficientemente ejercitados, observan en el mismo instante una altura de Sol, sus resultados son, mas o ménos, idénticos; encuentran la misma altura con una diferencia de 10", 20" o 30" de aproximacion. Una diferencia mayor no podria ser atribuida, sino á un error instrumental mal determinado o en último caso a alguno de los errores inherentes al instrumento. Mas, si los dos sextantes están igualmente bien rectificadlos, las alturas concordarán en la proporcion que hemos indicado. Ahora, es efectivo; que se toman con mayor precision los contactos de discos de astros bien alumbrados o definidos, que el del Sol con la linea del horizonte, por mui bien definido que ésta se encuentre, en el caso de poderse mantener con facilidad los astros en el campo del anteojo; esto tiene precisamente lugar en la observacion de distancias lunares.

Reconócese fácilmente cuán difícil y delicada es la operacion de medir una gran distancia, de 90° o 100°, por ejemplo; la posicion del observador es a menudo mui incómoda y los dos astros tienen una movilidad tal, que es necesario, por decirlo así, tomar el contacto al vuelo, a ménos de tener una gran práctica. Pero si se toma, entónces, una distancia de 10°, 20° o 30°, por comparacion, se vé inmediatamente lo fácil que es su observacion: se puede, sin fatigarse absolutamente, medir la distancia con tolo el cuidado posible; los dos astros pueden mantenerse en contacto con toda facilidad; se aprecia perfectamente dicho contacto y se puede verdaderamente decidir de su valor.

Merece realmente la pena hacer este experimento; es concluyente hasta el punto de poder afirmar, sin titubear, que la medida de una

distancia lunar pequeña, dá mayor precisión que una altura de Sol sobre el horizonte.

M. Dubois dice, con razón, que "un buen observador puede reducir a 10" o 15" los errores posibles de cometer en la observación de las distancias".

M. Lelieur afirma igualmente, que "un observador ejercitado, puede responder de sus observaciones con una aproximación de 20", incluyendo aquí el error de contacto y de lectura".

Adoptemos una cifra más elevada aun y supongamos que puede cometerse un error de lectura de  $\pm 15''$  y uno de contacto de  $\mp 20''$ .

Estos errores son, en efecto, posibles de cometerse; pero no olvidemos tampoco, que son por esencia accidentales y con seguridad nadie admitiría que cada observación fuera a resultar afectada de un error de 35", que es la suma de los posibles de temer.

El error probable reconocido para cada observación, será evidentemente mucho menor y *a fortiori* mucho menor aun, el probable para la media de las observaciones. Sería no convenir el no admitir a la teoría de los errores, su razón de ser y todas las ciencias de observación admiten esta teoría como una base indiscutible. La práctica cotidiana basta, por otra parte, para demostrar que los efectos de los errores accidentales disminuyen reiterando o repitiendo las observaciones y de la misma manera se considera la concordancia de los resultados, como una garantía del resultado definitivo, en el bien definido caso, de no tener sino casos de errores accidentales regulares y precedentemente hemos dicho que podemos ponernos al abrigo de los errores sistemáticos, estudiando bien nuestro sextante.

Ahora, de la teoría de los errores se desprende:

1.º Que el error probable, común a cada observación, es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores particulares; y

2.º Que la precisión final de una serie de observaciones, aumenta como la raíz cuadrada del número de ellas.

Luego, admitiendo posible de suceder: un error accidental de  $\pm 15''$ , debido al defecto de lectura y uno de  $\pm 20''$ , debido al de contacto; encontramos que el error probable, común a cada ob-

servacion, es  $= \sqrt{\frac{2^2 + 2^2}{15 + 20}} = \sqrt{0.25} = 25''$  y que el error probable en la media de las observaciones seria  $\sqrt{\frac{25}{15}} = \frac{25}{3.87} = 6.'' 46$ , en la suposicion de ser 15 las observaciones;  $= \sqrt{\frac{25}{9}} = 8.'' 1$ , siendo ellas 9; es decir, que respecto solo de los errores accidentales, se puede responder del resultado con 6'' u 8'' de aproximacion, lo que quiere decir que la lonjitud deducida, llevaria en sí un error de 3'' o 4''.

Es preciso no olvidar que si la determinacion de este error, reposa en la teoría de la probabilidad matemática, no se justifica sino cuando el número de las observaciones es muy considerable. Además, es preciso tomar en cuenta, en cierta estension, los errores sistemáticos que no se puede pretender eliminar en absoluto; por estas razones, hemos decidido poner por límite del error final, posible de cometer en el punto deducido de las distancias, no 3' o 4', sino 8' o 10'.

Al afirmar esto, hemos solamente seguido la opinion de escritores que han establecido y verificado esto hecho por la discusion y la esperiencia.

De una magnífica memoria sobre distancias lunares, presentada hace poco por los tenientes de navío Beuf y Ed. Perriu, extractamos las siguientes líneas, recordando, de paso, que gracias solo a los esfuerzos de estos oficiales, se encuentran hoy dia inscritos en la *Connaissance des temps*, las distancias lunares pequeñas.

“La introduccion en la práctica de la navegacion de las pequeñas «distancias lunares, (nos referimos a las comprendidas entre 30'' o «40'', en oposicion a las de 80'', 90'' o 100'' y mas), constituye a «nuestros ojos un hecho nuevo y de importancia capital, y creemos «indispensable declarar aquí que el contra-almirante Motter fué el «primero que las practicó en sus numerosos viajes. Gracias a las «amables comunicaciones que este oficial jeneral nos ha hecho el «honor de dirigirnos, podemos poner en evidencia sus incontestables «ventajas, y estamos, además, autorizados para declarar que en «todos sus viajes, recaló, haciendo uso de este método, despues de «uno o dos meses de navegacion y con precision mucho mayor que «la que daban los cronómetros.

“Nosotros mismos no hemos encontrado nunca, entre la lonjitud «verdadera y la deducida de nuestras observaciones de pequeñas

«distancias, una diferencia mayor de seis millas, y convengamos «que esta aproximacion es mas que suficiente en la mar».

Con frecuencia se presentan ocasiones favorables para la observacion de las distancias. Para convencerse de ello basta echar una ojeada a la *Connaissance des temps*. En 1882, por ejemplo, pudo observarse, durante veinte dias por mes, distancias menores de 40"; el log.  $\frac{3^h}{\text{Diff}}$  no excedia de 0.3,500, ventaja que sabremos apreciar mas adelante.

Es necesario hacer notar aun que no es raro que se le presenten a un observador, en una misma tarde o noche, 3, 4 o mas astros, cuyas distancias a la Luna puedan medirse. Por la siguiente tabla puede hacerse ver, que en 1882 (y no es ésta una escepcion), hubo 249 dias de observacion, durante los cuales pudo medirse 472 distancias lunares diferentes:

Meses—(1882)...	Enero	Feb.	Mar.	Ab.	May.	J. J.	A.	S.	O.	N.	D.
Número de dias. { de observacion {	23	23	22	18	19	17	19	20	23	21	23
Distancias obser- { bables..... {	55	45	40	31	30	27	31	40	51	44	43

Se puede, pues, observar dos dias en tres, término medio, y un observador pudo haber aprovechado esos dias dos distancias, teniendo presente las brumas, nubes o cualquiera otra circunstancia que pudiera haberlo contrariado; admitiremos que se podrá siempre, salvo circunstancias especiales, medir distancias dos veces por semana, excepto los tres dias precedentes y los tres siguientes a la Luna nueva.

Suponemos que esta frecuencia de circunstancias favorables para observar distancias, nos dá un número de dias suficiente para rectificar o determinar de nuevo, en la mar, el estado absoluto de los cronómetros.

### Cuidados que deben tenerse presentes para escojer las distancias.

Segun recordamos haber dicho, no es la pequenez de la distancia lunar que se observa, la única condicion favorable para el resultado que se busca. Es igualmente necesario que el log.  $\frac{3^h}{\text{Diff}}$  (inserto en las Efemérides) sea el menor posible y ademas, evitar la observa-

cion de una distancia a la que correspondiese un  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}}$  mayor que 0.3,500; hé aquí el por qué:

Es indudable que mientras mas ligero varíe la distancia su medición exige mayor exactitud. Ahora, esta variación será tanto mas sensible, mientras mas cerca de la órbita lunar se encuentre la estrella o el planeta que se observa. El  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}}$  es el menor posible cuando la estrella se halla en el plano de la órbita. Por ejemplo, cuando el  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}} = 0.2,000$ , la variación de la distancia en un minuto es de 38", mientras que cuando este  $\log.$  es de 0.3,000, la variación en un minuto no es sino de 30", y solo 19" cuando el  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}} = 0.5,000$ .

Por otra parte, conociendo el error en la distancia, se vé que su correspondiente sobre la longitud, será tanto mas considerable, cuanto mayor sea el  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}}$ .

Siendo el  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}} = 0.2,000$ , el error sobre la longitud viene a ser 23.7 veces mayor que el cometido en la distancia, mientras que cuando el  $\log. \frac{3^h}{\text{Diff.}} = 0.3,000$ , el error sobre la longitud es 23.9 veces mayor y cuando llega a 0.5,000, se eleva, el error sobre la longitud a mas de 47 veces mayor que el cometido en la medida de la distancia lunar. Tanto las cifras citadas en este capítulo, como lo mas interesante de su contenido, lo hemos tomado de la ya citada memoria de Mr. Beuf y Perriu.

En la práctica, basta constatar que la estrella esté bien colocada respecto de la Luna; es decir, que se encuentre sobre la perpendicular a la línea de los cuernos; sin embargo, suponemos mas sencillo y seguro el guiarse por la *Connaissance des temps*.

### **Importancia que hai en observar solo y no observar sino la distancia.**

No siempre es posible y puede algunas veces ser molesto, el pedir a compañeros, su concurso para la observación de las alturas de los dos astros, cuya distancia se desea tomar, y es ademas malo el ceñirse a observar estas alturas, solo con el objeto de disminuir la longitud del cálculo.

Al medir únicamente la distancia, es verdad que es necesario

calcular las alturas; pero con esto desaparecen los errores que en la observacion de ellas pudieran temerse; reuniendo todos los cuidados posibles para la medida de la distancia únicamente, se hace uso de un solo sextante y el ojo no tiene que soportar un esfuerzo inútil.

Por otra parte, será mui difícil que el horizonte se encuentre a propósito, para poder esperar buenos resultados de la observacion de alturas de estrellas, planetas y la Luna, que son las que se usan mas a menudo para las distancias, miéntras que el cálculo da siempre éstos bien determinados. Los principales elementos de que depende la exactitud de las alturas, son, la hora del lugar y la latitud y éstas pueden siempre procurarse, en la mar, con exactitud y facilidad.

Fundados en ésto, calculamos siempre nuestras alturas, en vez de observarlas.

Indicamos en seguida, para completar este trabajo, las séries de operaciones que deben efectuarse en la observacion y cálculo de las pequeñas distancias.

Creemos hacer un servicio a los marinos poco ejercitados en estas observaciones, al insistir en todas las precauciones, procedimientos, etc., que forman una de las garantías del resultado.

Colocamos tambien el cálculo de las alturas verdaderas; el de las distancias reducidas por interpolacion y el cálculo de la correccion relativa al aplanamiento de la tierra.

En fin, damos la esposicion del método de Garnett y un tipo completo del cálculo de un estado absoluto por quince distancias lunares.

Deseosos de evitar a nuestros compañeros, largas investigaciones e inútiles fatigas, hemos plajado todos los documentos que nos ha sido dable consultar por ellos. ¡Ojalá salgamos absueltos!.....y se saque de ello algun provecho.

### **Precauciones que deben tomarse y operaciones que deben verificarse en las observaciones de las distancias.**

I.—Lo primero que debe hacer un observador que desea verificar, en la mar, el estado absoluto del cronómetro, es escojer en la *Connaissance des temps*, las distancias mas favorables para la ob-

servacion. Por ejemplo, el oficial encargado de la derrota de un buque que debia recalar hácia el 20 de Junio, se decidió el 8 del mismo mes a observar distancias.

Un exámen rápido de las distancias inscritas en la *Connaissance des temps*, le hace ver, que podrá, siéndole el tiempo favorable, observar en las épocas siguientes:

Junio 8— <i>Régulus</i> al E. de la Luna, a 22° mas o ménos,—			
log.	$\frac{3^h}{\text{diff.}}$	= 0.2763 = $\Delta = 0$ .	
„ 11—	„ „ O. „ „ „	a 27°—	log $\frac{3^h}{\text{diff.}}$ = 0.3120 $\Delta = 0$ .
„ 12—s	Vierge „ E. „ „ „	a 26°—	— = 0.3031 $\Delta = 0$ .
„ 13—s	Vierge „ E. „ „ „	a 14°—	— = 0.3065 $\Delta = 0$ .
„ 15—s	Vierge „ O. „ „ „	a 9°—	— = 0.3050 $\Delta = 0$ .
„ 16—s	Vierge „ O. „ „ „	a 21°—	— = 0.3000 $\Delta = 0$ .

El oficial piloto las anota todas en su libreta, por encontrarse igualmente todas ellas en excelentes condiciones. En efecto, todas son inferiores a 30°; la pequeñez del log.  $\frac{3^h}{\text{diff.}}$ , indica que están bien colocadas en la órbita lunar; además, algunas están colocadas simétricamente al E. y al O. de la Luna, lo que es una condicion mas favorable aun: puede verse, en fin, que el brillo de la Luna será débil, lo que es ventajoso, pues encontrándose la Luna próxima a llena, con gran dificultad puede obtenerse igual intensidad en las imágenes.

II.—La víspera o la ante-víspera del dia escojido para la observacion, se lanza una ojeada hácia la bóveda celeste, con el objeto de reconocer la estrella. Variando la posicion de los dos astros, con relacion al observador, a causa del movimiento diurno, se escojerá una hora tal, que los astros se encuentran en una posicion cómoda para medir la distancia.

III.—Habiéndose ya determinado, una vez por todas, la influencia del prismaticismo de los vidrios coloreados, basta solo rectificar con cuidado el instrumento el dia escojido para la observacion.

IV.—Este mismo dia, hácia las 4 o 5 de la tarde, se observará un ángulo horario, para deducir de él el estado del cronómetro sobre la hora del lugar, tiempo medio y a partir de este momento hasta la observacion de la distancia, se tomará nota de la estima lo mas exactamente posible, para poder combinar el cambio en lonji-

tud del buque, con la hora del lugar encontrada y conocer así, en el momento de la medida de la distancia, la hora del lugar tiempo medio. Este elemento, es, como todo el mundo lo sabe, indispensable para el cálculo de las alturas. Asimismo debe conocerse la latitud exacta del buque que puede siempre obtenerse con facilidad.

V.—Inmediatamente ántes o despues de la observacion precitada del ángulo horario, se determina, con extremo cuidado, el error de índice del instrumento, teniendo cuidado de ver los vidrios empleados y repetir suficientemente las observaciones. De este error instrumental, se deduce el absoluto del sextante, anotándolos en la libreta. Hecho esto, aconsejamos no colocar nuevamente el sextante en su caja, sino ponerlo sobre una cama o un cualquier lugar en que se encuentre al abrigo de todo choque o movimiento, tomando en cuenta la hora de la observacion de la distancia.

VI.—Llegada la hora de la observacion, se examinará el estado del cielo, y si se teme que las nubes o los movimientos bruscos del buque, interrumpian frecuentemente la medida de la distancia, se dejará, sin mas trásmites, para otra noche. En caso contrario, se escojerá sobre el puente una posicion cómoda, asegurándose que la lectura pueda verificarse con facilidad. Estos detalles, fútiles en apariencia, tienen su importancia: todo estorbo que tenga el observador en ese momento lo impacientará o irritará. Se necesita una calma absoluta y una gran comodidad durante todo el tiempo de la delicada observacion de las distancias.

VII.—Se medirá, desde luego, una distancia que no se tomará en cuenta, pero que servirá para escojer los vidrios que deban emplearse, enfocar bien el anteojo y elevarlo o bajarlo convenientemente sobre el plano del limbo. Esta operacion preliminar es de las mas importantes. Se considera obtenido el resultado, cuando la estrella aparece como un punto bien visible sobre el disco alumbrado de la Luna, y cuando los bordes de ésta están perfectamente definidos. En estas condiciones puede decidirse la exactitud del contacto. Creemos deber agregar aquí una corta observacion: cuando la estrella traída al contacto, parece rodar sobre el borde de la Luna, se encuentra, a nuestro parecer, lijeraamente mordida; con lijeros tanteos se la traslada al contacto perfecto.

VIII.—Mui malo nos parece el sistema de mover o separar la estrella para esperar que el contacto se establezca por sí mismo. El



movimiento no se ejecuta con bastante lijereza, el ojo se fatiga y lo mas a menudo, no se llega nunca a un buen resultado por este medio. Es necesario, por el contrario, cuando la estrella esté bien separada, traerla poco a poco al contacto, obrando delicadamente sobre el tornillo de ajuste, y cuando se crea el contacto perfecto, se da el *top*: (1).

XI.—Estimamos conveniente, recomendar al que anota, contar mentalmente, desde el momento en que se le diga: *listo!* Porque, en efecto, la voz monótona del anotador preocupa y fastidia inútilmente al observador, durante la observacion. Por otro lado, no puede pretenderse dar el *top* con un segundo de aproximacion; este *top* debe dárse sin precipitacion, ausente de brusquedad, sin pretender una aproximacion ilusoria.

X.—Escojidos ya los vidrios, igualada la intensidad de las imágenes, y despues de haber tomado y leído una distancia de ensayo y haber dado al anotador las anotaciones ya citadas, es mui conveniente reposar algunos minutos, ántes de principiar la observacion, de la cual depende toda la excelencia del resultado buscado.

XI.—Despues de cada lectura conviene destruir el contacto; haciendo dar una vuelta al tornillo.

XII.—Es necesario no precipitarse absolutamente para la medida de las distancias: deben colocarse aisladamente. Es tan inútil el apresuramiento, que vale mas, si no puede leerse cómodamente sobre el puente, para efectuarla, bajar a una cámara mui bien alumbrada. Es mui necesario tener siempre presente, que un error de 10" o 20" en la lectura, importa uno de 5' o 10', mas o ménos, sobre la longitud. Obsérvando con entera comodidad y sin precipitacion y leyendo con cuidado la distancia medida, se obtiene todo lo que puede desearse.

---

(1) Creemos, por el contrario y con gran sentimiento, por encontrarnos de vuelta encontrada con las ideas de Mr. Félix, con quien hasta ahora habiamos estado perfectamente acordos, (salvo cuestiones insignificantes), que el contacto obtiene mayor precision, cuando se trae la estrella hácia la Luna, y se mueve hasta la mitad de su diámetro; de este modo se distingue perfectamente la diferencia de brillo entre las dos imágenes. Obrando entónces con cuidado y sin precipitarse, sobre el tornillo de ajuste, se trae al perfecto contacto, sin dejar, en todo ese tiempo, de dirigir la vista, con verdadera ansiedad, hácia el borde de la Luna, por donde, por decirlo así, va a salir la estrella.

Si esto es inexacto, no lo sabemos; lo único que podemos afirmar, es que, obrando así, los resultados nos han salido mucho mas exactos, que siguiendo el método contrario.—N. del T.

XIII.—Debe tomarse un número impar de contactos, 9, 11, 13 o 15, a fin de hacer la interpolacion mas regular. Tomando 13, por ejemplo, se colocará directamente la 1.<sup>a</sup>, la 7.<sup>a</sup> y la 13.<sup>a</sup>; las otras serán interpoladas. Debe anotarse siempre en la libreta de observaciones, las distancias que inspiran mas confianza. Por último, debe dejarse de observar desde el instante en que se sienta el menor cansancio.

XIV.—A la noche siguiente a la observacion o bien a la subsiguiente, es mui conveniente tomar otras distancias. Disminuirán así las causas de error y la media de todas las distancias tomadas, dará indudablemente un resultado mui satisfactorio.

XV.—Si se desea emplear el método de Borda, como procedimiento de reduccion, es necesario servirse de tablas de 7 decimales, tales como las de Callet. En cuanto a las tablas de Callet, son mas que suficientes para el cálculo de las alturas; por otra parte, se encuentran ya entre todos mui jeneralizadas.

XVI.—Es necesario calcular lenta y metódicamente: nada nos apresura, y nada es tampoco mas desagradable que tener que volver a empezar un cálculo, que ya nos ha ocupado dos o tres horas.

XVII.—En la observacion de las distancias es preciso no olvidarse de anotar en la libreta, 1.<sup>o</sup>, las indicaciones del termómetro y del barómetro; 2.<sup>o</sup>, los vidrios empleados durante la observacion; 3.<sup>o</sup>, el ángulo de la Luna.

Este ángulo es el que forma el vertical de la Luna, con la línea que une los centros de los dos astros. En la práctica se determina a ojo.

### Cálculo de las alturas verdaderas.

Llamando  $H$  la altura verdadera calculada;  $D$  la declinacion;  $P$  el ángulo horario;  $L$  la latitud;  $M$  un ángulo ausiliar, obtendremos la altura por la relacion:

$$(1) \quad \text{Sen } H = \frac{\text{Sen } D \text{ Sen } (L + M)}{\text{cos } M}$$

el valor de  $M$  lo da la fórmula (2):

$$(2) \quad \text{tanj } M = \frac{\text{cos } P}{\text{tg } D}$$

El ángulo ausiliar  $M$  se toma siempre agudo; se le dará el signo de la declinacion, si  $P$  es  $< 6$  horas y el signo contrario a  $D$ , si  $P$  es  $> 6$  horas.

L y M se suman, cuando son del mismo signo. Se restan en el caso contrario.

Se sabe ya que las latitudes y declinaciones Norte, tienen el signo + y las Sures el signo—.

Ejemplo:

El 4 de Julio de ( Lat. =  $43^{\circ} 7' 22''$  N ) a 15h 8m 44s44 tiem-  
1876, en Tolon ( Lonj. = 0h 14m 20s8 E ) po medio del lugar.

Se pide la altura verdadera de  $\alpha$  del ( Decl.\* =  $+ 8^{\circ} 32' 30''$   
aguila ( AR\* = 19h 44m 46s86

Hm.....	15h	8m	44s44
Ts. a 0h de Tolon, el dia 4.....	6h	51m	17s13
Tabla VI (Cons. des Temps...)	15h	2m	27.85
		8m	1.31
		44s44	0.12

Ts. de la observacion..	=	22h	2m	30s85
AR* (Siempre sustractiva).....	=	19	44	46.00

Ang. hor. = P*.....	=	2h	17m	44s85
---------------------	---	----	-----	-------

$$\log. \cos P = \bar{1}.9163221$$

$$\text{colog. tg. } D = 0.8233458$$

$$\log. \text{tg. } M = 0.7396679$$

$$M. = +79^{\circ} 40' 44''$$

$$L. = +43 \quad 7 \quad 22$$

$$L + M = 122^{\circ} 48' 6''$$

$$\log. \text{sen } (L + M) = \bar{1}.9245635$$

$$\log. \text{sen } D = \bar{1}.1718101$$

$$\text{colog. cos } M = 0.7467522$$

$$\log. \text{sen } H = \bar{1}.8431258$$

$$H = 44^{\circ} 10' 23''$$

NOTA.—Para el cálculo de las alturas, es mas que suficiente, el empleo de seis decimales.

### Reduccion de las distancias por interpolacion.

Sucedo jeneralmente, el tomar 9, 11, 13 o 15 distancias de la Luna a un mismo astro; pero seria alargar indefinidamente el cálculo, si se fueran a reducir cada una de ellas separadamente. Se puede felizmente, sin perjuicio para el resultado final, limitarse a reducir 3 distancias: la primera, la del medio y la última, en seguida interpolar las otras.

La tabla de interpolaciones puede disponerse en esta forma:

HORAS ANOTADAS M	DIFERENCIAS ε	DISTANCIAS OBSERVADAS. D	DISTANCIAS REDUCIDAS. d	DIFERENCIAS. Δ	VARIACIONES EN l <sub>m</sub> . δ	OBSERVACIONES.
M <sub>1</sub> 9h 53m 28s	5m28	16° 41' 35"	16° 5' 11"	36' 24"		
M <sub>2</sub> " 58 45	8 63	" 44 00	" "	"		
M <sub>3</sub> 10 2 6	13 00	" 45 20	" "	"	281"	} 11"3
M <sub>4</sub> " 6 28	15 67	" 47 30	" "	"	en	
M <sub>5</sub> " 9 8	18 20	" 48 20	" "	"	24m87	
M <sub>6</sub> " 11 40	21 50	" 49 30	" "	"		
M <sub>7</sub> " 14 59	24 87	" 50 30	" "	"		
M <sub>8</sub> " 18 20	2 93	" 51 50	16° 20' 7"	31' 43"		
M <sub>9</sub> " 21 16	5 13	" 53 10	" "	"		
M <sub>10</sub> " 23 28	7 61	" 54 10	" "	"	229"7	} 12"06
M <sub>11</sub> " 25 57	10 80	" 55 00	" "	"	en	
M <sub>12</sub> " 29 7	13 83	" 56 10	" "	"	19m05	
M <sub>13</sub> " 32 10	16 25	" 57 20	" "	"		
M <sub>14</sub> " 34 35	19 05	" 58 10	" "	"		
M <sub>15</sub> " 37 23		" 59 30	16° 31' 36"7	27' 53"3		

Dispuesta así la tabla y obtenido los valores de  $b$ , se obtendrán con facilidad los correspondientes a  $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_9 \dots \Delta_{15}$ , por una simple adición o sustracción, según  $\Delta$  vaya aumentando o disminuyendo. Obtenidos entónces los valores de  $\Delta$ , se deducen inmediatamente los de las distancias reducidas correspondientes:  $d_1, d_2 \dots d_9 \dots d_{15}$ . Queda completa, entónces, la tabla en esta forma.

HORAS ANOTADAS M.	DIFERENCIAS e	DISTANCIAS OBSERVADAS D	DISTANCIAS REDUCIDAS d	DIFERENCIAS $\Delta$	VARIACIONES EN $b$	OBSERVACIONES.
			16° 5' 11"	36' 24"		
			" 8 35.7	35 24 3		
			" 10 33.3	34 46 5		
			" 13 32.9	33 57 1		
			" 14 53.	33 27		
			" 16 31.7	32 58 3		
			" 18 8.9	32 21 1		
			" 20 7.0	31 43		
			" 22 2.3	31 7 7		
			" 23 28.9	30 41 1		
			" 24 48.8	30 11 2		
			" 26 37.2	29 32 8		
			" 28 23.8	28 56 2		
			" 29 43.0	28 27 0		
			" 31 36.7	27 53 3		

**Correccion relativa al aplanamiento de la Tierra.**

Cuando se quiere tomar en cuenta esta correccion, es necesario agregar a la paralaje ecuatorial, la correccion que siempre se aplica a dicha paralaje para tener la reducida.

Esta correccion, cuya fórmula es  $\propto \text{Sen}^2 L$ , se encuentra en la tabla *Diminution de la parall. équat. de  $\zeta$*  (XXIV-Callet).

La paralaje reducida usual, es, en efecto, igual a  $\pi - \propto \text{sen}^2 L$ ; pero en el caso de que nos ocupamos, es necesario agregar esta correccion y conviene calcular con la paralaje así calculada: Paralaje-Refraccion.

Debemos, pues, aplicar a la distancia reducida, la siguiente correccion:

$$\Delta = \Delta' + 2 \propto \pi \text{ Sen } L \left\{ \frac{\text{Sen } D}{\text{Sen } \Delta'} \cdot \frac{\text{Sen } D}{\text{tg } \Delta'} \right\}$$

en que:

$\Delta$  = Distancia verdadera o geocéntrica.

$\Delta'$  = Distancia reducida.

b y D = Declinacion de la Luna y del 2.º astro.

$\pi$  = Paralaje ecuatorial de la Luna.

$\propto$  = El aplanamiento de la Tierra.

Los términos  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \propto \pi \text{ Sen } L \\ \text{Sen } D \\ \hline \text{Sen } \Delta' \\ \text{Sen } \delta \\ \hline \text{tg } \Delta' \end{array} \right\}$  Se calculan con toda facilidad por medio de una pequeña tabla de líneas naturales. Se pueden tambien obtener directamente por medio de tres pequeñas tablas, dispuestas en esta forma:

Paralaje de la Luna	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'
Valores de $2 \propto \pi \dots$	21".3	21".7	22".1	22".5	22".9	23".3	23".7	24".1	24".5

*Regla para los signos.*—Signo + a latitudes y declinaciones Norte y — en el caso contrario.

## EJEMPLO DE UN CÁLCULO DE CORRECCION.

$$\begin{array}{l}
 L = -43^{\circ} 19' \\
 \pi = \quad \quad 57'
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Se encuentra como} \\
 \text{valor para el tér-} \\
 \text{mino } 2 \times \pi \text{ Sen } L = -15.7
 \end{array} \right.$$
  

$$\begin{array}{l}
 D = +20^{\circ} 17' \\
 \Delta' = \quad \quad 7^{\circ}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Se encuentra como} \\
 \text{valor para el tér-} \\
 \text{mino } \frac{\text{Sen } D}{\text{Sen } \Delta'} \dots + 2.8
 \end{array} \right.$$
  

$$\begin{array}{l}
 \delta = +23^{\circ} 18' \\
 \Delta' = + \quad 7^{\circ}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Se encuentra como} \\
 \text{valor para el tér-} \\
 \text{mino } \frac{\text{Sen } \delta}{\text{tg } \Delta'} \dots + 3.2
 \end{array} \right.$$
  

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{De donde:} \\
 \text{Correccion} \\
 = -15.7 (+2.8 - 3.2) \\
 = -15.7 (-0.4) \\
 = + \quad 6''.28. \\
 \text{Así } \Delta \\
 = 7^{\circ} + 6''.28.
 \end{array} \right\}$$

Se vé, por el ejemplo precedente, que si no se hubiera tomado en cuenta, la correccion relativa al aplanamiento de la tierra, se habria cometido en la distancia un error de 6" y, por consiguiente, uno de 3' sobre la longitud.

**Método de Garnett para la reduccion de las distancias.**

Lo notable de este método es su gran sencillez; está basado en el empleo de los *senos-versos*; exige, por consiguiente, una tabla especial, tal como la de *Guépratte*; pero por medio de este procedimiento bastan cinco minutos, para reducir una distancia lunar; el error inherente a este método de cálculos, es insignificante y siempre despreciable en la práctica de la navegacion.

Dice Mr. Lediou:

«Los antiguos navegantes, que tenian por guia el excelente libro de Guépratte, usaban mucho las distancias lunares, pues encontraban una gran facilidad de cálculo en el empleo del método Garnett, contenido tambien en el libro de Guépratte. Sacaban así un excelente partido de la observacion de las distancias en una época en que las tablas lunares estaban muy léjos de hallarse a la

«altura del perfeccionamiento, en que hoy día están.

«Sin embargo, la aplicación de este método, da resultados menos rigurosos que el de Borda, y el error debido a la esencia misma del procedimiento, puede alcanzar algunas veces 3 o 4 segundos. «Esto depende del grado de precisión con que se determine el factor  $F$ . Tomándolo de las tablas, existe siempre una pequeña incertidumbre y si se le determina directamente, la operación se alarga de un modo sensible.

«Mas, a pesar de su imperfección, es un método que emplean con preferencia, los marinos habituados ya a las observaciones. Basta poseer una tabla de Guépratte, para efectuar el cálculo en algunos minutos.»

Hé aquí la fórmula:

$$\text{Sen } \gamma X = \text{Sen } \gamma \delta - \text{Sen } \gamma (a-b) - F [\text{Sen } \gamma \cdot d - \text{Sen } \gamma (a-b)] + \text{Sen } \gamma (a'-b').$$

en que:

$X$  = distancia verdadera buscada.

$d$  = distancia observada, corregida del error instrumental y de los semi-diámetros.

$a$  y  $b$  = distancias zenitales aparentes.

$a'$  y  $b'$  = id. id. verdaderas.

El factor  $F$  lo da la fórmula:

$$1 - F = \frac{\text{Sen } a' \cdot \text{Sen } b'}{\text{Sen } a \cdot \text{Sen } b}.$$

En la tercera edición de Guépratte, la tabla  $F$  está en las páginas 384 y 385 y la de los senos-versos en las 355 a 383.



### Reduccion de una distancia lunar. (Método de Garnett).

$$\text{Conocidos } \left\{ \begin{array}{l} a = 12^{\circ} 19' 44'' \zeta \quad a' = 13^{\circ} 11' 45'' \zeta \\ b = 54 \quad 2 \quad 50^* \quad b' = 54 \quad 2 \quad 10^* \\ d = 43^{\circ} 9' 51''.1 \\ \hline b-a = 41^{\circ} 43' 6'' \quad b'-a' = 40^{\circ} 50' 25'' \end{array} \right\}$$

$$\text{Sen } \gamma. d = 0.270603$$

$$\text{Sen } \gamma (b-a) = 0.253574$$

$$\hline 0.017029$$

(1)

$$213$$

$$\hline 51$$

$$1$$

$$\hline 52$$

$$0.006977$$

$$\text{Sen } \gamma (b'-a') = 0.243464$$

$$\text{Sen } \gamma X = 0.260441$$

(2)

$$X = 42^{\circ} 18' 22''$$

Como un apéndice a las ideas emitidas en el artículo de Mr. Féix, y para hacer ver de un modo patente la gran importancia de la medision de distancias lunares y hacer constar, además, la imprescindible necesidad en que pueden hallarse los buques en la mar de hacer uso de estas observaciones, sobre todo en viajes fuera de vista de tierra, largos y a la vela, en que por fuerza se tiene que quedar completamente al arbitrio de los cronómetros y de los as-

(1) El número 213 es el factor F invertido. Entrando a las tablas de Guépratte (p. 384) con la paralaje horizontal del lugar  $57^{\circ} 26.1$  y la altura aparente de la  $\zeta$ ,  $12^{\circ} 19' 44''$ , Sen encuentra como factor 0.312, el que representa un número de cinco decimales = 0.00312. En lugar de multiplicar 0.017,029 por 0.00312, hemos efectuado la multiplicación abreviada, lo que se hace invirtiendo la parte entera del factor, disponiendo las cifras como se vé mas arriba. Hemos obtenido así el número 52, que hemos sus- traído de 0.017029.

(2) Empleando el método de Borda, se habria encontrado  $42^{\circ} 18' 23''.6$ . El error es verdaderamente insignificante.

Por medio de las tablas de senos-versos de Guépratte, las partes proporcionales se obtienen con la mayor facilidad.

---

tros, a causa de la no existencia de otros puntos de referencia, vamos a esponer aquí un hecho acaecido últimamente a bordo del crucero *Esmeralda*, durante su tiempo de estacion en la rada del Callao.

A la fecha a que vamos a referirnos, marchaban perfectamente los tres magníficos cronómetros que posee ese crucero (1). Las variaciones diarias eran mui regulares desde mucho tiempo atras, como lo manifestaban claramente los resultados que arrojaban las observaciones hechas, con el objeto de confirmar mas el estado absoluto que se tenia, que fué dado por observaciones de alturas correspondientes hechas en el departamento, ántes de zarpar el buque para su estacion del Norte y ademas las comparaciones que diariamente se hacen, manifestaban tambien la gran regularidad de éstas marchas. Las segundas diferencias entre los cronómetros *A.* y *B.*, fueron durante los meses de Julio y Agosto, de 0.5 segundos y 1 segundo mui rara vez, coincidiendo jeneralmente esta variacion con salvas o ejercicios de fuego que tenian lugar en el crucero. Esta regularidad que hemos hecho notar solo con el objeto de suministrar mas pruebas a lo que vamos a esponer, existia hasta el momento en que el que suscribe abandonó el buque y quizá continuará existiendo hasta el presente.

Hechas estas aclaraciones, que servirán de mucho en el curso de este artículo, vamos a esponer el hecho a que venimos refiriéndonos.

El dia 24 de Agosto del año próximo pasado, fueron a observar a la seccion denominada "Chucuito", suburbio del Callao y cuyas coordenadas se encuentran perfectamente determinadas, por haber sido ese punto escojido por todos los observadores para el arreglo de sus cronómetros, los Guardia-Marinas de 1.<sup>a</sup> clase señores J. Guzman, M. Aguirre y el que suscribe.

Las únicas observaciones posibles de hacer, eran alturas absolutas de Sol, porque, como lo vamos a hacer notar aquí, en el Callao mui rara es la vez que puede encontrarse ocasion en que el tiempo

---

(1) Cronómetros de la fábrica de Dent, N.º 40908....

favorezca la observacion de alturas correspondientes, a causa de hallarse el tiempo siempre muy cerrado en las mañanas. De otro modo, no quede la menor duda que habríamos con presteza aprovechado la ocasion que se nos hubiera presentado para comprobar con exactitud nuestro estado absoluto que se encontraba en esos momentos un sí es no es nebuloso.

Volviendo al dia de nuestras observaciones, el tiempo estaba espléndido. Reinaba calma completa y ni siquiera una nube se divisaba en el firmamento. Además el lugar escogido para la observacion, si bien situado en la playa, las olas por fuertes que fueran, no alcanzaban a influir en lo mas mínimo sobre el horizonte artificial.

Las observaciones fueron hechas, por consiguiente, con toda la exactitud posible.

Los horarios fueron calculados a bordo teniendo a la vista los mismos datos para todos.

Y si no hubiera creído hacerme demasiado pesado y encontrarlo fuera de lugar, habria estampado aquí completos los cálculos de nuestros estados absolutos.

Daremos, por consiguiente, solo los resultados que arrojaban los dichos horarios, que fueron los siguientes:

Señor Guzman = Media de 5 series de 6 alturas cada una.

Estado absoluto = —8m. 58s.45.

Señor Aguirre = Media 4 series de 6 alturas cada una.

Estado absoluto = —8m. 58s. 61.

Señor Linares = Media de 8 series de 6 y 4 alturas cada una.

Estado absoluto = —8m. 58s.50.

La media de estos tres estados medios, no daba, pues, un adelanto del cronómetro A. Deut. N.º 40,908, de 8m. 58s.52 respecto del primer meridiano, Greenwich.

Ahora, por la muy pequeña diferencia que aparecia entre los resultados finales de cada uno, las observaciones podian considerarse como regularmente buenas, a no ser que se hubiera interpuesto la casualidad, muy rara en efecto, de haber todos nosotros cometido errores de igual magnitud y en el mismo sentido, para poder venir

a formar entre dichos resultados la concordancia final que queda ya a la vista.

Por último, los estados absolutos que resultaban del cálculo de los dichos horarios, concordaban perfectamente con el estado absoluto que se tenía a bordo y, por consiguiente, con la marcha diurna ya adoptada.

Compulsado, además, el estado de los cronómetros del crucero, con el de los otros buques surtos en la bahía, tanto nacionales como extranjeros, resultaba la muy pequeña diferencia media de 0.6 segundos.

El estado que se tenía a bordo, era de 8m. 58s. 1.

El medio dado por las observaciones era, como hemos ya dicho, 8m. 58s.52. Resultaba entre estos dos estados la diferencia de 0m. 0s.42, diferencia en extremo insignificante, sobre todo si se toma en cuenta que esos resultados venían de alturas absolutas, método que, como se sabe, dá resultados bastante exactos pero que dejan siempre algo que desear cuando se les compara con resultados obtenidos por alturas correspondientes, que tienen ya universalmente bien sentada su reputación en todos sentidos.

Advertiremos también de paso, que el oficial piloto del crucero revisaba todos nuestros cálculos y compulsados nuestros resultados con los obtenidos por observaciones hechas por él, resultaba una muy pequeña diferencia.

Sentimos grandemente no tener al alcance de nuestra mano los cálculos del teniente 1.º señor Pedro N. Martínez, que nos habrían servido perfectamente como comprobación a lo que venimos diciendo.

Diez días después de la ya citada fecha, es decir, el 3 de Setiembre, fuimos los mismos Guardias-Marinas a observar nuevamente al citado cantón de Chucuito.

Los elementos se mostraron tan propicios como la primera vez de nuestras observaciones.

La marcha diaria, perfectamente comprobada, era de + 1 m. 5 segundos.

Haciéndole esta corrección al estado que teníamos y que hemos

ya nombrado mas arriba, resultaban 9m. 13s.1 como estado absoluto del cronómetro A, para el dia de las nuevas observaciones.

Pero, ¿cuál no seria nuestro asombro, viendo que todos nuestros cálculos arrojaban resultados tan distintos del que suponíamos debían dar! Sin embargo, como se verá mas adelante, nuestros resultados concordaban perfectamente, una vez mas, todos ellos entre sí.

Hélos aquí:

Señor Guzman = Media de 3 séries de 6 alturas cada una.

Estado absoluto = —9m. 35s.92.

Señor Aguirre = Media de 4 séries de 4 y 6 alturas cada una.

Estado absoluto = —9m. 35s.87.

Señor Línacre = Media de 5 séries de 6 alturas cada una.

Estado absoluto = —9m. 36s.00.

Se vé, pues, que no mentíamos, cuando decíamos mas arriba que nuestros resultados concordaban perfectamente, una vez mas, entre sí.

La media de todos esos estados concordados venia a ser de 9m. 35s.92.

Segun la marcha diaria, el estado que debía tenerse era de 9m. 13s.1.

Resultaba, por consiguiente, la gran diferencia de 0m. 22s.82., lo que reducido a millas marinas nos daba 5.7 millas o mas bien 6, hablando en números redondos.

¿De dónde venia, ahora, esta gran diferencia?

¿Era erróneo alguno de los dos estados ya espuestos?

Y como esto es mui natural, ¿cuál era el incierto? ¿era el primero o el último de los observados?

Vamos a verlo.

Dos causas podian ser las motivantes de esta discordancia:

1.º Algun acontecimiento desconocido o no prescrito que hubiera obrado sobre los cronómetros, con intensidad suficiente para poder desarreglarlos.

2.º Error cometido por los observadores, ya en el cálculo o en la observacion.

El exámen que vamos a hacer nos dirá con toda claridad cuál de estas dos causas era la influyente en la ya mencionada discordancia.

Las comparaciones diarias no indicaban que hubiera alguno de los cronómetros sufrido salto o desarreglo alguno.

Si algun acontecimiento hubiera tenido lugar, habria obrado sobre los tres cronómetros a la vez, lo que no tiene nada de raro y podria, si tuviera los datos a mano, colocar aquí casos sucedidos iguales al de que ocupa nuestra atencion, en que algun acontecimiento atmosférico haya obrado sobre dos o mas instrumentos a la vez y con igual intensidad. No veo tampoco el por qué los acontecimientos hubieran de tener predileccion sobre alguno de los cronómetros en particular, siendo todos ellos máquinas iguales, casi con exactitud.

Que en nuestros cálculos existiera un error igual a la diferencia notada, no lo aceptamos en manera alguna, pues fueron todos ellos y uno a uno, prolijamente revisados y no por nosotros solos.

Todos nuestros datos resultaron ser verdaderamente fieles y todos nuestros cálculos haber sido hechos perfectamente bien.

No proviniendo el error del cálculo de los horarios, podria quizá venir de mala observacion de las alturas.

Pero solo suponer esto es ya un absurdo, pues para un error de 23 segundos, que es el cometido supuestamente, la diferencia en alturas seria, mas o ménos, de 20' o 25 minutos de grado; luego habríamos tomado todos nosotros el contacto, estando los limbos de los Soles reflejado y directo a una gran distancia entre sí. Cometer este error es imposible, aun cuando algo mui notable hubiera llamado nuestra atencion en el momento en que íbamos a dar el *top*, y esto tenia que habernos sucedido a uno en pos de otro, lo que es mucho mas raro todavía.

La hora apuntada no era tampoco errónea absolutamente, pues eso lo habríamos notado al hacer la comparacion de vuelta a bordo, y seria en extremo raro que todos los tres nos hubiéramos equivocado en la anotacion de dichas horas y en la misma cantidad de segundos, y es, ademas, bien conocido de todos el gran cuidado que

siempre se toma el que apunta, para hacer la anotacion con toda fidelidad.

La comparacion empleada en el cálculo no era tampoco errónea, pues tuvimos la precaucion de hacerla dos veces, a la ida y a la vuelta, y ámbas resultaron idénticas.

No habiendo, pues, error alguno en el cálculo, ni en la observacion de las alturas, es indudable que ha sido algun acontecimiento que obró sobre los tres cronómetros con la misma fuerza.

Por esos dias casualmente tuvo lugar un temblor en ese lugar y de alguna magnitud, y, ademas, por esos dias tambien, tuvimos salva a bordo del crucero con cañones de 6 pulgadas y 16 libras de carga, pólvora prismática comun.

Puede que ésta sea la causa del salto sufrido por los cronómetros

Pero no nos detendremos a examinar este acontecimiento, no como fué, ni qué fué, ni si pudo o nó obrar sobre los cronómetros, pues aparte de no encontrarnos con fuerza para este exámen, no entra tampoco dentro de los límites que a esta nota lo hemos trazado.

El único objeto que nos ha guiado a escribir estas líneas es, como anteriormente hemos dicho, para que pudiera servir como una especie de apéndice al artículo insertado y al mismo tiempo para darle mas fuerza de verdad y mas atractivo, relatando un acontecimiento reciente.

Aceptado lo dicho mas arriba, pongámonos ahora en el caso, de que, en vez de estar tranquilamente fondeado en el Callao, se hubiera el crucero o cualquier buque que fuera, para hablar con mas jeneralidad, encontrado navegando en alta mar y guiándose, como era mui natural, por los cronómetros, como punto de partida para todos los cálculos y considerando perfectamente buenos, como era mui natural tambien, los datos que esos instrumentos suministraban, pues habiéndolos arreglado ántes de hacernos a la mar, supondríamos o creeríamos que la marcha habia seguido con toda regularidad, sin pensar por un momento siquiera, que algun acontecimiento importuno vendria a perturbar la tranquilidad de que gozaban nuestros preciosos guias.

Supuesto el ya sucedido caso y puestos en las nuevas circuns-

tancias creadas, ¿de qué modo habríamos podido conocer la perturbacion sufridas por nuestros cronómetros?

¿Por las comparaciones diarias?

Pero hemos ya dicho que dichas comparaciones, no arrojaban, en el caso presente, luz alguna sobre el particular.

¿Comparando los resultados obtenidos por la observacion, al punto dado por marcaciones a partes notables de la costa?

Tampoco tiene cabida posible la posibilidad de esta comparacion, pues nos hemos puesto, en el caso, mui jeneral en los buques de guerra, de estar navegando fuera de vista de tierra.

¿Tomando como verdadero el punto dado por la estima, en vista de la gran diferencia que nos daba con el punto observado?

Pero, si jeneralmente es la estima la considerada errónea y en todas circunstancias se toma como verdadera la observacion.

Por mucha confianza que se tenga en el rumbo seguido por el buque, y, por consiguiente, en las tablas de desviaciones de los compases, y aun cuando se considere que las correderas de patente hayan marchado perfectamente bien, siempre es mucho mayor la confianza que inspiran los cronómetros y el sextante, mas aun cuando se tiene completa fé en el último arreglo hecho.

¿Cómo podríamos entónces saber si nuestros cronómetros han marchado bien todo el viaje o si ha sido perturbada su marcha durante el curso de él?

Sencilisimamente.

Observando, siempre que se presente la ocasion, una o mas distancias lunares y observando, para esto, las reglas que, minuciosamente, han sido espuestas en el artículo inserto.

El resultado de estas observaciones, nos habria dado a conocer, en el supuesto que dichas observaciones han sido bien hechas y bien calculadas, que nuestros cronómetros no marchaban con la fidelidad que nosotros lo suponíamos y nos habria, por consiguiente, obligado a mirar con mas recelo los datos que nos suministraban, quedándonos, con esto, tres puntos a que poder atenernos:

1.º Tomando como verdadero el estado que nos hubiera suministrado el cálculo de la distancia lunar observada;

2.º Hacer abstraccion del punto observado, dada la poca o ninguna



confianza que los cronómetros nos inspiraban y tomar, en adelante, como punto verdadero, el suministrado por la estima;

3.º Compensar los errores, tomando la media entre el punto observado y el estimado; y

4.º Tomando la media entre el estado que teníamos y el que nos diera la distancia lunar.

Ahora, la eleccion de cualquiera de estos puntos, quedaria al arbitrio de la intelijencia y esperiencia del que ordena en estos casos; pero indudablemente guiándose siempre por aquel que prestare mayores garantías.

Lleguemos, pues, a nuestra conclusión.

¿Son o nó necesarias las observaciones de distancias lunares? ¿Es muy raro el caso en que se vea uno obligado a usar este tan *terrible método*?

Lean lo que antecede y contesten los acérrimos partidarios del método cronométrico, que creen que cuando se considera bueno y fácil un método, los demas no tienen cabida alguna posible, a no ser por mero pasatiempo, y que seguramente la Providencia velará sobre sus cronómetros y guardará con fidelidad los rumbos a propósito, para impedir que su buque se vaya sobre las rocas ó sobre algun bajo.

Tomen nota esos partidarios de este caso y contesten:

(i) En la suposicion de ignorar o bien en el caso de saber que sus cronómetros no marchaban como su gusto y necesidad lo desearan, ¿a qué recurririan para arreglarlos y cómo se guiarian durante el resto que quedara de viaje?

¿Los dejarian por la mano hasta llegar al puerto y tomarian solo la estima u observarian distancias lunares?

Ellos responderán.

¡Y fíjense no mas, que si esta vez el salto de los cronómetros fué de 23 segundos, otra puede ser el doble y quizá el triple!

Consideramos con esto cumplido el objeto que nos guió a escribir estas líneas.

¡Ojalá nuestros marinos y especialmente los oficiales encargados de la derrota de la nave, temiendo un caso parecido al que queda relatado, practiquen y tengan fé en un método de observacion, que jamas dejará de tener magnífica cabida en las observaciones náuticas, necesarias a todo marino!

ALBERTO LÍNACRE,  
Guardia-Marina de 1.ª clase.

Núms.	HORAS CRONOMÉTRICAS (reloj).			DISTANCIAS INSTRUMENTALES.		
1.	9h	53m	28s	16°	41'	35"
2.	"	58	45	"	44	00
3.	10	02	06	"	45	20
4.	"	06	28	"	47	30
5.	"	09	08	"	48	20
6.	"	11	40	"	49	30
7.	"	14	59	"	50	30
8.	"	18	20	"	51	50
9.	"	21	16	"	53	10
10.	"	23	28	"	54	10
11.	"	25	57	"	55	00
12.	"	29	07	"	56	10
13.	"	32	10	"	57	20
14.	"	34	35	"	58	10
15.	"	37	23	"	59	30

### Cálculo del estado absoluto por 15 observaciones de distancias de la Luna a una estrella, medidas con el sextante.

El 15 de Mayo, 1881, hacia las 11h 45m de la tarde, estando por los 27° 45' de Lat. N. observada y por los 18° 47' Lonj. O. estimada, se han tomado con el sextante las 15 observaciones aquí expuestas. (De la Luna a Antaris, borde alejado.) En el momento de la observación, el error instrumental era — 35", tomado en cuenta el prismaismo de los vidrios coloreados empleados. En este mismo momento, el reloj atrasaba, respecto del cronómetro, 5h 20m 38s; el termómetro marcaba + 21°; el barómetro 766 m/m; el ángulo de la Luna era, mas o menos, de 70°; un ángulo horario calculado en la tarde del 15 de Mayo, combinado con el cambio en longitud hecho desde la hora del cálculo del horario, hasta el momento de la observación de las distancias, ha dado las siguientes tres horas, que corresponden a las observaciones (1), (8) y (15), horas T. M. del lugar: (1) 11h 34m 8s; (8) 11h 59m 03s y (15) 12h 18m 38s. Se pide rectificar el estado absoluto del cronómetro, que se supone igual a 9h 35m 40s, atrasado sobre el T. M. de Paris, en el momento de las observaciones.

**CÁLCULO DE LAS HORAS APROXIMADAS DE PARIS T. M. (1), (8) y (15).**

Hm. lugar = 11h 34m 08s 11h 59m 00s 12h 18m 36s  
 Lonj. Oeste = 1 15 5 4 1 15 4 0 1 15 4 0

Horas de Paris = 12h 49m 12s 13h 14m 46s 13h 33m 7s

**CÁLCULO DE LAS ARm O, AR (, D (, PARA LAS HORAS DE PARIS.**

ARm O = 3h 35m 29s 3h 35m 33s 3h 35m 36s 2  
 AR ( = 17 31 26 3 17 32 32 2 17 33 23s 2  
 D ( = 22° 49' 5" 22° 48' 24" 22° 47' 53s 4

**CÁLCULO DE LOS TRES SEMI-DIÁMETROS DE LA (.**

1/2 diám. equat. = 16° 23' 16° 23' 16° 23'  
 TXXV Caillot = + 28" + 9" 2 + 9" 7

TXXIII = — 0.3 — 0.3 — 0.3

1/2 diám. calculado = 16° 31' 9" 16° 31' 9" 16° 32' 4"

**CÁLCULO DE LA PARALAJE.**

Paralaje equat. = 60' 1" 1  
 TXXIV = + 2.7

Paralaje calculada = 60' 3" 8

**AR\* y DECLINACION\*.**

AR\* = 16h 22m 10s 7  
 D\* = 26° 10' 6" 2 S.

**CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS AL POLO (.**

Hm. lugar = 11h 34m 8s 11h 59m 03s 12h 18m 38s  
 ARm O = 3 35 29 0 3 35 33 1 3 35 36 2  
 Hs. lugar = 15 9 37 6 15 34 34 7 15 53 39 8  
 AR ( = 17 31 26 3 17 32 32 2 17 33 22 2  
 Alt. ap. ( = 21 38 11 3 22 2 1 2 22 20 17 6  
 P. ( = 2 21 48 7 1 57 58 5 1 89 42 4

**CÁLCULO DE LAS ALTURAS VERDADERAS Y APARENTES DE LA (.**

log. cos. P. = 1.910940. 1.939724 1.957534  
 colog. tg. D = 0.375990 0.376230 0.376416  
 log. tg. s = 0.286930 0.315954 0.333950  
 s = 62° 42' 1" 64° 12' 52" 65° 7' 56"  
 l = 27 45 00 27 45 00 27 45 00  
 s — l = 34 56 1 36 27 51 37 22 56

log. sen (s — l) = 1.757872 1.774023 1.783262  
 log. sen D. = 1.588618 1.588414 1.588252  
 colog. cos s = 0.348278 0.361507 0.376208  
 log. sen alt. = 1.684768 1.723944 1.747722

Alt. v. ( = 28° 56' 29" 31° 58' 41" 34° 09' 51"  
 — 50 50 5 — 49 25 — 48 21  
 — 5 38 5 31 9 16 33 11 30  
 — 51 11 8 — 49 49 — 48 48 3  
 — 5 17 2 31 8 52 33 12 2 7  
 — 0 3 5 — 3 1 — 2 8

Alt. ap. ( = 28° 5' 13" 31° 8' 48" 33° 11' 59" 9

**CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS AL POLO\*.**

Hs. lugar = 11h 9m 37s 15h 34m 33s 15h 53m 39s 8  
 AR. \* = 16 22 10 7 16 22 10 7 16 22 10 7  
 Alt. ap. \* = 22 47 16 9 23 12 23 0 23 31 29 1  
 P. \* = 1 12 43 1 0 47 47 0 0 28 30 9

**CÁLCULO DE LAS ALTURAS VERDADERAS Y APARENTES DE LAS\*.**

1.977762 1.990491 1.996629  
 0.308586 0.308586 0.308586  
 0.286348 0.299077 0.305215  
 62° 41' 00" 63° 19' 54" 63° 39' 19"  
 27 45 00 27 45 00 27 45 00  
 34 54 00 35 34 54 35 54 19  
 1.757507 1.764820 1.768229  
 1.644450 1.644450 1.644450  
 0.37786 0.347923 0.352841  
 1.739743 1.751103 1.765520

Alt. v. \* = 33° 18' 45" 34° 52' 16" 35° 38' 51"  
 + 1 28 9 + 1 23 6 + 1 21 2  
 33 20 15 9 34 53 39 6 35 40 12 2  
 — 2 0 — 2 6 — 2 2

Alt. ap. \* = 33° 20' 13" 34° 53' 37" 35° 40' 10" 0

**TABLA DE LAS INTERPOLACIONES.**

HORAS RELOJ.	DISTANCIAS		DIFEREN- CIAS.	MEDIDA DE LOS RESULTADOS.
	OBSERVADAS.	REDUCIDAS.		
1	9h 53m 28s	5.28	16° 4' 35"	1 9h 34m 49s 0
2	" 58 45	" 44 00	" 08 35.7	2 " 35 18 1
3	10 02 06	" 45 20	" 10 33.5	3 " 35 12 6
4	" 06 28	" 47 30	" 13 32.9	4 " 35 56 1
5	" 09 08	" 48 20	" 14 53	5 " 35 21 6
6	" 11 40	" 49 30	" 16 31.7	6 " 35 35 4
7	" 14 59	" 50 30	" 18 8.9	7 " 35 11 3
8	" 18 20	" 51 50	" 20 7	8 " 35 8 7
9	" 21 16	" 53 10	" 22 2.3	9 " 35 27 1
10	" 23 28	" 54 10	" 23 28.9	10 " 35 41 4
11	" 25 57	" 55 00	" 24 48.8	11 " 35 27 1
12	" 29 7	" 56 10	" 26 37.2	12 " 35 20 0
13	" 32 10	" 57 20	" 28 23.8	13 " 35 17 1
14	" 34 35	" 58 10	" 29 43	14 " 35 38 1
15	" 37 23	" 59 30	" 31 36.7	15 " 35 29 0

**Cálculo de los estados absolutos que corresponden a las observaciones (1), (8) y (15).**

Distancia aparente ( = 16° 24' 28" 9  
 Altura id. = 28 5 13 7  
 Id. id. \* = 33 20 13 0

Suma = 77 49 55 6  
 1/2 id. = 33 54 57 8  
 Distancia — 1/2 id. = 22 30 28 9  
 Altura verdadera ( = 28 56 29 0

Id. id. \* = 33 18 47 0

Suma de alts. verdaderas = 62 15 16 0  
 1/2 Suma = 31 7 38 0  
 Angulo auxiliar = 80 35 31 4

1/2 distancia aproximada = 8 2 37 2  
 Distancia = 16 5 14 4  
 Correc. por aplantamiento = — 3 3

Distancia reducida = 16° 5' 11"  
 15 36 42  
 28 29

0.2282..... 12h  
 0.2327.....  
 3.6469..... 48m 10s

Hora Paris aproximada = 12 48 10 5  
 T. X. (c. d. T.) = — 2 5

12 48 8 0  
 T. XII = — 0 0

12 48 8 0  
 Errores de tablas = + 13 4

Hora Paris exacta = 12h 48m 21s 4  
 Hora cronómetro = 15 13 31 8

(1) Estado absoluto = 9h 34m 49s 6

16° 34' 43" 1  
 31 8 48 9  
 34 33 37 0

0.  
 0.0676055  
 1178

log. cos. = 1.8910170  
 log. cos. = 1.9655902  
 log. cos. = 1.9420653

Suma = 1.8532072  
 1/2 id. = 1.9266036  
 log. cos. = 1.9324847  
 log. sen s = 1.9941189

Suma = 1.2134188  
 log. sen D. = 1.1459035

82 37 9 0  
 41 18 34 5  
 24 43 51 4  
 31 58 41

34 52 16

66 50 57  
 33 25 28 5  
 80 11 53 3

8 10 5 1  
 16 20 10 2  
 — 3 3

16 20 6 9  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 43 23 9 3.4156...  
 3.6438... 1 13m 24s 0

13 13 24 0  
 — 3 9

13 13 20 3  
 — 1 0

13 13 19 1  
 + 13 4

13h 13m 32s 5  
 15 38 23 8

(8) Estado absoluto = 9h 35m 81s 8

16° 42' 22" 6  
 33 11 59 9  
 35 40 10 0

0.0773954  
 1178

log. cos. = 1.8757289  
 log. cos. = 1.9582208  
 log. cos. = 1.9285244

Suma = 1.8301974  
 1/2 id. = 1.9150987  
 log. cos. = 1.9214844  
 log. sen s = 1.9936143

Suma = 1.2432054  
 log. sen D. = 1.1375549

85 34 32 5  
 42 47 16 2  
 26 4 53 6  
 34 00 51 0

35 38 51 0

69 39 42 0  
 34 49 51 0  
 79 54 53 1

8 15 50 0  
 16 34 40 0  
 — 3 3

16 31 36 7  
 15 36 42 0 0.2282... 12h  
 34 54 7 3.4156...  
 3.6438... 1 32m 52s 0

13 32 52 0  
 — 8 6

13 32 43 4  
 — 1 0

13 32 42 4  
 + 13 4

13h 32m 55s 8  
 15 57 26 8

(15) Estado absoluto = 9h 35m 29s 8

**Cálculo de los estados (2), (3), (4), (5), (6), (7), (9), (10), (11), (12), (13) y (15).**

16° 8' 35" 7  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 31 53 7 3.2818...  
 3.5100... 53m 56s

16° 10' 33" 5  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 33 51 5 3.3078...  
 3.5360... 57m 12s 5

16° 13' 32" 9  
 15 36 42 0 0.2282... 12h  
 33 30 9 3.3446...  
 3.5728... 1 02m 19s 5

12 53 56  
 — 2 3

12 53 53 5  
 — 00 0

12 53 53 5  
 + 13 4

12 54 06 9  
 15 18 48 8

Estado absoluto (2) = 9h 35m 18s 1  
 Estado absoluto (3) = 9h 35m 12s 6  
 Estado absoluto (4) = 9h 35m 56s 1

16° 14' 53" 7  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 38 11 3.3600...  
 3.5882... 1 04m 35s

16° 16' 31" 7  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 39 49 7 3.3783...  
 3.6065... 1 07m 21s

16° 18' 8" 9  
 15 36 42 0.2282... 12h  
 41 26 9 3.3957...  
 3.6239... 1 10m 6s 2

13 4 35  
 — 4 0

13 4 31 0  
 — 1 0

13 4 30 0  
 + 13 4

13 4 43 4  
 15 29 11 8

Estado absoluto (5) = 9h 35m 21s 6  
 Estado absoluto (6) = 9 35 35 4  
 Estado absoluto (7) = 9h 35m 11s 3

13 02 19 5  
 — 4 0

13 02 15 5  
 — 1 0

13 02 14 5  
 + 13 4

13 02 27 9  
 15 26 31 8

13 7 21  
 — 4 2

13 7 16 8  
 — 1 0

13 7 15 8  
 + 13 4

13 7 29 2  
 15 31 43 8

Estado absoluto (8) = 9h 35m 11s 3

NOTA (\*). En el Almanaque Náutico, en la época de las distancias, disminuir el log.  $\frac{3h}{\text{Difs.}}$

La diferencia entre los dos log.  $\frac{3h}{\text{Diff.}} = 26$

NOTA (\*\*). El argumento  $\Delta = 1$ .

16° 22' 2"3			
15 36 42	0.2282...	12h	
45 20 3	3.4346...		
	3.6628...	1	16m 40s
		13	16 40
			— 5 5
		13	16 34 5
			— 1 0
		13	16 33 5
			+ 13 4
		13	13 46 9
		15	41 19 8
Estado absoluto (9) =		9h 35m 27s3	

16° 26' 37"2			
15 36 42	0.2282...	12h	
49 55 2	3.4346...		
	3.7046...	1	24m 25s
		13	24 35
			— 6 6
		13	24 18 4
			— 1 0
		13	24 17 4
			+ 13 4
		13	24 30 8
		15	49 10 8
Estado absoluto (12) =		9h 35m 20s	

16° 23' 28"9			
15 36 42	0.2282...	12h	
46 46 9	3.4382...		
	3.6764...	1	19m 7s
		13	19 7
			— 6 2
		13	19 0 8
			— 1 0
		13	19 59 8
			+ 13 4
		13	19 13 2
		15	43 31 8
Estado absoluto (10) =		9h 35m 41s4	

16° 28' 23"8			
15 36 42	0.2282...	12h	
51 41 8	3.4916...		
	3.7198...	1	27m 26s
		13	27 26
			— 7 5
		13	27 18 5
			— 1 0
		13	27 17 5
			+ 13 4
		13	27 30 9
		15	32 13 8
Estado absoluto (13) =		9h 35m 17s1	

16° 24' 48"8			
15 36 42	0.2282...	12h	
48 6 8	3.4604...		
	3.6886...	1	21m 22s
		13	21 22
			— 6 5
		13	21 15 5
			— 1 0
		13	21 14 5
			+ 13 4
		12	21 27 9
		15	46 00 8
Estado absoluto (11) =		9h 35m 27s1	

16° 29' 43"			
15 36 42	0.2282...	12h	
53 1	3.5026...		
	3.7308...	1	29m 40s
		13	29 40
			— 7 5
		13	29 32 5
			— 1 0
		13	29 31 5
			+ 13 4
		13	29 44 9
		15	54 6 8
Estado absoluto (14) =		9h 35m 38s1	