

*Señor*

*Ambrosio Moult.*

*de la afmo i ss.*

*Luis Uribe*

MANUAL

DE

HIDROGRAFIA PRACTICA.

COMPILACION HECHA A LA VISTA

DE LAS

MEJORES OBRAS INGLESAS

QUE TRATAN SOBRE LA MATERIA.

POR

LUIS URIBE,

Teniente de Marina.



VALPARAISO.

IMPRESA DE LA PATRIA, CALLE DEL ALMENDRO, NÚM. 16.

—  
1875.

Comision de Profesores  
de Escuela Naval.

*Valparaiso, junio 11 de 1875.*

Señor Comandante Jeneral de Marina:

La comision que suscribe, nombrada por VS. para examinar el *Manual Práctico de Hidrografía* arreglado sobre varias obras especiales por el Teniente de Marina don Luis Uribe, ha examinado detenidamente este trabajo formándose de él el juicio siguiente:

El *Manual Práctico* es una juiciosa y acertada compilacion de las principales reglas y preceptos para el levantamiento de planos de bahias, costas, rios, etc. teniendo por su buen arreglo y eleccion de las materias, toda la importancia de un guia práctico en las operaciones. La comision lo cree, pues, un auxiliar utilísimo, no solo para los oficiales empleados en comisiones hidrográficas, sino para los aspirantes de la Escuela Naval como un apéndice de aplicaciones despues de su curso de Topo-Hidrografía.

En consecuencia, lo recomienda a VS., indicando la conveniencia de su impresion cuyo pequeño gasto quedará compensado con el servicio que prestará este trabajo en la Armada.  
—LUIS A. LYNCH.—ARTURO PRAT.—A. DESMADRYL.

---

*Santiago, junio 17 de 1875.*

Núm. 453.—Informe el Director de la Oficina Hidrográfica.  
Anótese.—SANCHEZ FONTECILLA.

Señor Ministro:

He estudiado con atención el *Manual Práctico de Hidrografía* escrito por el señor Luis Uribe y he podido notar que él corresponde a su título de una manera aventajada.

El autor prescinde por completo de las teorías que presupone necesarias y conocidas de todo explorador, colocándose tan solo en el terreno de las aplicaciones, por lo que su *Manual* es un excelente complemento de la Topo-Hidrografía que se enseña en la Escuela Naval.

La impresión de este pequeño libro y su circulación entre los oficiales de la Armada sería de grande utilidad.—Santiago, junio 22 de 1875.—F. VIDAL GORMAZ.

---

República de Chile,  
Mayoría del Departamento  
de Marina.

*Valparaiso, agosto 14 de 1875.*

Núm. 364.—El Comandante Jeneral de Marina, con fecha de ayer, me dice lo que sigue:

“Por el Ministerio de Marina, S. E. con fecha 12 del actual, ha decretado lo siguiente:

Núm. 613.—En vista de los precedentes informes, se adopta para la enseñanza de la Hidrografía en la Escuela Naval el *Manual Práctico* de dicho ramo arreglado por el Teniente 1º graduado don Luis Uribe.”

Lo transcribo a usted para su conocimiento y fines consiguientes.

Dios guarde a usted.—J. WILLIAMS REBOLLEDO.  
Al Teniente 1º graduado don Luis Uribe.

---

## PREFACIO.

---

Hoy día en que los reconocimientos hidrográficos de nuestra dilatada costa, ordenados por el Supremo Gobierno, se han hecho una ocupacion constante de los oficiales de la Armada, algunos de los cuales se han adquirido ya un nombre en esa clase de trabajos, he creído venir en ayuda de los que empiezan su carrera y dan los primeros pasos en la práctica de aquellos reconocimientos y en la del levantamiento de los planos, presentándoles un pequeño tratado práctico de hidrografía, que supla en lo posible la falta de libros en nuestro idioma, que traten sobre la materia.

Para llevar a cabo mi objeto he consultado varias obras inglesas y tomado de ellas lo mejor y lo que por su naturaleza se prestaba a tener cabida en un manual, ordenando el todo del mejor modo que me ha sido posible.

He creído tambien conveniente acompañar algunas reglas, indispensables para el buen mantenimiento de los cronómetros a bordo, tales como, su colocacion y estiva, sus comparaciones diarias, la temperatura uniforme a que deben estar sujetos, etc., sin lo cual rara vez un trabajo tiene toda la exactitud que es de desear.

Termino por fin con la esposicion del método últimamente adoptado para la determinacion y comunicacion de las diferencias cronométricas.

Si este pequeño trabajo contribuyese en lo mas mínimo al adelanto de nuestra marina, quedarian por demas satisfechos los deseos de

LUIS URIBE.

## INTRODUCCION.

---

Se puede decir que la Hidrografía es pura y simplemente una rama de la Trigonometría. Cuando dos posiciones están bien determinadas y la distancia entre ellas se conoce exactamente, esta puede considerarse como la base de un triángulo del cual otro punto visible es el vértice, y si se observan los ángulos formados por la base y las líneas tiradas a este punto, se podrá resolver el triángulo por la fórmula ordinaria o bien proyectándolo en el papel por medio del trasportador. Conocidos por este medio los lados del triángulo, se pueden tomar como nuevas bases, lo que permitirá llevar sobre un país, por mas grande que sea, una red de triángulos.

En la teoría de tal trabajo no se divisa dificultad alguna; no viene a ser sino una solución de triángulos y una determinación de ángulos y distancias. La dificultad de un reconocimiento hidrográfico está enteramente en la práctica. Las observaciones son siempre mas o menos defectuosas debido a la imperfección de los instrumentos y de la vista, y el percibir, reducir o eliminar los errores, ofrece un vasto campo al ingenioso teórico.

Por otra parte la elección de los varios puntos que se han de observar, la comparación de las ventajas y desventajas que ofrecen diferentes métodos de observación, exactitud al observar y al anotar las observaciones de manera que puedan ser fácilmente interpretadas por el litógrafo o dibujante, todo reunido requiere un grado de pericia y tino que solo se consigue con la práctica.

Un trabajo hidrográfico difiere de un trabajo topográfico en esto; que como la triangulación amenudo no puede llevarse de una parte de la costa a otra o a alguna isla distante, es menester establecer continuamente nuevos puntos de partida y determinar posiciones independientemente; mientras que en tierra una vez que se ha dado

comienzo, la red de triángulos puede estenderse sobre todo el país. De consiguiente, en un levantamiento topográfico toda la bondad del trabajo depende en la exacta determinacion de las posiciones iniciales, necesitando para ello el uso de instrumentos mui exactos, los cuales por su gran tamaño y delicado ajuste, no pueden llevarse con lijereza de un lugar a otro.

Pero en un levantamiento hidrográfico de una porcion de la costa, ya sea por la imperfeccion de los instrumentos o por la manera apurada con que algunas veces tienen que hacerse las observaciones, es imposible obtener perfecta exactitud en la posicion absoluta de las estaciones, ni tampoco es necesario; lo que principalmente se requiere es exactitud en la posicion relativa de los puntos trazados—exactitud en sus marcaciones y distancias de uno a otro, y mientras tanto se obtenga esta exactitud, dentro de los límites posibles, es cuanto podemos esperar con los instrumentos que tengamos que usar, ya sea sestante o teodolito.



# MANUAL

DE

## HIDROGRAFIA PRÁCTICA.

---

### **Instrumentos.**

Los instrumentos necesarios para un levantamiento hidrográfico son: el teodolito, el sestante, el anteojo micrométrico de Rochon, el trasportador de metal graduado en minutos, a escala graduada y una buena regla de partes iguales. Pero, como el teodolito rara vez se halla a bordo, bien puede uno dispensarse de él y conseguir hacer un trabajo del todo exacto sirviéndose solo del sestante; por otra parte el teodolito solo se puede usar en tierra, mientras que el sestante se puede usar tanto en tierra como en la mar. Con el auxilio de este último se encontró el extremo perdido del primer cable atlántico y sin él sería imposible conocer exactamente las profundidades de los mares.

J. R. Laughton en su *Theoretical and Practical Surveying*, comparando el teodolito con el sestante, dice: «Es mas natural que el sestante esté en manos de un oficial jóven, y es un instrumento el cual debe conocer a fondo; todas las observaciones astronómicas de un trabajo hidrográfico, todas las determinaciones de las posiciones sobre el agua deben hacerse con él; en tierra, las observaciones conectadas con la triangulacion y la determinacion de las estaciones secundarias pueden hacerse con él; en una palabra, sirviéndonos solo del sestante podremos hacer un trabajo completo lo cual sería imposible con el teodolito.»

Pero para que todo trabajo con el sestante sea perfecto, es nece-

sario que el observador trate de conocer a fondo sus ajustes, sus peculiaridades, la causa de sus errores y de saber el menor ángulo que con toda exactitud pueda medirse. No deberá nunca dejarlo inútilmente espuesto a los rayos del sol y al observar tratará de usar siempre que sea posible la misma sombra o vidrio de color.

Examinará con frecuencia el error de índice y su valor se determinará de tiempo en tiempo. Nada supone que el error sea grande con tal que sea estable; la constancia en el error es la mejor prueba que el instrumento es bueno.

Como práctica, será conveniente siempre que el buque se halle en puerto, situarlo y despues tomar ángulos de los diferentes picos, puntas, islotes, etc., y trasportando los mismos desde la posicion del buque ver si coinciden con los de la carta.

Se deberán tomar con frecuencia marcaciones verdaderas de diferentes objetos, tanto a la derecha como a la izquierda del sol, teniendose cuidado que el ángulo medido entre el sol y el objeto sea siempre el doble de la altura del sol.

Al tomar ángulos entre dos objetos cercanos se cuidará que se encuentren en el mismo plano horizontal o que el ángulo medido sea casi horizontal; en caso contrario habrá necesidad de operar como se explica mas adelante. Cuando el ángulo es grande no es de ninguna consecuencia que los objetos se hallen o nó en el mismo plano horizontal porque en este caso el error causado por la obliquidad es mui pequeño.

La brújula o compas no es suficientemente exacta para trabajos delicados de hidrografia y no deberá nunca usarse para medir ángulos; sin embargo, sucede a veces que un ángulo y una marcacion de la aguja fijan un punto que no se habria podido situar con el sestante. La aguja tiene ademas el grave inconveniente de hallarse sujeta en tierra a desviaciones locales por efecto de materias volcánicas o minerales que pudieran haber en diferentes partes de las costas o puertos que se exploran, y en la mar las continuas vibraciones hacen imposible una observacion exacta. Hoy dia el empleo de la brújula, cualquiera que sea el instrumento en que se halle montada, se ha eliminado completamente en todo trabajo hidrográfico, pues de cuantos se usan en la navegacion es uno de los instrumentos mas inconstantes y sujeto a errores.

Tanto el horizonte artificial como el mercurio deben ser de pri-

mera clase, de ello depende en gran parte la bondad de las observaciones. Lo mismo decimos del sestante. Como regla jeneral se puede decir que los sestantes de poco precio no valen nada y conviene mas pagar bien y tener la seguridad de que se posee un buen instrumento.

Al escojer un sestante se tendrá presente:

1.º La firmeza de los ajustes. El instrumento debe soportar sin cambiar un buen número de sacudones.

2.º Las marcas de la graduacion del arco y vernier deben verse a traves de un microscopio, precisas y claras.

3.º En toda posicion el vernier debe quedar perfectamente ajustado al arco. De otro modo, estando un poco separado de él es imposible leer correctamente; siempre hai un error, llamado de paralaje, que algunas veces suele ser mui considerable.

4.º La exactitud de la graduacion. Esto puede comprobarse moviendo el vernier a lo largo del arco, haciendo de modo que el cero coincida sucesivamente con divisiones del arco y observando cada vez si la última marca del vernier coincide tambien con una division del arco. Si no sucediese así en todos los casos la graduacion no solo es mala sino tambien insubsanable.

5.º El anillo del telescopio y las sombras del reflector fijo, están algunas veces dispuestos de tal modo que acortan la carrera del radio móvil mui pronto, no pudiéndose de consiguiente leer la graduacion de los extremos del arco; un sestante debe poder leerse desde 5º fuera del arco hasta 140º dentro, y aunque los ángulos grandes no son quizas de mucha confianza, siempre es bueno poder tomarlos cuando sea necesario.

6.º Los vidrios de los reflectores deben ser puros, libres de burbujas de aire, rayas o de cualesquiera otras imperfecciones y las dos caras de cada vidrio deben ser perfectamente paralelas unas a otras. Se prueba esto mirando oblicuamente en cada reflector a la imájen de algun objeto distante; la imájen vista bajo cualquier ángulo de reflexion, debe verse clara y distinta y las orillas precisas y bien definidas.

7.º Las sombras de color deben tambien tener sus caras respectivamente paralelas; mui amenudo no es así, aun en buenos instrumentos. Pueden verificarse haciendo contactos exactos de los limbos del sol, dentro y fuera del arco, como cuando se toma el error de

índice, usando en primer lugar el ocular y despues sucesivamente las diversas sombras, combinadas y agrupadas bajo todos aspectos. Las lecturas fuera del arco deben en todo caso ser las mismas y cualquiera variacion que se note es debida a la imperfeccion de las sombras.

Cuando se descubra en un sestante un error de esta naturaleza, la correccion o error de índice es diferente para cada par de sombras, de modo que al observar es necesario anotar las sombras de que se ha hecho uso.

8.º Por último, miéntras mas grande sea el sestante mejor será la graduacion. Los mas grandes que se fabrican para venta tienen 8 pulgadas de radio. Para observar con ellos en la mano son quizá algo pesados, pero en tierra siempre que sea posible se usarán con su trípode.

Todo el que de alguna manera tenga que hacer con sestantes, debe conocer perfectamente su construccion, para que en caso de un accidente, pueda hasta donde sus conocimientos se lo permitan, aplicarle remedio. Para adquirir ese conocimiento será bueno procurarse un sestante viejo o de poco valor y durante las horas de ocio a bordo, desarmarlo para volverlo a armar, observando con él despues y comparándolo con un buen instrumento para en seguida volver a repetir la operacion.

El accidente mas comun que puede acontecerle a un sestante es la ruina de la parte azogada de los espejos por causa de la humedad o agua del mar. Sir Edouard Belcher ha dado las siguientes instrucciones para reazogarlos, que damos copiando sus propias palabras: «Los requisitos son: hoja de estaño, mercurio y una pequeña brocha; colóquese la hoja de estaño, que debe esceder al tamaño del espejo por un cuarto de pulgada en todo sentido, sobre una superficie suave (las tapas de un libro); despues de estregarla con el dedo hasta dejarla lisa, se agregará una burbuja de mercurio, como del tamaño de una municion ordinaria, la que se estregará con cuidado sobre la hoja de estaño hasta que estendido el mercurio por todas partes, presente una superficie azogada; se agregará en seguida con precaucion mercurio suficiente para cubrir la hoja, de modo que su superficie quede líquida. Prepárese una tira de papel limpio del tamaño de la hoja de estaño y con la brocha límpiese la superficie del mercurio para quitarle toda materia estraña. Tomando

en seguida el espejo, que se habrá limpiado bien, en la mano izquierda y el papel en la derecha, se colocará el papel en el mercurio y el vidrio sobre él y oprimiendo suavemente el vidrio se retirará el papel. En seguida se volverá el espejo sobre su cara, dejándolo inclinado para permitir que el mercurio salga, operacion que se alijera aplicando al extremo inferior una tira de estaño que hace las veces de *conductor*. Las orillas o rebalses podrán removerse despues de 12 horas. A las 24 horas se le dará una capa de barniz hecho con espíritu de vino y cera. Al secar el vidrio se colocará con la orilla que ha de quedar cerca del sestante hácia abajo.

#### **Dibujo.**

El dibujo es un adorno y una ventaja para el hidrógrafo y el que no posea este don hará bien en ejercitarse copiando planos litografiados. Pero no por eso ha de creerse que un dibujante es necesariamente un hidrógrafo. Pocas faltas son mas perjudiciales en un plano que las que comete el buen dibujante que permite a sus hábiles dedos vagar fuera de la realidad, produciendo así un bonito plano en lugar de un plano exacto y verdadero. Las costas deberán diseñarse con todos sus detalles, inflexiones y altitudes, concordando el trazo en todo conforme a los cuadros de signos convencionales publicados por la Oficina Hidrográfica; pero de las tierras interiores, cuando las operaciones no se hayan estendido a ellas, solo se trazarán aquellos cerros, montañas o localidades que puedan servir de marcas para el reconocimiento de la costa o como direccion para aterrizar o entrar a puerto.

En cuanto a los cerros, sus cumbres, laderas e inflexiones, unas pocas hachuras bien dispuestas o el trazo aproximado de las secciones horizontales, serán suficientes para dar una idea cabal de las prominencias; mas todo esto debe referirse a las pendientes que miran hácia el mar. Las que caen hácia el interior y que no pueden percibirse desde las estaciones no deberán diseñarse porque solo serian dibujos caprichosos e inexactos.

Tomando, pues, en cuenta estas consideraciones, no se malgastará el tiempo, de ordinario mui corto para el hidrógrafo en tratar de dibujar cerros perfectamente hachurados, para llenar vacíos o por mero adorno, porque sobre demorar la terminacion de la carta demanda gastos supérfluos cuando se trata de grabarlos.

Sencillez, rigor y claridad, agregando a cada paso notas explicativas, en una escala lo suficientemente grande para que todos los detalles queden bien precisados, serán documentos de mucho mas valor que los planos lujosamente acabados, en los que amenudo se sacrifica la exactitud por la hermosura.

### **Equipo de un bote.**

Todo bote que se destaque a trabajos hidrográficos llevará los artículos siguientes:

Un escandallo de 7 quilógramos y sondaleza de 75 metros.

Un id. de 3 id. id. de 45 id. marcadas de 2 en 2 decímetros hasta los 10 metros.

Un escandallo de repuesto.

Ancla y cadena con 60 metros.

Brocha, balde, achicadero, un saco con cal, fósforos, cuerda-mecha, cordon de jarcia trozada, luces de Bengala, lona vieja o sacos para hacer marcas en tierra, sebo, dos lingotes de 23 quilógramos cada uno para fondear boyas.

Una hacha, un pié de cabra.

Compas de bote y de bolsillo, sestante, corredera de patente, libro de apuntes y de croquis, instrumentos de dibujo, plancha, papel marquilla, corta-plumas, goma de boca, mochila, anteojos, reloj, sestante de bolsillo y trasportador de metal.

Dos barriles, uno con agua y el otro vacío para que sirva de boya.

Un saco pequeño con martillo, formon, clavos de cobre, tachuelas y cepillo; ademas plomo en plancha, precinta y pintura blanca.

Por último, un hombre especial para la sonda; sin embargo, será conveniente para la lijereza del trabajo dedicar otro bote a la sonda.

### **Tripulación del bote.**

Para el buen fin y lijereza de las operaciones es menester que el oficial conozca de antemano la jente que va a emplear. En el bote no solo cuidará de no mezclarse demasiado en sus arreglos domésticos, sino que deberá concederles cierta libertad sin que por eso se les permita separarse de las reglas indispensables de la disciplina del servicio. Vjilense que al fin del trabajo y durante el dia coman

con descanso y comodidad y siempre que sea posible llévese la comida en el bote ya preparada, como tambien todos los utensilios y municiones de boca.

Siempre que la naturaleza del trabajo lo permita procúrese desembarcar cerca de la hora de comer, que en las playas nunca falta leña con que poder calentar sus viandas. En parajes lluviosos será necesario ver que todos lleven sus encerados para precaverse del agua en caso de lluvia.

El interes de parte del oficial hará que la jente tome a su vez interes en las operaciones y mui pronto podrán ayudar materialmente a su jefe, ya sea midiendo bases con la sondaleza, o bien observando la escala graduada para determinar la hora de la pleamar.

#### **Eleccion de las Estaciones.**

Antes de principiari el levantamiento de una bahia o costa de poca estension, será conveniente darle una recorrida y elegir los puntos principales que hayan de servir como estaciones. Esto se puede hacer recorriendo el terreno a caballo o a pié, o bien ascendiendo a alguna altura desde donde se obtenga una completa vista de la localidad. De las estaciones las mas importantes y las que requieren mejor eleccion son las dos primeras que como ya se ha dicho han de formar los cimientos de todos los cálculos y proyecciones futuras. Como la distancia entre estas dos, una vez escojidas, viene a ser la base de los primeros triángulos, se llama la *línea de la base* del levantamiento.

La bondad de este depende, pues, de la buena eleccion de las estaciones que han de formar las estremidades, y en la exactitud con que se determinen sus posiciones tanto relativas como absolutas. Los puntos mas esenciales que hai que considerar al escojer estas estaciones son:

1.º Que el terreno entre ellas sea parejo y a nivel.

2.º Las estaciones no distarán mucho de la orilla. Si a alguna distancia es mas que seguro que estarán en altura mas o ménos considerable sobre la superficie del mar, lo que haria necesario la reduccion de muchas de las observaciones aumentando de consiguiente el trabajo.

3.º Será conveniente que desde cada una de ellas se vea una parte de la costa o pais que se va a explorar, porque, especialmente

en el comienzo del trabajo, se pueden repetir las observaciones desde diferentes estaciones, pudiendo de este modo comprobar lo operado y descubrir algun error que pudiera haberse cometido.

4.º Bueno será elejir las estaciones de modo que la base corra en derechura a algun objeto distante y bien definido, y del cual se conozca la marcacion a que demora, pues seria un medio de percibir las estaciones desde lejos.

La mayor parte de las veces será imposible encontrar estaciones que llenen todas las condiciones que acabamos de enumerar; pero se tendrán presentes, para que las ventajas y desventajas relativas de las diferentes *líneas* que se presenten, puedan tomarse perfectamente en consideracion.

El tamaño de la línea de la base puede, segun las circunstancias, variar; para un levantamiento de poca estension, será suficiente media milla y aun ménos; para levantamientos de gran estension, el tamaño será mayor, pero dos o tres millas es quizas bastante para cualquier trabajo que pueda caer en manos de un oficial. La dificultad de medir una base es mas grande miéntras mayor sea la distancia, tanto que autoridades competentes aconsejan que la línea medida no debe exceder mucho de media milla y que si se necesitase una base mayor, ésta se podría determinar por observacion y prolongacion del modo como se explicará mas adelante.

Las estaciones se señalarán con piquetes y banderas de color visible, tal como amarillo, blanco o colorado, y en caso de haber calma con un canasto o balde de lona blanqueada.

Una vez señaladas las estaciones se procederá a determinar sus posiciones. Las observaciones necesarias son:

- 1.º La latitud y lonjitud de un estremo.
- 2.º La distancia de la línea.
- 3.º Su direccion, es decir, la línea de marcacion.

En la exactitud de la latitud y lonjitud de la primera posicion, depende la exactitud absoluta de todo levantamiento. Las observaciones astronómicas se tomarán al pié del piquete y se continuarán cuanto sea posible. Al colocar el horizonte artificial se tendrá cuidado de hacerlo sobre terreno duro, o a falta de éste, sobre una roca o piedra, que al mismo tiempo que asegura inmovilidad al mercurio, sirva para señalar permanentemente el lugar de observacion.

Las demas estaciones se marcarán con piquetes y señales del

mismo modo que las de la base. Al escoger estas estaciones no solo se tendrá en vista la importancia de ellas en el levantamiento, sino tambien sus posiciones relativas con respecto a los extremos de la base o de una a otra. Los ángulos que se midan desde las estaciones nunca han de ser menores que  $30^{\circ}$  y siempre que sea posible se buscará la forma equilátera para los triángulos; al trazar dos líneas se verá a primera vista que si se cortan bajo un ángulo pequeño, el punto de intersección nunca queda bien definido, de manera que aunque la escala sea grande, se puede cometer un error bastante sério en la situación del punto.

Cuando se midan los ángulos con el sextante y no hallándose las estaciones en el mismo nivel habrá que corregir las observaciones de la diferencia de altura; para evitarse este trabajo, el ángulo horizontal se podrá medir directamente con bastante exactitud colocando una plomada a alguna distancia del observador entre su ojo y la parte superior del objeto de la izquierda. Teniendo en seguida el sextante horizontal, se traerá la imájen reflejada del objeto de la derecha en contacto con la línea de la plomada vista directamente. Despues de un poco de práctica se podrá hacer la mensura sin necesidad de plomada.

Cuando las estaciones están a mucha distancia se hace mui difícil marcar bien con el ojo sus situaciones; el único medio de remediar este inconveniente es dando una buena mano de cal a las rocas vecinas al piquete. En dias de sol es mui conveniente usar espejos que miren hácia el observador, pues los reflejos de estos hacen que una estacion se vea desde una distancia considerable. Sabemos que con estos se han observado estaciones a mas de 60 millas de distancia y mas de 100 empleando la luz eléctrica.

### **Mensura de la Base.**

La línea de la base puede medirse, con una cadena, piola o varilla de un largo conocido.

Las cadenas que usan para estos casos los buques de guerra ingleses, son de acero y de 100 piés de largo, cada eslabon grande incluso los intermedios mas chicos miden un pié; son espresamente hechas para este objeto y bastante exactas.

Con el objeto de medir exactamente en línea recta entre los dos

estremos de la base, se alinearán entre estos una serie de diez o mas piquetes con banderas y la línea se medirá a lo largo de ellos con todo cuidado, una, dos y tres veces, o mas si fuese posible, tomando como verdadera distancia la media de todas ellas. En caso de que no hubiese a bordo una cadena se hará esta operacion con una piola, y nada es mas apropósito que una sondaleza de alta mar bien trabajada. El largo será el de la cadena 100 piés y en cada chicote se coserá un guardacabo. Siempre antes de usarla se comprobará su largo (del mismo modo que el de la línea de la corredera) por medio de marcas en la cubierta. El herrero del buque hará un par de manillas que se coseran a los guardacabos con acolladores, para poder acortar o alargar la distancia, hasta que mida 100 piés exactos. Si se tuviese a bordo un micrómetro, se podrá todavía medir una base con bastante exactitud.

Al elejirse las estaciones para las estremidades de la base suele ser conveniente y aun, necesario, escojer posiciones entre las cuales es imposible hacer una mensura directa, como por ejemplo, cuando pequeños islotes o islas son los únicos puntos apropósito para extremos. Esto sucede principalmente cuando la costa que se trata de explorar corre casi en línea recta, o cuando, es boscosa, rocallosa, o cuando el terreno entre la orilla y los cerros es de poca estension. En tal caso el único medio de medir la línea de la base es por el *sonido*, es decir, anotando el tiempo que emplea el sonido en atravesar el espacio intermedio y comparándolo con su velocidad conocida. Este método aunque no tan exacto como el de la mensura directa, puede, con cuidado y juiciosas observaciones y repitiéndose la operacion varias veces, llegar a serlo mas de lo que comunmente se cree. Porsupuesto que con viento no es posible intentar una mensura de esta naturaleza; y si al hacerse una serie de observaciones, soplasen rachas durante algunas de ellas, estas se desecharán al tomar la media.

En caso de que soplase ventolina, siempre se hará que el observador y el cañon cambien de lugares, repitiendo la operacion y formando así dos series de observaciones.

La media de cada serie se determinará en seguida del modo usual, es decir, haciendo la suma y dividiendo por el número de observaciones; pero la media final o la media de estas medias no puede determinarse del mismo modo, por la sencilla razon de que

si entre las dos hai una pequeña diferencia, ella es debida a la accion del viento a lo largo de la línea, y el sonido ha sido ménos afectado en el intervalo mas corto que lo que lo ha sido en el mas largo; de consiguiente ha sido retardado yendo en contra del viento, mas de lo que ha sido aligerado, yendo a favor de él. Tomando simplemente la media aritmética de las dos séries, fundados en la suposicion que el sonido ha sido retardado en una tanto como adelantado en la otra, nos daria con seguridad un intervalo demasiado grande.

El modo de obtener el verdadero intervalo medio es dividiendo dos veces el producto de los primeros tiempos medios, por sus sumas.

El intervalo medio así obtenido multiplicado por la velocidad del sonido nos dará la distancia.

El resultado de numerosos experimentos ha demostrado que la velocidad del sonido es de 332<sup>m</sup>,226 por segundo cuando el termómetro centígrado se encuentra a 0° y que aumenta a medida que sube la temperatura a razon de 0<sup>m</sup>,61 por cada grado. Podemos, pues, formar la tabla siguiente:

Termómetro centígrado.	La velocidad será
0°c.	332 <sup>m</sup> ,226
5	335 ,274
10	338 ,321
15	341 ,369
20	344 ,417
25	347 ,465

De cuya inspeccion, se podrá deducir la velocidad para cualquiera otra temperatura.

Ilustraremos este método por medio de un ejemplo. Suponiendo que los intervalos medios dados por cada série han sido 11.5 y 12.3 segundos; y la lectura media del termómetro de 17°2.

En la tabla el grado mas cerca de 17°2 es 15° y la correccion para 2°2 es de 1<sup>m</sup>.34 precisamente, lo que da por velocidad del sonido a la temperatura observada, 342<sup>m</sup>,686.

El intervalo de tiempo segun la regla dada es  $\frac{11.5 \times 12.3 \times 2}{11.5 \times 12.3}$  lo que reducido da  $\frac{11.5 \times 12.3}{11.9}$  de consiguiente tenemos que la distancia será  $\frac{11.5 \times 12.3 \times 342.686}{11.9}$  o sean 4073<sup>m</sup>,357.

**Direccion de la base** (marcaciones verdaderas).

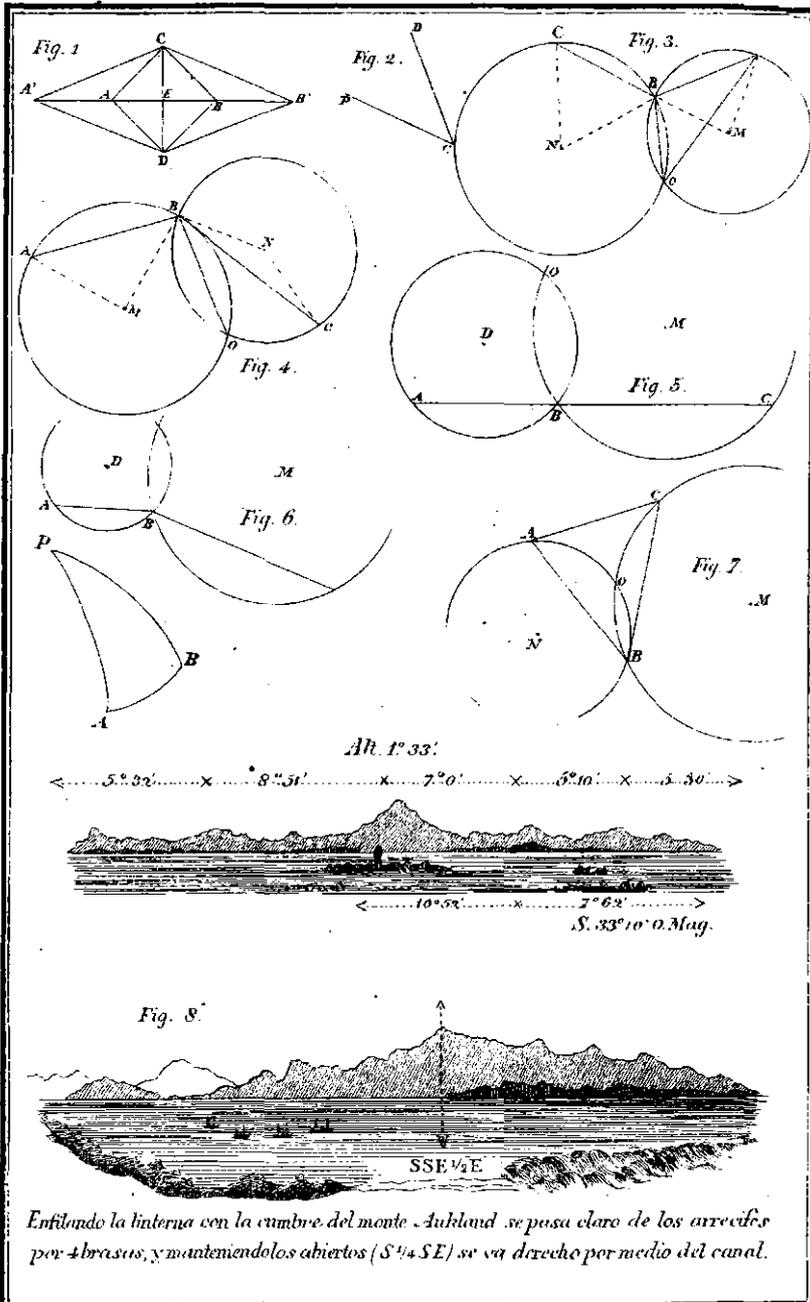
La direccion de la línea de la base se determina tomando desde la primera estacion la marcacion de la segunda. Esto no debe hacerse con el compas. Como hemos dicho anteriormente, el compas no se usa nunca en trabajos hidrográficos donde se requiere exactitud, pues no se puede depender de la desviacion. Siempre hai probabilidad de que el terreno donde esté colocado contenga hierro en una u otra forma, y en tierra la desviacion local de los compases es excesivamente caprichosa, variando a menudo y sin razon aparente hasta media cuarta a uno y otro lado. A consecuencia de esto las marcaciones se calcularán por ángulos tomados con el sextante.

En la primera estacion se harán las observaciones necesarias para determinar la marcacion verdadera del sol, midiendo al mismo tiempo la distancia angular entre el limbo mas cercano del sol y el otro extremo de la base, que debe procurarse esté cerca del horizonte con el objeto de que los elementos formen un triángulo esférico cuadrantal y simplificar así el cálculo. A estar el segundo punto en altura se necesitaria una reduccion diferente a la que se da a continuacion.

Redúzcase la distancia angular al centro del sol, aplicando el semi-diámetro; y del log coseno de la distancia réstese el log coseno de la altura aparente del centro del sol: el resultado será el log coseno del ángulo horizontal entre el sol y el objeto, el cual referido a la marcacion verdadera del sol nos dará inmediatamente la direccion verdadera de la línea de la base.

Con el teodolito no habria mas que tomar el ángulo horizontal entre el sol y la otra estacion, el cual referido como ántes a la marcacion verdadera del sol nos dará al instante la direccion verdadera de la línea de la base.

Desde la estacion inicial se podrá determinar la marcacion verdadera de cualquier otro objeto refiriéndolo a la marcacion de la segunda estacion y agregando o restando segun sea el caso el án-



ángulo horizontal entre esta segunda estación y el punto cuya marcación se buscaba. Con el teodolito este ángulo horizontal se puede tomar inmediatamente; pero usando el sextante y cuando el punto observado está en altura habrá que tomar también a más de la distancia la altitud del objeto y reducir el ángulo oblicuo medido entre los dos puntos; sin embargo, en la práctica el ángulo horizontal se podrá observar directamente, no a la cumbre del cerro, sino a la base de la perpendicular bajada desde ella. Para determinar este punto se hará uso de la plomada como se tiene ya explicado.

Se subentiende que no teniendo el recurso del horizonte del mar se hará uso del horizonte artificial, para determinar tanto las alturas de cerros como las del sol.

#### **Método para estender una Base.**

Hemos dicho ya que algunas veces es conveniente medir solo una base muy corta y calcular otra más larga por medio de observaciones. Si los instrumentos para medir ángulos son realmente buenos, esto se puede hacer del modo siguiente:

Sea  $AB$  (fig. 1) la línea medida y  $A'B'$  la línea que se intenta determinar por observación. Desde  $E$  punto medio de  $AB$ , mídase las distancias  $EC$  y  $ED$ , más o menos iguales a  $AB$  y en ángulos rectos a ésta, señalando los puntos  $C$  y  $D$  con piquetes. En seguida se observarán los ángulos en  $A$  y  $B$  y también los en  $C$  y  $D$  con toda la exactitud posible. Los lados  $AC$ ,  $CB$ ,  $AD$ ,  $DB$  pueden entonces calcularse, y en los triángulos  $ACD$ ,  $BCD$ , el lado  $CD$  se podrá determinar independientemente, es decir, cada triángulo deberá calcularse por separado, de modo que el uno sirva como comprobante del otro; esto se podrá hacer también gráficamente, pero quizás no con tanta exactitud. Habiendo determinado  $CD$  podremos del mismo modo calcular y determinar  $A'B'$ .

#### **Arrumbamiento de la línea de la Costa entre dos Estaciones.**

Una vez determinadas las estaciones principales y desde ellas las estaciones secundarias, se podrá medir y arrumar la costa entre estas últimas, por medio del micrómetro de Rochon. El asistente que lleva la mira irá a situarse a la distancia o punto que se desea

medir. El observador hará en seguida la tangencia de las imágenes y la tabla anexa al micrómetro le dará la distancia correspondiente. Ahora, para determinar la dirección de la distancia medida sin emplear un instrumento tan inexacto como la brújula, tomaremos con el sextante el ángulo entre la mira y alguna estación u objeto que de antemano se tenga bien fijado.

Por ejemplo, sea C (fig. 2) una estación conocida y al mismo tiempo el lugar del observador—1000 metros la distancia medida y  $55^\circ$  el ángulo entre la mira y una estación conocida P.

En la carta, uniremos P y C con una línea y desde el punto C trazaremos el ángulo observado de  $55^\circ$  y sobre él llevaremos la distancia de 1000 metros C D, arreglada a la escala del plano. De este modo tendremos fijado a D, y si en seguida nos trasladamos a D y repetimos el mismo procedimiento, y así sucesivamente, podremos fijar cualquier número de puntos, ya sea a lo largo de la costa o hacia el interior de ella. De este modo se puede arrumbar la costa con bastante exactitud, rematando la mensura, para volver a continuarla en cada estación determinada de antemano por la triangulación.

---

## LEVANTAMIENTO DEL PLANO DE UNA BAHIA.

---

En el diagrama N.º 1, la bahía que se intenta explorar, hemos escogido Roca Blanca como punto de observación y como un extremo de la base. Hallándose el buque fondeado a una distancia conveniente, lo elejiremos como el otro extremo de la base cuyo largo y dirección se determinará por el sonido y por marcación verdadera. En seguida se procederá como sigue :

Desde Roca Observatorio se tomarán con el sextante ángulos a todos los objetos posibles, principiando por los puntos mas importantes de la triangulación y prosiguiendo despues con los que han de determinar los detalles de la costa, todos los cuales se anotarán en el libro de ángulos de la manera siguiente :

**Angulos desde Estacion Roca Observatorio (Roca Blanca.)**

Cerro del sur.....	58°00'	con palo trinquete del buq.
Cerro del norte, fondo de la en- senada de arena (()) * .....	43.45	» » »
Cerro sobre Punta Rocallosa...	31.00	» » »
Cerro del sur.....	42.20	» Morro Norte.
Palo trinquete del buque.....	78.00	» Roca Blanca.
Roca Blanca.....	63.10	» extremo de afuera de la cabeza del Morro.
» » .....	70.00	» terminacion del Morro y principio de la pe- queña playa de arena.
Punta detras $\triangle$ † observatorio	89°30'	» cerro sobre Punta Ro- callosa.
T D ‡ Punta arenosa.....	44.00	» » »
T I § Morro cerca de la ensena- da de arena.....	34.20	» » »
Cabaña N de pescadores (las otras no se divisan).....	33.10	» » »
Cerro del Sur.....	15.5	» estaca al fondo de la ensenada grande.
» .....	22.29	» término de la ensenada de arena.
» .....	25.5	» parte mas cercana de la punta siguiente.
» .....	28.55	» extremo interior de la restinga de piedras.
» .....	32.10	» extremo exterior de la id.—mas allá el fon- do de la ensenada de arena en (())

\* (()) Es un símbolo empleado en Hidrografia y que significa objetos en tránsito o en línea.

†  $\triangle$  Es un símbolo que significa estacion.

‡ T D Tanjente derecha o estrema.

§ T I Tanjente izquierda o estrema.

Cerro del Sur.....	45.20	»	extremo derecho de morro norte.
--------------------	-------	---	---------------------------------

**Angulos desde el palo trinquete del buque.**

$\triangle$ Observatorio.....	77°10'	con	cerro del sur.
Cerro del Sur.....	39.10	»	cerro del norte.
» .....	42.30	»	cerro sobre Punta Rocallosa.
Cerro sobre Punta Rocallosa...	34.00	»	Morro Norte.
Roca Blanca.....	14.15	»	$\triangle$ observatorio.
$\triangle$ Observatorio.....	1.25	»	punta detras de $\triangle$
» .....	5.20	»	T D punta, comienzo de la playa.
Observatorio $\triangle$ .....	9°20'	con	punta de arena.
» .....	16.15	»	fondo de la pequeña ensenada.
» .....	28.50	»	T I morro.
» .....	32.30	»	parte mas cercana del morro.
» .....	36.20	»	T D, morro, la playa vuelve a principiár.
» .....	43.14	»	cabaña de pescadores de mas al sur.
» .....	46.00	»	la del medio.
» .....	48.00	»	la de mas al norte.

La bahía corre a medio cable de las cabañas, formando una suave curva hasta la estaca en su fondo, 93° a la derecha de observatorio  $\triangle$ .

Cerro Sur.....	31°00'	con	terminacion de la playa.
» .....	48.30	»	extremo de la restinga de piedras, comienzo de la playa del otro lado.
» .....	59.50	»	fondo de la ensenada norte.
» .....	73.00	»	terminacion de la playa.

Cerro sobre Punta Rocallosa...	34.20	»	Morro Norte.
»	... 37.50	»	extremo derecho de a punta de Morro Norte.
»	... 43.10	»	roca a flor de agua.

**Angulos tomados en Estacion de Cerro Sur.**

Palo trinquete del buque.....	44°50'	con observatorio $\triangle$
Cerro Norte.....	98.15	» palo trinquete del buq.
Cerro sobre Punta Rocallosa...	59.50	» » »
Palo trinquete del buque.....	45.15	» extremo de la punta de- tras de observatorio $\triangle$ .
»	..... 47.20	» punta de arena.
»	..... 51.00	» centro del morro chico.
»	..... 55.20	» cabaña de mas al sur.
»	..... 56.00	» la del medio.
»	..... 54.00	» la de mas al norte.
T D de la punta detras de la restinga de piedras (‡) Ce- rro Norte, desde el buque....	55°15'	» palo trinquete del buq.
Principio de la restinga de pie- dras .....	54.10	» » »
Estremo de afuera de piedras...	48.20	» » »

**Angulos desde Estacion Cerro sobre Punta Rocallosa.**

Buque.....	77°50'	con cerro sur.
Morro Norte.....	100.00	» palo trinquete de buq.
Observatorio $\triangle$ .....	7.30	» fondo de la pequeña ba- hia a la derecha de $\triangle$ Observatorio.
Buque (‡) T D de la restinga de piedras morro norte.....	61 00	» T I de la restinga de piedras.
» » » .....	47.15	» roca a flor de agua.
Fondo de la ensenada norte....	117.00	» palo trinquete del buq.
Estremo derecho de la punta de Morro Norte.....	93.00	» » »
Donde termina la playa de arena (‡)	con $\triangle$ .	de Morro Norte.

**Angulos desde Estacion de Morro Norte.**

Buque.....	45°00'	con Cerro Sur.
» .....	46.00	» cerro sobre Punta Rocallosa.
» .....	78.00	» Cerro Norte.
» .....	42.00	» comienzo del placer de piedras.
» .....	33.00	» extremo de afuera del placer de piedras.
» .....	53.40	» principia la playa de arena y continúa en una curva suave hasta terminar.
Roca a flor de agua.....	58.00	con cerro sobre Punta Rocallosa.

**Angulos desde Roca Plana.**

T I cabeza de morro.....	90°00'	con $\triangle$ Observatorio.
T D del mismo, principio de la ensenada sur.....	99.05	» »
Fondo de la pequeña ensenada...	23.20	» »

Para proceder al trazado del trabajo anterior, lo primero que hai que hacer, es elejir un punto que se marcará con un pequeño circulo y que representa Roca Observatorio, teniendo cuidado de dejar bastante campo para la estension de la triangulacion.

Por la Roca Observatorio hágase pasar una línea que represente el Norte verdadero; en seguida tírese la línea de marcacion verdadera entre Estacion Observatorio y el buque en el otro extremo de la base, que en este caso supondremos es de N. 26° 50' y la distancia o longitud de la base 2.05 de milla. De consiguiente desde la línea N. S. verdadera y hácia la derecha tomamos 26° 50' y sacando de la escala del plano la distancia correspondiente a 2.05 de milla la aplicaremos sobre esta línea y el otro extremo será la posicion del buque. Este procedimiento quedará perfectamente explicado refiriéndonos al diagrama N.º 2 que representa la triangulacion del trabajo en una escala de 25 milímetros por milla.

Diagrama N<sup>o</sup> 1.

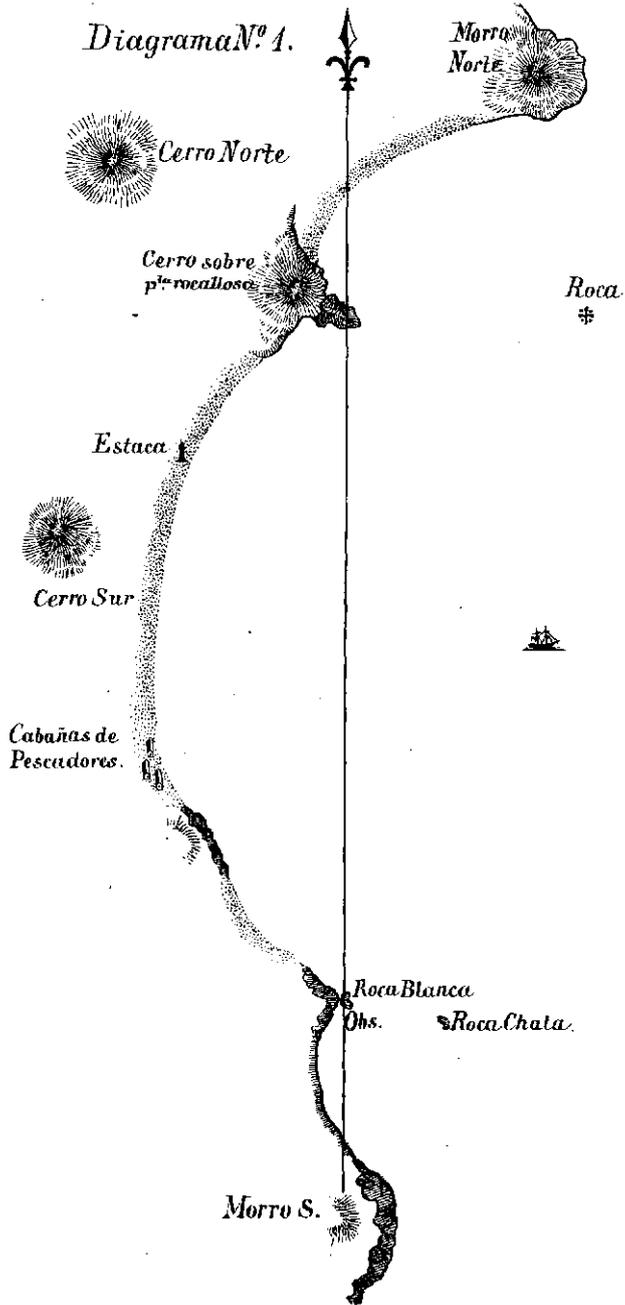
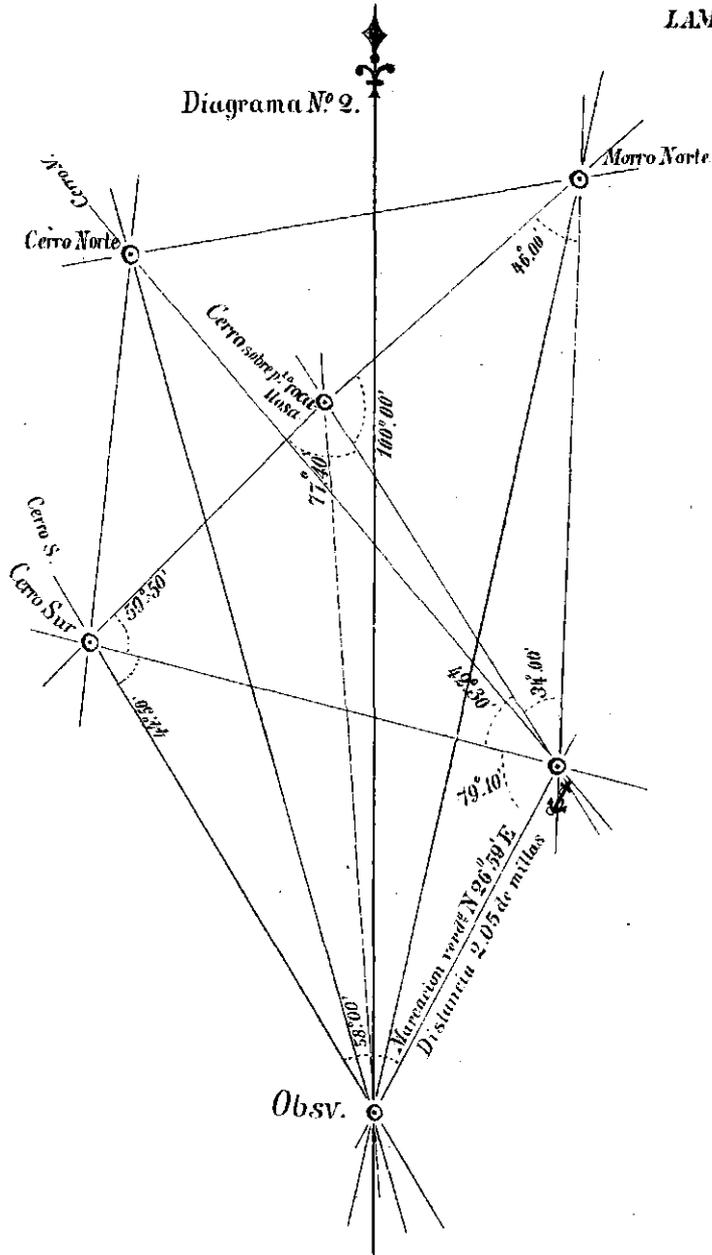
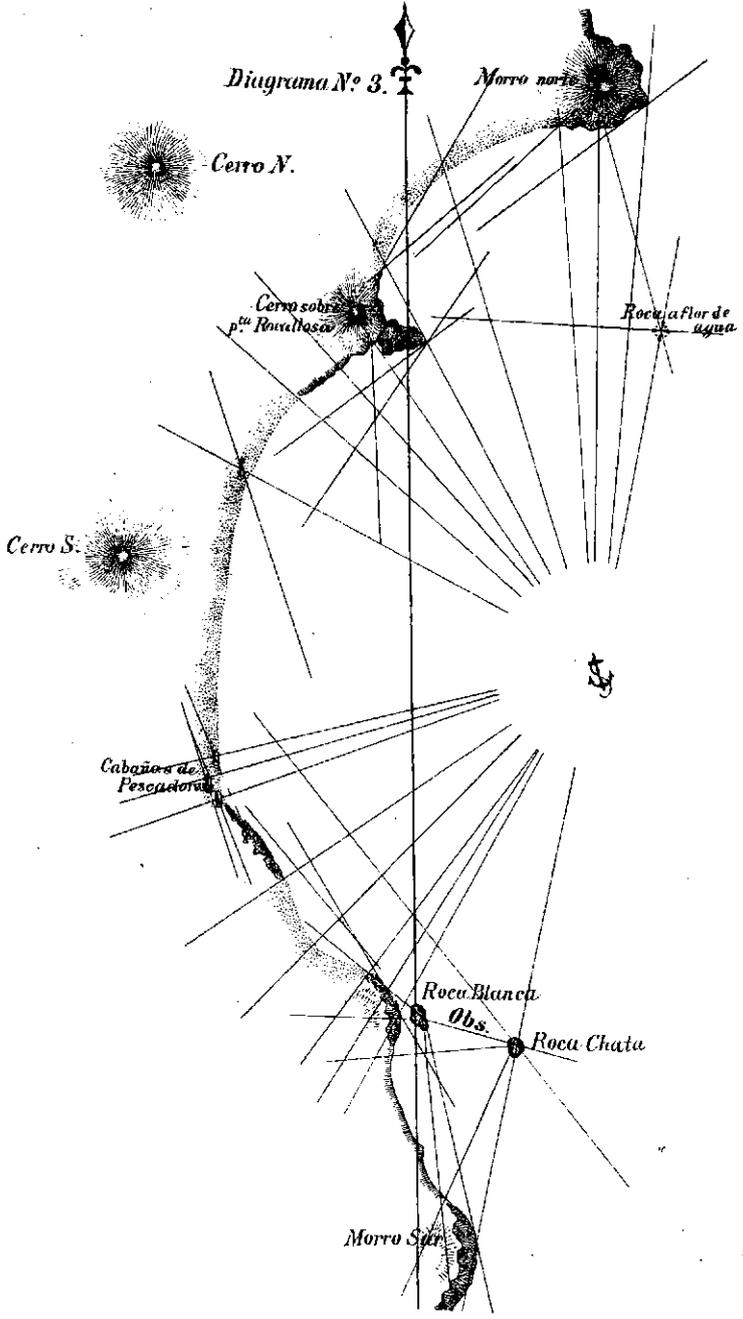


Diagrama N<sup>o</sup> 2.





En seguida hácia la izquierda del buque se trazará el ángulo de  $58^{\circ} 50'$  tomado en Roca Observatorio entre el buque y Cerro Sur, y por el punto hallado tírese una línea; el ángulo de  $79^{\circ} 10'$  tomado en el buque entre cerro Sur y Roca Observatorio lo trazaremos desde el buque hácia la derecha de Roca Observatorio y por el punto hallado tírese otra línea; el punto en que esta línea corta a la que se tiró desde Roca Observatorio será la posición de cerro Sur. Márquese este punto como todos los demas con un pequeño círculo.

Si al observar en Cerro Sur encontramos que el ángulo entre Roca Observatorio y el buque es de  $44^{\circ} 50'$  sabremos que esta parte del trabajo es correcta puesto que la suma de los tres ángulos es de  $180^{\circ}$ .

El triángulo formado por el buque, Cerro Sur y cerro sobre Punta Rocallosa, se proyecta y se prueba de la misma manera, como asimismo el formado por el buque, cerro sobre Punta Rocallosa y Morro Norte, todas ellas posiciones que se han usado como estaciones. Cerro Norte, no se ha usado como estacion, pero se ha fijado por los ángulos obtenidos a bordo entre él y Cerro Sur y por el obtenido en Cerro Sur entre el buque y él, hallándose ademas comprobado por una línea de direccion obtenida en Roca Observatorio entre el mencionado cerro y Cerro Sur y que pasa por el punto de interseccion de las líneas obtenidas desde el buque y Cerro Sur.

Inspeccionando el diagrama con un poco de atencion, pocas palabras serán suficientes para explicar la triangulacion que fija los detalles de la costa. Se verá en el diagrama que en este caso la estacion principal es el buque, siendo la posición mui favorable para el objeto. Las intersecciones se han obtenido desde Roca Observatorio—Roca Plana—Cerro Sur—Cerro sobre Punta Rocallosa y Morro Norte y el método seguido quedará fácilmente explicado leyendo las anotaciones de los varios ángulos tomados en las diferentes estaciones y por referencia a las intersecciones y líneas de direccion obtenidas al trazar esos ángulos; como se vé en el diagrama N.º 3.

Haremos presente aquí que el buque se ha usado como un punto en la triangulacion y como estacion para las intersecciones de los detalles de la costa, bajo la suposicion de que hallándose bien acoderado ha conservado siempre la misma posición, pero como pocas veces se puede contar con la inmovilidad del buque, es costumbre al medir la base o inmediatamente despues tomar ángulos simul-

táneos desde Roca Observatorio y desde el buque a todos los objetos principales.

No será siempre posible, en la práctica, obtener con un objeto flotante, que los tres ángulos de un triángulo midan  $180^\circ$ ; generalmente se notará una diferencia de  $3^\circ$  a  $4^\circ$  en mas o en menos.

Desde las estaciones que se hallen al nivel del mar se tomarán ángulos de elevacion a los cerros y puntas; tambien se determinará la altura sobre el nivel de pleamar, de los islotes, rocas etc., que pudieran haber, acompañando al plano con estos datos.

### **Sonda.**

Llegamos ahora a la parte mas importante del trabajo, es decir la sonda. Un plano sin este requisito es imperfecto e inútil para el mundo marítimo. Se cree generalmente que el sondar está al alcance de todos, y los que tal creen se olvidan que la triangulacion en tierra la puede hacer un ingeniero militar, mientras que el trabajo en el agua es esencialmente profesional, y que a mas se necesita en él un buen caudal de atencion y tino para descubrir las rocas y demas peligros que puedan hallarse encerrados en las tranquilas aguas de la bahía.

Mientras adelantan pues las operaciones en tierra, otros botes se emplearán en reconocer la bahía. El método mas simple de ejecutar este trabajo es, corriendo líneas de sondas a traves de la bahía de estacion a estacion, situando de vez en cuando la posicion del bote por objetos en tránsito o por ángulos a tres puntos o estaciones.

Si se desease hacer una sonda mas minuciosa, se correrán líneas de sonda paralelas unas a otras y a una distancia determinada. Para ello fíjese el bote antes de partir por medio de dos ángulos adyacentes, tomados con el sestante; (1) nótese la direccion en que se intenta correr la línea de sondas como tambien dos objetos en tierra, distantes uno de otro y que se hallen en línea con esa marcacion; o si el puerto no fuese muy estenso hágase uso de astas con banderas, las cuales se moverán a lo largo de la costa a la conclusion de cada línea de sonda, colocándolas a la distancia exacta a que se intenta correr la nueva paralela. El bote hará una señal ca-

---

(1) El compas a causa de sus oscilaciones es sumamente erróneo.

da vez que se tengan que mover las banderas. Una vez fijada la posicion del bote consérvense los objetos o marcas en línea y sóndese a intervalos regulares, 6, 5, 4, 3, 2, o menos veces en un minuto, segun la profundidad. De tiempo en tiempo véase la hora y fíjese el bote por dos ángulos, como anteriormente, como tambien cada vez que se note una marcada diferencia en el braceaje. Cuando se llegue al extremo de la línea fíjese la posicion del bote y cámbiense de rumbo, sondando todo el tiempo hasta que se esté bastante aparte para correr la segunda paralela de sonda. Fíjese aquí otra vez la posicion del bote y búsqense nuevas marcas en tierra. Si en el momento no se descubriese ningun objeto apropósito déjese caer el rezon para conservar el lugar, pues mucho mas tiempo se pierde volviendo sobre la misma línea que esperando con calma que se presenten objetos por que guiarse en la nueva paralela. Procédase de esta manera atravesando el espacio, en líneas paralelas o poco mas o menos asi hasta que toda la bahia este sondada.

NOTA.—La dificultad de sondar exactamente en línea recta entre dos objetos ha sujerido la idea de construir un pequeño instrumento óptico, que señala al observador tanto el objeto a sus espaldas como el que tiene por delante, permitiendo asi conservar la direccion dada exactamente. Este instrumento se llama *Director* y se emplea actualmente por todos los buques hidrógrafos de la marina Británica y es de desear que su uso se estendiese a los trabajos que hoi dia emprenden algunos de nuestros buques.

#### **Mareas.**

Mientras los botes se ocupan en sondar la bahia, se observará el progreso de la marea cada media hora para reducir las cantidades al nivel de la baja mar. Para ello se escojerá en tierra un paraje convenientemente resguardado del viento y de las olas, pero al cual tenga el mar libre acceso. Se colocará allí una escala graduada en decímetros y centímetros, teniendo cuidado al enterrarla en el fondo que el cero de la escala quede al nivel de la baja mar de las zizijas. Una vez asegurada la escala será conveniente pintar en una roca vecina una marca correspondiente a una division de la escala, para proseguir por ella la observacion en caso que la mar se lleve la escala.

En seguida, suponiendo que de antemano se hubiesen comparado los relojes de la sonda con el del observador de la marea, este pro-

cederá a anotar la altura de las aguas cada media hora, y como media hora antes de la pleamar cada 10 o 5 minutos durante una hora. De estas últimas observaciones tómesese la mayor como altura de la marea y la hora correspondiente como hora de la pleamar en ese día. Procédase del mismo modo para obtener la hora de la baja mar.

Por ejemplo, supongamos que las observaciones siguientes, hechas cada 5 minutos durante una hora nos han dado.

Horas de las observaciones.....	0 h.														
	0 m.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
Alturas observadas en metros.....	1.829	1.981	1.981	2.057	2.082	2.107	2.133	2.107	2.107	2.057	1.954	1.879	1.774		

Elijendo la mayor altura 2.133 metros nos daría 0 h. 30 m. como hora de la pleamar.

Las observaciones hechas cada media hora servirán para reducir las sondas al nivel de baja mar de las zizijias.

En lugares completamente desconocidos y de donde no se tuviese noticia alguna del flujo y reflujo de las aguas será conveniente antes de principiar los trabajos de sonda, observar la altura de las aguas cada cuarto o cada media hora durante todo el día y toda la noche. De este modo si el flujo y reflujo fuese muy irregular o tuviese otras particularidades dignas de notarse, este sería el único medio de descubrirlas para emplear según el caso métodos especiales.

Por ejemplo, si en lugar de haber dos mareas en cada día lunar, solo hubiese una o bien cuatro (casos que amenudo se ven) estos fenómenos se descubrirán por observaciones continuadas durante el día y la noche como se recomienda mas arriba. Podrá también suceder que hubiese un flujo y reflujo periódico del mar enteramente independiente del efecto de la luna; en este caso se observará cuidadosamente el máximo y mínimo con objeto de determinar la causa de que dependen estas irregularidades.

#### **Establecimiento del Puerto.**

Llamado así porque una vez este establecido, se puede generalmente determinar la hora de la pleamar en cualquier otro día, es la

hora de la pleamar en los novilunios o plenilunios. Si el buque se hallase en el puerto en alguna de esas épocas nada mas fácil que determinar la hora de la pleamar o establecimiento del puerto por el método que tenemos explicado. En caso contrario, conociendo la hora de la pleamar en un día cualquiera se podrá deducir el establecimiento del puerto por la regla siguiente : a la hora de la pleamar en ese día se restará la hora del paso de la luna por el meridiano y el resultado es la hora aproximada del establecimiento del puerto; a esta hora aproximada se aplicará con signo contrario la corrección de la tabla XXIV de Ducom y se tendrá la hora precisa del establecimiento del puerto.

Por cualquiera de los métodos anteriores que se obtenga este dato se incorporará al plano acompañado de la altura de la marea y no omitiendo advertir, el método por el cual se ha determinado.

#### **Trazado de las sondas.**

Las sondas deberán reducirse tan pronto como sea posible para evitar toda equivocación. Para trazar las sondas, márquese primeramente en la carta las sondas y escollos que se hallan situado por ángulos o marcaciones. En seguida cuéntese el número de escandalladas que hai entre dos puntos fijos en la línea de sonda y divídase la porción de la línea entre esas dos estaciones en tantas partes iguales como hai escandalladas y sobre cada una de ellas escríbase la sonda correspondiente.

Una vez trazadas las sondas, se correrán líneas de *veriles* al rededor de la bahía que pasen por todos los puntos donde se encuentren 3 y 5 brazas de agua, como tambien al rededor de los bancos, etc., marcándolos interiormente con los signos adoptados en las oficinas hidrográficas.

Dentro del veril de 5 brazas se marcarán los cuartos de braza, fuera de 5 y dentro de 10 brazas, se marcarán las medias brazas y fuera de 10 solo las brazas.

Si no hubiese tiempo u oportunidad para levantar el plano de la bahía donde se esté fondeado, se podrá formar un croquis aproximado de la estension y braseaje corriendo líneas de sonda desde el buque a los puntos mas prominentes y observando desde ellos la marcación del buque y el ángulo del palo trinquete.

**Modo de fijar las sondas determinadas por ángulos  
a tres puntos de la Costa.**

Por CONSTRUCCION.—El observador se halla siempre en un círculo que pasa por el lugar y por otros dos objetos cualesquiera; así mismo el ángulo subtendido por los dos objetos es el mismo en todos los puntos de la circunferencia a un lado de los objetos. De manera que si se observa este ángulo y se traza se puede describir el círculo en que se halla el observador pero no se podría determinar su posición. Ahora si se agrega un tercer objeto, se podrá describir un segundo círculo que pasa por éste y por cualquiera de los otros dos; la intersección de los dos círculos será el lugar del observador.

EJEMPLO 1.º—Sean A, B, C (fig. 3), tres objetos en la carta o plano; el ángulo entre A y B formado en O, el observador, de  $46^\circ$  y entre B y C de  $30^\circ$ .

Únase AB, BC y trázense los ángulos BAM, ABM cada uno igual al complemento de  $46^\circ$  o sea  $44^\circ$ ; la intersección de las líneas AM y BM, es el centro del círculo ABO. De la misma manera trácese BCN, CBN, cada uno igual al complemento de  $30^\circ$  o sea  $60^\circ$ ; N, será el centro del círculo CBO, y O, el lugar del observador.

EJEMPLO 2.º—El ángulo entre dos objetos A y B (fig. 4) es de  $47^\circ$ ; entre B y C de  $107^\circ$ .

Trácese ABM, BAM, cada uno igual a  $43^\circ$ ; M, es el centro del círculo ABO. Del mismo modo trácese CBN, BCN, cada uno igual al complemento de  $107^\circ$  o sea  $17^\circ$ ; N, es el centro del círculo CBO, y O, el lugar del observador.

Es evidente que mientras mayor sea el ángulo más distintamente se marcará la intersección de los círculos en O, y que por otra parte el resultado dejará de ser bastante satisfactorio cuando los dos círculos casi coincidan o cuando sus centros estén casi juntos. Estas condiciones deben guiar al observador en la elección de los objetos para no caer en el caso imposible.

El caso imposible tiene lugar cuando la posición del observador está en el círculo que pasa por los tres objetos.

En la práctica es fácil llevar con la vista un círculo que pase por

los tres puntos elejidos para rechazar cualesquiera de ellos en caso de que pase por algun lugar cerca del observador.

Sin embargo, familiarizándose con las posiciones relativas de los objetos que deben evitarse o preferirse ahorrará trabajo y alejará toda probabilidad de cometer equivocaciones.

Casos parecidos al imposible solo pueden ocurrir cuando los centros de los dos círculos casi coincidan lo que no puede suceder a no ser que el ángulo ABC, hácia O (fig. 5), sea menor que  $108^\circ$ . Si AB, BC, están en la misma línea recta, o si B el punto medio de los tres está en el lado mas cercano de la línea que una a AC, el caso imposible o cualquiera otro parecido está mui lejos de ocurrir (fig. 6).

Solo queda otro caso que ofrece seguridad, y es cuando el punto de observacion queda perfectamente dentro del triángulo formado uniendo los puntos ABC (fig. 7). Estos tres casos, están representados en las figuras.

Al hacer la construccion se tendrá cuidado de trazar el segmento que se busca hácia el lado conveniente de AB, segun sus marcaciones conocidas aproximadamente. Para ello se tendrá presente que si el ángulo observado es menor que  $90^\circ$  la posicion que se busca está en el segmento mayor; pero si el ángulo observado es mayor que  $90^\circ$  dicha posicion vendrá a quedar en el segmento menor.

### **Transportador de sondas.**

Para el trazado de las sondas y para la limpieza y lijereza del trabajo, en la Marina Inglesa se provee a todo buque de un transportador de sondas. Consiste de un círculo de bronce graduado desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$  a cada lado. Desde el centro del círculo parten tres radios o piernas; la del medio se halla fija en  $0^\circ$  y las otras dos son móviles y se pueden ajustar a cualquier ángulo. Por ejemplo, si se han observado dos ángulos, el de la derecha de  $60^\circ$  y el de la izquierda de  $90^\circ$ , la pierna de la derecha y la de la izquierda se ajustarán respectivamente a esos ángulos. En seguida moviendo el círculo hasta que las tres piernas pasen por los objetos fijos en la carta, un pequeño puntero en el centro del círculo marcará el lugar del bote al tomar la sonda.

Caso de que no hubiese a bordo un trasportador de sondas se podrán fijar éstas por el método siguiente:

Sobre un pedazo de papel de calco elijase un punto, y desde él tírense tres líneas de suficiente largo que encierren los dos ángulos observados, y escríbase sobre cada una de ellas el nombre del objeto; muévase este papel hasta que los tres objetos pasen por las líneas, píquese en seguida con una aguja el punto elegido y se obtendrá en el plano la situación del bote al observar los ángulos.

#### **Arrecifes fuera de la vista de tierra.**

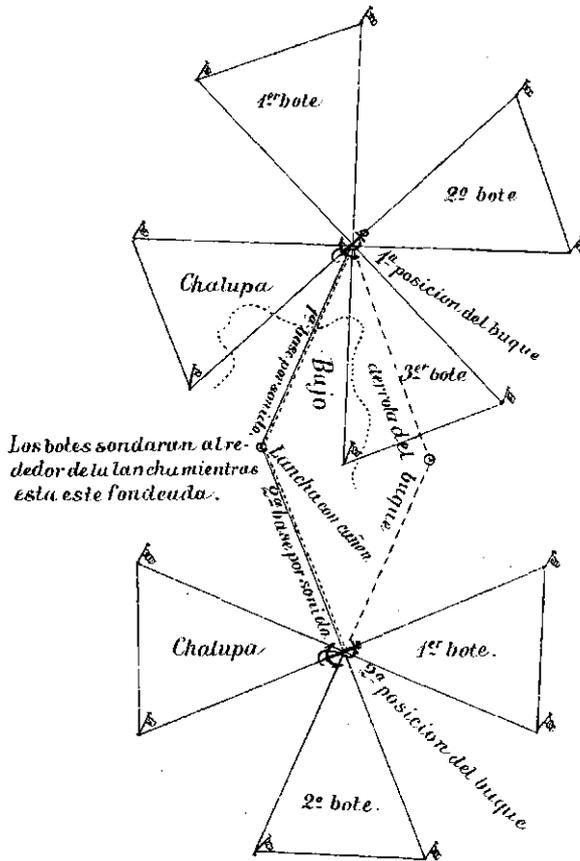
Si se descubriese un bajo o arrecife fuera de la vista de tierra, o si se mandase un buque espresamente a determinar la situación y estension del peligro, éste principiará fondeándose tan pronto como disminuya el braceaje acoderándose si fuese posible. En seguida se mandarán cuatro botes que corran líneas de sonda en dirección N. S. E. y O. hasta una distancia de 3 millas, izando una bandera cada media hora y tomando al mismo tiempo el ángulo al palo trinquete del buque en cuyo tope se izará una bola negra. Un observador a bordo tomará al mismo instante la marcación del bote. (*Véase diagrama núm. 4.*)

Al fin de las 3 millas, que se determinará por el ángulo al palo del buque, los botes bogarán respectivamente al ESE., SSO., ONO. y NNE. por  $2\frac{1}{2}$  de milla fijando sus posiciones por ángulos al palo e izando sus banderas para que desde a bordo se les demarque.

En seguida regresarán al buque gobernando al SO., NO., NE. y SE. sondando e izando sus banderas como ántes.

Si por la estension del bajo o por el poco braceaje, hubiese necesidad de hacer un exámen mas estenso del lugar, se mandará la lancha con su cañon que se fondée sobre una marcación dada y a no mas de 3 millas de distancia; se harán en seguida tanto en el buque como en la lancha tres disparos para determinar la distancia. Una vez efectuado esto, el buque levará anclas y tomará una segunda posición, a no mas de 3 millas de la lancha desde donde se volverá a medir otra base por el sonido, principiando el buque a disparar en el momento de fondear.

Diagrama N.º 4.



La lancha regresará a bordo sondando y los tres botes restantes sonarán al rededor del buque como ántes.

### **Variacion del compas.**

Para orientar el plano es necesario determinar la declinacion de la aguja en ese lugar. Con tal objeto desembárguese el compas azimutal y procédase como sigue: determínese la marcacion verdadera (páj. 20) de alguna roca o punta notable situada a pocas millas de distancia. Colóquese el compas en estacion y tórnese 32 marcaciones del objeto, moviendo la caja del compas una cuarta a cada observacion. La media de todas estas observaciones será la marcacion verdadera magnética y la diferencia entre ésta y la marcacion astronómica dará la variacion o declinacion de la aguja en ese lugar.

Por el método anterior se neutralizará todo error que pudiera haber en la centralizacion de la rosa o por alguna otra causa esterna.

Pudiera suceder que hubiese dificultad para obtener con el sextante la marcacion verdadera de un objeto; en tal caso se hará la operacion con un teodolito como sigue: llévase el instrumento al lugar de la observacion cuando el sol se halle a tres o cuatro horas del meridiano; nivélase bien y diríjase el cero al objeto del cual se desea obtener la marcacion verdadera. Aflojese el tornillo del círculo vertical y diríjase el telescopio al centro del sol y léase la altura de este astro y el ángulo del círculo horizontal. La marcacion verdadera del sol se calculará como en un azimut.

En caso de no tener a bordo un teodolito se podrá todavía determinar la variacion en tierra, demarcando el sol con el compas horizontal y observando con el sextante la altura del sol en el horizonte artificial para poder obtener el azimut verdadero.

Cuando el sol se ha observado al Sur, si la marcacion observada está al Este del Sur, la variacion es oriental; si al Oeste, es occidental. Lo contrario sucede si el sol se observa al Norte.

### **Datos hidrográficos.**

Siempre que se ejecute el levantamiento de un puerto, deberá acompañarse una descripcion de la costa y puerto. A la distancia, generalmente suele verse algun objeto mas notable que los demas y que bien puede utilizarse como marca. Dígase lo que es, describase su apariencia y anótese en que direccion de él demora el puerto o al-

gun peligro que pudiera existir fuera de la costa. Indíquese la direccion para entrar y salir del puerto en el día y ayudado de marcas, como tambien de noche con mal tiempo, en cuyo caso el escandallo y el faro deben ser los guias principales del marino; la manera como ha de proceder un buque con vientos contrarios o favorables, donde existe el mejor fondeadero y el braceaje que debe esperarse en él, como tambien la calidad del fondo; direccion para fondear, vientos reinantes y si es conveniente o nó amarrarse a dos anclas.

Siempre téngase presente que ninguna descripcion puede igualar a un bosquejo de la costa acompañado de marcaciones. En estos bosquejos se tomarán ángulos aproximados entre los objetos extremos del dibujo y entre dos o mas intermedios, los que se registrarán encima de cada objeto. Tómese a lo ménos una altura angular de las partes mas prominentes del dibujo (fig.<sup>s</sup> 8) y refiéranse las demoras a algunos de los objetos entre los cuales se han medido ángulos.

Siempre escríbase al pié del dibujo el nombre nativo del lugar, como tambien la fecha, y si se intenta emplear uno de los objetos como marca, se dibujará una flecha sobre y debajo de la perpendicular que pasa por él.

Ademas de marcar cuanto se presente a la vista, es de suma importancia el conocimiento de la profudidad del mar y calidad del fondo, como tambien una descripcion de la costa acompañada de reglas para atracarla. Deberán establecerse, siempre que sea posible, las distancias a que se apartan de tierra ciertas zonas de sondas y desde qué punto. Se dirá si el fondo contiguo a los bajos es acantilado o gradual; si la costa puede atracarse sin riesgo o con precauciones, y si alguna circunstancia del fondo contribuye de alguna manera a fijar la posicion del buque, o distancia a la costa, de noche o en tiempo cerrado.

#### **Observaciones meteorológicas.**

Las observaciones meteorológicas que se ejecuten serán, ademas de las convenidas en la conferencia de Bruselas, las siguientes:

VIENTOS.—Cuáles predominan en cada estacion.

Cómo entran o entablan y que jiro siguen.

Qué señales los predicen.

Cuál es la duracion media de cada uno.

Cuáles son claros y cuales sucios.

Cuáles empeñan a los buques y cómo deben manejarse éstos para evitarlos.

La fuerza con que soplan y dónde producen rachas, recalmones o remolinos.

CORRIENTES.—Cuáles son las que hai, su direccion y velocidad.

Si siguen la direccion de los vientos reinantes o si le son contrarias.

En qué sitios empeñan y donde producen revesas.

Qué límites tienen.

Cuándo son mas fuertes.

Qué causas las producen.

MAREAS.—Ademas de lo dicho en el cap. *Mareas*

En qué sitio aumentan de velocidad.

Sobre qué puntas empeñan.

A qué distancia de la costa alcanzan.

BARÓMETRO.—Con qué tiempos sube el mercurio y con cuales baja.

Cuál es su estado medio y movimientos máximos.

Con qué anticipacion suelen anunciar los tiempos.

### **Modo de determinar las corrientes.**

Para determinar la corriente en la mar es necesario poner suma atencion en la estima del buque: las agujas que sirven para dirijir el rumbo deben compararse de cuando en cuando con la que se emplea para determinar la variacion en cada rumbo del buque; y la situacion de éste por observacion una vez al dia a lo ménos, debe deducirse por el cronómetro en la mañana y tarde refiriéndolas al medio dia, a cuya hora se observa la latitud; y todos los datos para hallarla de noche, y para averiguar el punto de la nave a cualquiera hora, se referirán a una misma hora del dia, a fin de que la posicion del buque por observacion comparada con el punto de estima, manifieste la direccion y velocidad de la corriente, si la hubiese, en las 24 horas. Todos estos datos se espresarán en una tabla, en los momentos de ciertos periodos claros y naturales de un viaje, tales como las entradas y salidas del viento jeneral, paralelos de calma,

el principio y fin de la monzon, el cambio positivo de alguna corriente, el paso de un estado de cosas a otro, deduciendo el efecto total de la corriente para aquel período y el cálculo de su velocidad diaria, como también cualquiera observación que se considere de utilidad, tal como la temperatura del mar.

Las botellas que se tiran del buque a la mar con un papel dentro espresando la fecha, latitud y longitud de los puntos donde fueron arrojadas, ofrece medios excelentes de averiguar la dirección de las aguas cuando se recojen después: los buques harán perfectamente si emplean con frecuencia para este objeto algunas botellas vacías. (1) En el caso de hallarse algunas de éstas en la mar, se recojerán y copiando el papel que tiene dentro, añadiéndole la fecha y situación del buque, volverán a cerrarse con cuidado y se tirarán otra vez al agua, remitiendo un ejemplar del escrito a los depósitos de hidrografía.

Estando próximo a la costa y en ésta algunos puntos bien situados, sin poder anclar por el mucho fondo, podrá deducirse el rumbo de la corriente observando la velocidad de un cuerpo flotante v. g. una tabla con peso al extremo para que se mantenga derecha cuya posición se establecerá de tiempo en tiempo por ángulos tomados en un bote, apuntando los intervalos con el reloj.

---

## LEVANTAMIENTO A LA VELA.

---

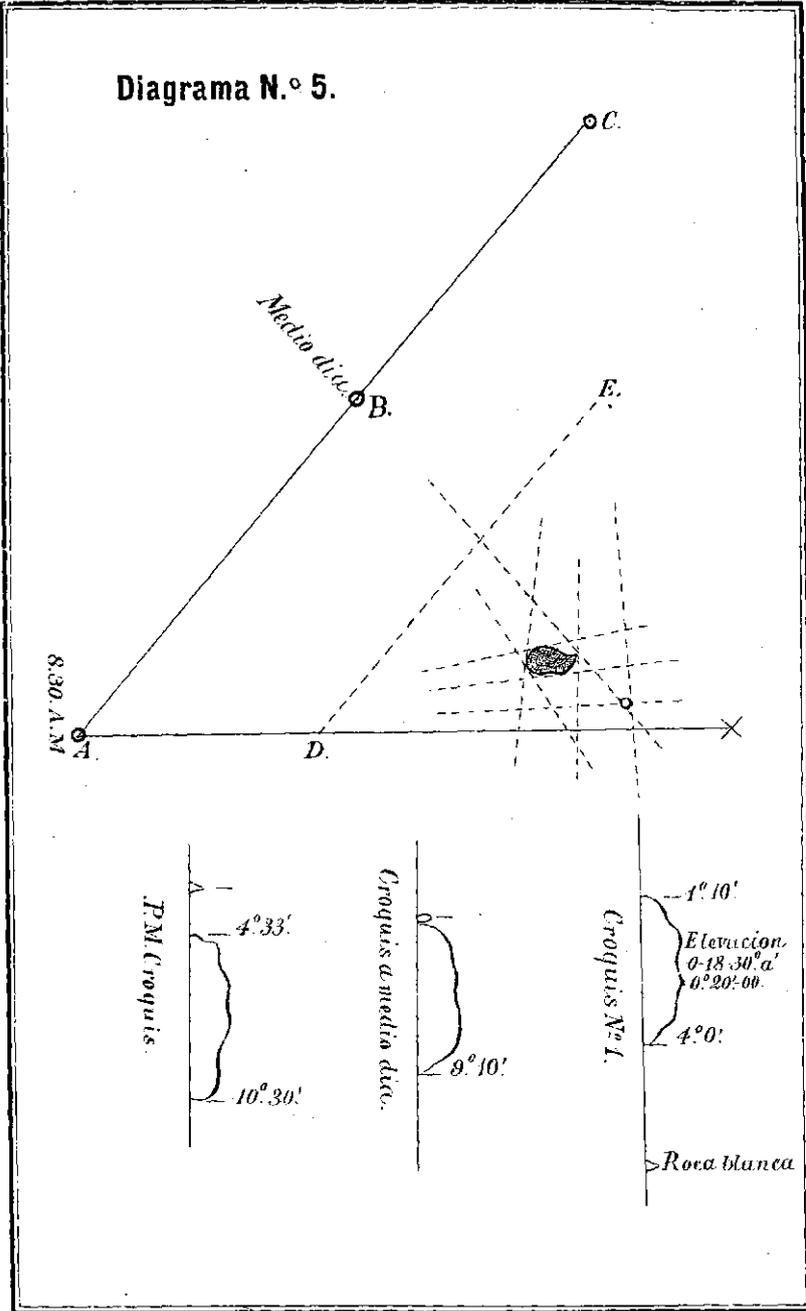
En el diagrama N.º 5 se supone que el buque ha llegado a la vista de la isla y Roca Blanca cerca de la posición A, a las 8 h. 30 m. A. M. y que se desea levantar el plano sin alterar el rumbo que se supone ser N 60° O—Variación 10° E.

Una vez que el buque halla llegado en A, póngasele en facha y tómense observaciones de sol para la longitud y marcaciones verdade-

---

(1) Antes de cerrar estas botellas deben lastrarse con un poco de arena seca, asegurándola al fondo con cera o pez para que se mantengan derecha y no floten tan ligeras.

Diagrama N.º 5.



ras y del compas a Roca Blanca, como tambien ángulos a los objetos como en N.º 1.

Terminadas las observaciones, échese la corredera de patente, oriéntese el aparejo y hágase rumbo al N 60º O.

Al medio dia obsérvese la altura meridiana del sol; precisamente en este momento Roca Blanca abre por el norte de la isla; tómesese pues su marcacion del compas y médase el ángulo al extremo derecho de la isla. Léase la corredera de patente y póngasele de nuevo en el agua. Para hacer esta operacion sin parar el buque es necesario disponer de dos o tres observadores.

A las 3 P. M. se pondrá el buque de orza, y se recojerá y leerá la corredera de patente; se tomarán observaciones de sol para la longitud, marcaciones verdaderas y del compas, y ángulos como en fig. 3. Una vez concluidas las observaciones el buque puede proseguir en su derrota.

Por el procedimiento anterior hemos obtenido todo el material para situar la isla y Roca en la carta. Si el buque pudiese anclar en A y C y observase la direccion y fuerza de la corriente el resultado seria mucho mas satisfactorio; en el caso contrario la comparacion de las diferencias de longitudes entre las observaciones de A. M. y P. M. con la obtenida por la corredera, seria un medio de percibir la corriente.

Si fuese dado escojer una posicion, seria conveniente colocar el buque en el meridiano del objeto al tiempo de las observaciones de A. M. y P. M., y en su paralelo a medio dia; asi si en el diagrama el buque hubiese podido partir desde D en lugar de A, se hallaria a medio dia y bajo las mismas circunstancias en E, el paralelo del objeto, en cuyo caso no habria habido dificultad alguna en obtener la longitud y latitud exacta de Roca Blanca.

Durante la operacion se tendrá especial cuidado con el gobierno del buque y de ir formando el croquis correspondiente que dé las formas de la costa, señalar sus playas, lugares roqueños y relieves del terreno, etc.

#### **Trazado.**

Escójase en el papel la posicion del punto A de manera que quede suficiente espacio al rumbo N O. del buque, y que la isla quede mas o ménos al medio del papel.

Por A tírese una línea vertical que represente el meridiano verdadero y sobre él trácese la marcacion verdadera de cero (Roca Blanca), en seguida el rumbo verdadero y desde cero los ángulos a los objetos. Llévase sobre la línea del rumbo las distancias a medio día y a P. M. (adoptando la escala que se crea conveniente) y desde cada una de estas estaciones trácense las marcaciones y ángulos observados de los objetos. Si las tres marcaciones tomadas todas pasasen por el mismo punto, seria prueba de que el buque no se ha desviado de su rumbo, o si ha habido corriente esta habrá sido a favor o uniforme. Si resultase alguna diferencia sitúese el objeto con las posiciones de A. M. y medio día. En seguida desde el objeto trácese la marcacion verdadera tomada desde P. M. y sobre esta línea de marcacion sítuese la posicion de P. M. por medio de la longitud, despues de lo cual se podrán trazar los ángulos tomados desde ahí.

---

## RECONOCIMIENTO DE UN RIO.

---

Los rios jeneralmente se exploran llevando una cadena continua de triángulos desde la boca hácia adentro, comprobando de vez en cuando las estaciones hechas en las orillas, por líneas desde ellas a algun pico o cerro notable al alcance de la vista; pero para ejecutar este trabajo con lijereza y exactitud, se necesita no solo de algunos botes sino tambien de un buen hidrógrafo que dirija las operaciones a medida que las circunstancias varíen. Por otra parte, la ribera de muchos rios, especialmente en los climas tropicales, son tan boscosas, que muchas veces es imposible desembarcar en ellas por grandes trechos.

Igual caso sucede en muchos de nuestros rios, tales como el Calle-Calle y sus tributarios, el Maullin y casi todos los australes, en que una vejetacion exuberante y espesa ciega casi del todo el cauce de los rios.

Pero si se comisiona a un bote o lancha a vapor para ascender un rio desconocido o mal explorado, con órden de sacar todo el partido posible de su viaje, economizando tiempo, pudiendo sin

embargo, disponer de algunos días en la exploracion, se procederá como sigue: Partiendo de un punto de la boca, cuya latitud y longitud se habrá obtenido de la carta o bien por observaciones propias, tómesese la marcacion de algun punto rio arriba hácia el cual se gobernará primero; se llevará la corredera de patente teniendo cuidado de observar de tiempo en tiempo la velocidad de la corriente y de este modo tendremos un rumbo y una distancia, corregida de la corriente.

En seguida tómesese la marcacion de otro punto y gobiérnese sobre él del mismo modo, y así sucesivamente durante el día, trazando estos rumbos y distancias a medida que se suba, dibujando en ellas las riberas del rio comprendidas y sondeando a la vez que se avanza. Se tomarán ángulos a objetos notables, los cuales se fijarán por intersecciones de los diferentes puntos. En cualquier parte donde se halle el bote o lancha y siendo el tiempo aparente se desembarcará y tomarán observaciones de A. M.; a medio día se observará del mismo modo la altura meridiana de sol; en la tarde se volverán a tomar alturas P. M. para la longitud, y en cualquier paraje donde halla que alojar en la noche, determínese la latitud por alturas meridianas de luna o estrella; (se supone que se trae a lo ménos un cronómetro) de este modo con una série de latitudes y distancias meridianas se tiene en la carta una larga cadena de puntos fijos, los cuales se unirán en seguida conforme al croquis que se halla hecho en la navegacion rio arriba. Quizas sea menester ancharlo en algunas partes y comprimirlo en otras, pero si se ha tenido cuidado y puesto atencion a la corriente, se verá con sorpresa la poca alteracion que necesita el trabajo.

Siempre que se haga alto por una hora mas o ménos, o despues de alojar para la noche, o bien antes de partir al dia siguiente, se hará un plano completo de esa parte del rio, midiendo el ancho y situando todos los puntos al alcance de la vista, tanto hácia arriba como hácia abajo del rio; la base se medirá a lo largo de algun terreno plano o bien mandando el bote a la orilla vecina y tomando la altura de su palo o usando del micrómetro.

Suponiendo, por último, que se halla llegado a una distancia considerable de la boca, será siempre útil determinar la altura sobre el nivel del mar, haciendo observaciones continuadas con un barómetro aneroidic y un termómetro, que se compararán con el de mercurio

Del buque, ántes de partir y a la llegada; se determinará tambien la declinacion de la aguja.

Otro método de operar, es el que se ilustra en el diagrama número 6, bastante simple y que puede aplicarse a todo caso, principalmente en rios pequeños y de poca importancia.

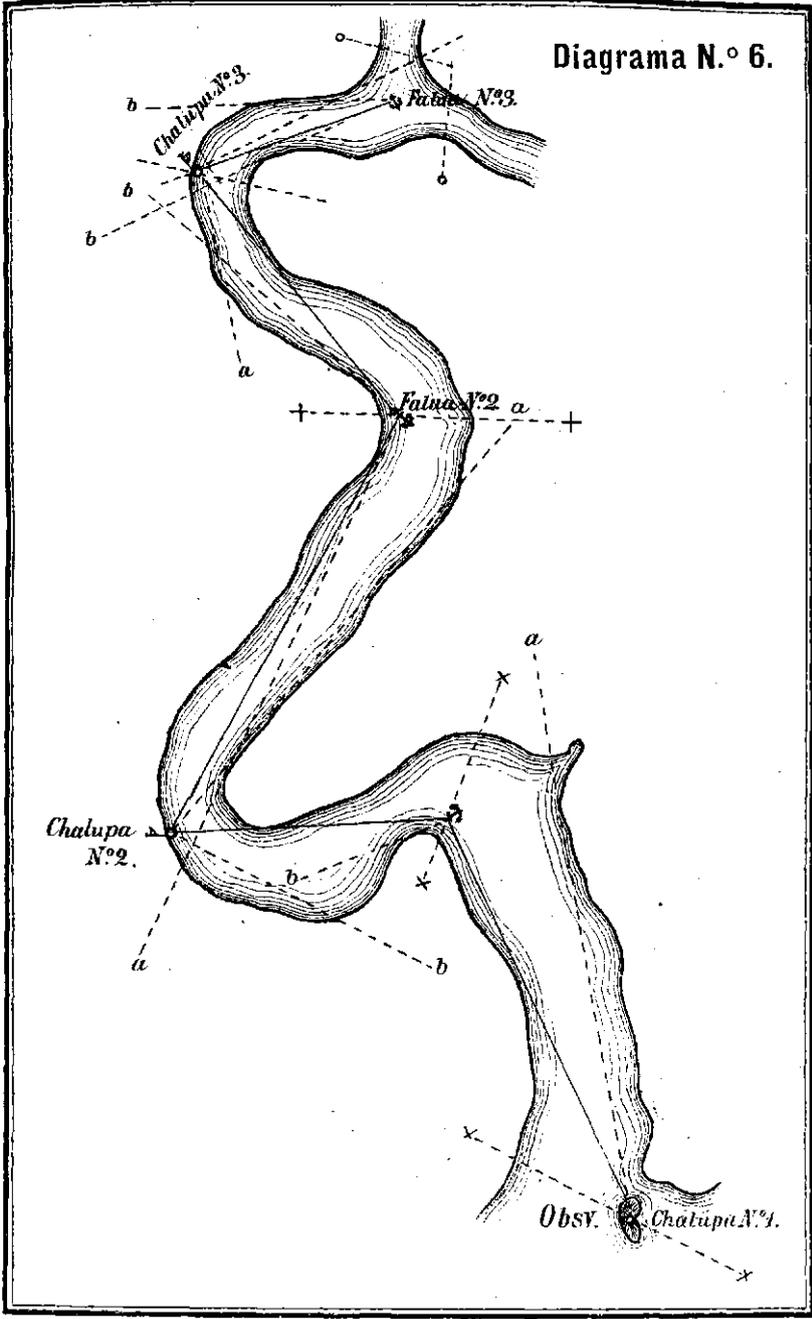
En este caso solo se necesitan dos botes, que supondremos sean una chalupa y una falúa. Esta última izará en su palo un mastelerillo provisional y se medirá la altura exacta desde la perilla hasta la línea de agua y para que el tope se distinga bien se cubrirá con un balde de lona pintado blanco, o a falta de éste con una bandera blanca en forma de bola.

El oficial que dirige el trabajo irá en la chalupa y llevará con él un sestante y un compas azimutal con su trípode.

En rios torrentosos y de riberas boscosas, los botes no pueden llevar sus palos arbolados sin esponerse a riesgos mas o ménos eminentes, como sucede en la mayor parte de los nuestros, pero en tales casos el uso del antejo micrométrico de Rochon es un precioso auxiliar.

Llegados a la boca del rio, la chalupa tomará la posicion N.º 1 y la falúa continuará rio arriba, sondeando a medida que sube, y fondeará o se amarrará a la orilla tan léjos como sea posible pero sin perder de vista a la chalupa, la cual mientras tanto habrá sondeado a traves de la boca. Una vez que la falúa haya borneado a la corriente, la chalupa tomará el ángulo de elevacion de su palo y la marcacion del compas a que demora. Para determinar el ancho del rio, mídase el ángulo entre la falúa y  $\alpha$ , y tómensese todos los demas ángulos que se crean necesarios; y ántes de dejar cada estacion, dése una brochada de cal a una roca o déjese un pedazo de lanilla o jénero blanco, pudiendo de este modo, tomar la marcacion inversa, lo que dará mas exactitud al trabajo. En seguida la chalupa subirá el rio en demanda de la falúa y mientras tanto esta última sondeará en direccion,  $x, x$ , amarrándose nuevamente en su estacion. Llegando la chalupa a este punto, tomará una marcacion inversa y ángulos a los objetos vistos desde la primera estacion y que se desca fijar; en seguida procederá rio arriba hasta tomar la posicion N.º 2 punto desde donde se puede ver la falúa clara de la punta intermedia. Obsérvese su marcacion y tómensese el ángulo de elevacion para la distancia; a una señal acordada la falúa dejará su

Diagrama N.º 6.



primera estacion y procederá rio arriba sondeando, y al pasar cerca de la chalupa, ésta le señalará su segunda estacion mas adelante: mientras tanto se sondeará a traves, se tomarán ángulos y se hará un croquis de las riberas etc., y cuando la falúa se halla hecho firme en su segunda estacion obsérvese su marcacion y distancia etc., y en seguida gobiérnese sobre ella pasando a tomar mas allá la tercera estacion de la chalupa, y así sucesivamente durante el dia.

Cuando el tiempo o las circunstancias impidan adelantar mas, se aumentará el valor del trabajo, desembarcando con el compas azimutal y subiendo a algun cerro cercano fijado por ángulos, y tomando desde él la marcacion del buque, de la boca, o de la primera estacion, o de alguno de los puntos mas salientes del rio, o bien de cerros, etc. Siempre hai un punto en el curso de un rio donde la influencia de la marea cesa del todo; uno o dos dias de exploracion quizas no lo alcancen pero en un trabajo completo será preciso determinarlo.

En todos los reconocimientos, principalmente en el de un rio de alguna estension, se necesita el nombre de las aldeas, islas, cerros, montañas distantes, brazos de rios, como tambien los diferentes nombres que lleva el rio, pues jeneralmente varian en su curso, usando siempre que sea posible los *nombres nativos*.

El trazado del trabajo anterior es tan sencillo y familiar a todo marino que no necesita mayor esplicacion. Las líneas que unen las diferentes estaciones pueden considerarse como rumbos y las distancias se deducen de los ángulos de elevacion observados y de la altura conocida del palo de la falúa.

---

## LEVANTAMIENTO DEL PLANO DE UNA COSTA.

---

Si concluido el levantamiento del plano del puerto se desease explorar la costa por alguna estension considerable, se procederá como en el caso que se ilustra en el *diagrama núm. 7*.

Podrá suceder que la costa que se va a explorar sea inabordable; en tal caso estando el buque por el traves de Isla Colorada (*véase*

*diagrama*) a distancia de 3 o 4 millas y siendo la hora y el tiempo aparentes para el comienzo del trabajo se dejará caer un anclote en posicion N.º 0; hágase un croquis aproximado de la configuracion de la costa entre Isla Colorada e Isla Plana y obsérvese la marcacion verdadera de algun objeto notable, como ser el pico de Isla Colorada; mídanse ángulos entre éste y los límites de Morro Sur y de Isla Colorada, entre el mismo y Roca Blanca, junta a espaldas de ella, y a toda cumbre de cerro, casa, pronontorio, límites de playas de arena o puntas que pudieran haber entre Isla Colorada e Isla Plana, registrando estos ángulos en el croquis que se tiene hecho; se tomarán ángulos de elevacion de los cerros que se intente situar en la carta, como tambien los de las islas e islotes que se desprendan de la costa, y mientras se esté al ancla determínese la direccion, fuerza y cambios, si los hai, de la marea. Una vez terminadas estas operaciones lévese, póngase la corredera de patente en el agua y gobiérnese a rumbo fijo hasta posicion N.º 1, sondando a medida aunque no sea posible todavía situar esas sondas, pues los objetos que se usen tienen aun que ser fijados. Llegado que sea el buque a N.º 1, es decir, frente a Isla Plana y en posicion tal que pueda verse toda la costa que se ha dejado atras, se dará otra vez fondo al anclote. Téngase presente con respecto a la corredera de patente que no es posible usar indistintamente cualquier instrumento de esta clase; es necesario que sea una cuyo error se conozca, error que solo puede determinarse corriendo sobre una distancia fija y el cual es preferible tenerlo en cuenta al usar la corredera que el tratar de corregir ésta. Las mismas observaciones rezan con los instrumentos para sondar y en ambos casos se recomienda la patente de Massey.

Teniendo el trabajo así adelantado es preciso ademas del croquis preparar una proyocion. Elijiendo un punto para la posicion N.º 0 desde él tirense las diversas líneas de marcacion observadas, y en seguida el rumbo y distancia recorrida hasta posicion N.º 1. A las 2<sup>h</sup>. P. M. obsérvese la marcacion verdadera del pico de Isla Colorada, y los ángulos que éste forma con las mismas puntas y objetos antes observados, y trazándose, estas líneas, interceptarán a las que se tiraron desde posicion N.º 0; con estas intersecciones y ayudados del croquis se trazará la línea de la costa comprendida entre Isla Colorada e Isla Plana. A las 2 h. habiendo amarrado el buque, se

tomarán ángulos de objetos notables hácia el norte; se hará un croquis, se observará la marea, etc. y en seguida se procederá adelante hasta tomar otra posición, digamos N.º 2, repitiendo el mismo procedimiento hasta completar lo que se intentase reconocer.

Tenemos ahora la carta de una porción de la línea de la costa, con todos los objetos prominentes perfectamente situados; podremos, pues, dedicarnos a completar la sonda yendo y viniendo de la costa, sondando en el trayecto y fijando el buque a cada cambio de rumbo. La distancia a que se deba separar la costa dependerá de si la orilla es acantilada y profunda, o bien si el fondo disminuye gradualmente; de si la tierra es alta o baja, y del tiempo de que se pueda disponer, etc.; pero para atracar la costa se tendrá en vista la seguridad del buque, y el que éste sea a vapor o a vela influirá mucho en el trabajo y modo de efectuar la sonda: por último, los botes examinarán y sondarán toda la costa yendo y viniendo dentro del límite de la sonda del buque; se completará y corroborará el arribamiento de las bahías o ensenadas y se buscarán prolijamente y con empeño los peligros ocultos que puedan existir, especialmente en dirección de las puntas salientes, tanto del continente como de las islas e islotes. En algunas de las posiciones del buque, pero con seguridad si es posible en la primera y última, se habrán hecho observaciones para marcación verdadera y para latitud y longitud, para que conectando la posición del buque con la carta se fijen los límites que deban subtender todo el trabajo. Quizas éste no calce exactamente y en tal caso es preciso decidir por la triangulación o por el dato astronómico, según la confianza que se tenga en ellos, y arreglar el trabajo en conformidad. Por ejemplo, en este caso en que la costa corre precisamente de norte a sur, las latitudes serán de un gran valor siempre que las observaciones sean satisfactorias.

Supongamos ahora que la costa es abordable, desembarco seguro y practicable en cualquier parte, tiempo favorable y que la mas o ménos demora en el trabajo no signifique nada. Refiriéndonos al mismo diagrama y hallándose el buque cerca de Isla Plana en posición N.º 1, se determina hacer un reconocimiento desde Morro Sur hácia el norte.

Aquí Roca Blanca parece ser el lugar mas prominente y mejor situado para la medida de los ángulos, por lo cual se la ha escogido

como punto de observacion. Dispuesto así, el buque fondeará en posicion N.º 1 de manera a quedar a una distancia de 3 o 4 millas de Roca Blanca y en direccion conveniente para la medida de los ángulos a los objetos principales al norte y sur de él; estos son Isla Colorada a un lado y Monte Redondo al otro.

Los botes necesarios para el trabajo son dos, una falúa y una chalupa y la hora mas conveniente para principiar a operar las 7 A. M.

Hechos a bordo todos los arreglos necesarios para la buena inteligencia y armonía de las operaciones del dia, despáchese la falúa al cargo de un oficial en direccion a Isla Colorada, con órdenes de izar ahí una bandera o de colocar alguna buena marca; en seguida cuando el buque dispare para medir la base por el sonido, tomará ángulos a todos los objetos, y el ángulo entre el buque y Roca Blanca lo medirá y anotará a cada disparo, concluido lo cual explorará y sonدارá la costa entre Morro Sur y Roca Blanca, regresando al buque al ponerse el sol.

Otro oficial a bordo, estacionado en el palo triquetec medirá a cada disparo ángulos entre Roca Blanca y todos los objetos principales; en seguida ángulos a objetos secundarios o que creyese de alguna manera útiles, todos los cuales los anotará en un croquis de la costa que de antemano tendrá preparado. Se observará tambien la marcacion verdadera y del compas de algun objeto prominente y se tomarán ángulos de elevacion a las montañas y picos principales. En este caso Isla Colorada es el objeto principal hácia un lado y Roca Blanca y Monte Redondo hácia el otro, siguiéndoles en importancia Doble Morro y Monte Alto.

Como se intenta continuar con el trabajo a lo largo de la costa hácia el norte, reconózcase bien en esa direccion con el anteojo y mídense ángulos entre todos los objetos notables y Roca Blanca; algunos de estos ángulos resultarán ser mas útiles que lo que al principio se creia.

Mientras tanto el oficial que dirige en jefe se habrá ido en la chalupa a Roca Blanca provisto del cronómetro comparador, teodolito (si hubiese uno), sestante, etc. Por ese tiempo ya la falúa habrá abordado a Isla Colorada y el buque se hallará en su posicion; en tal caso preparará sus instrumentos e izará su bandera de estacion como señal el buque de que se encuentra listo.

El buque a su vez izará a media asta del palo trinquete una bandera grande, que suspenderá al tope en el momento ántes de disparar para medir la base por el sonido. Repítase esta operacion tres veces con un intervalo de cerca de 3 minutos.

Al tiempo de disparar se tomarán desde el buque y desde Roca Blanca, ángulos simultáneos a todos los objetos principales; tanto estos ángulos como los intervalos para la medida de la base, se medirán y anotarán a cada disparo con el fin de prevenir toda equivocacion. En seguida tórnense ángulos a todos los objetos que de alguna manera sirvan para determinar los detalles de la costa.

Concluidas que sean las observaciones anteriores el buque levará y se vendrá a fondear próximo a Estacion observatorio.

El oficial director, estará en Estacion observatorio enteramente ocupado en observaciones.

Anotará el estado de la marca inmediatamente que desembarque como tambien a intervalos iguales durante el resto del dia; tomará marcaciones verdaderas ántes y despues de meridiano y observará alturas equidistantes y circunmeridianas de sol para determinar la lonjitud y latitud. Cuando el buque ancle cerca de su estacion podrá mandar por el compas azimutal y tomar una série de marcaciones del punto situado por marcacion verdadera, para determinar la declinacion de la aguja.

Concluida estas observaciones regresará el jefe a bordo y comparará el reloj con todos los demas cronómetros; examinará todo el trabajo ejecutado asegurándose que todo se halle claro y correcto para segun ello ver si es conveniente continuar al dia siguiente con el avance del trabajo.

Si analizamos lo operado durante el dia veremos que desde la base medida entre Roca Blanca y el buque, tenemos medido primero en importancia, el ángulo formado con Monte Redondo; segundo, el formado con Doble Morro, y tercero el formado con Isla Colorada, de la cual hemos medido los tres ángulos.

Con los datos anteriores se podrán pues calcular los triángulos que determinan las distancias entre estacion observatorio en Roca Blanca y Monte Redondo, Morro Doble e Isla Colorada.

Se proyectarán así mismo los objetos de segunda importancia que formen buenos triángulos con las líneas tiradas desde las estaciones. Por ejemplo, en el diagrama, líneas desde isla Colorada y

Roca Blanca fijarán cualquier objeto de la costa entre estas dos estaciones.

Supongamos ahora que el oficial jefe ha obtenido la longitud y latitud de Roca Blanca; marcaciones verdaderas y del compas de algun objeto notable que figure en el levantamiento; ángulos a todos los picos, morros y cerros que de algun modo pudieran ser útiles, como tambien ángulos de elevacion de los cerros principales, y que por último se ha reconocido y sondeado el terreno al rededor de la isla Plana dejando así terminado el trabajo entre Morro Sur y el buque que supondremos es la estension explorada en el primer dia.

Al amanecer del dia siguiente el buque llevará anclas y a distancia de 5 y 7 millas de la costa, llevará una línea zig zag de sonda, fijando su situacion a cada cambio de rumbo, por ángulos, continuando de esta manera hasta situarse en posicion N.º 2 como a diez millas de N.º 1 donde suponemos ha llegado entre 2 y 3 de la tarde.

La falúa, a su vez, irá sondeando a lo largo de la costa haciendo una línea zig zag entre dos y cinco brazas, regresando abordo al ponerse el sol.

Los oficiales encargados de las sondas, tanto en el buque como en los botes, tendrán amenudo ocasion de poner en juego, su precision y tino, al escojer los objetos que han de servir para fijar la posicion de las sondas. Al sur del Morro Doble probablemente usarán los objetos que el jefe les haya indicado; pero hácia el norte el único punto fijado es Monte Redondo. Es de suponer que la mayor parte de los objetos en la línea de la costa y todas las rocas e islas sean fijadas por el jefe a su paso; pero se deberá tener presente que pudiera mui bien no ver nada mas allá de la línea de la costa, por interrumpir la vista en esa direccion los árboles, ocultándose de consiguiente a su observacion desde el mar cerros u otros objetos notables. Si el buque encontrase alguna dificultad en fijar las sondas deberá irse directamente a su segunda posicion y anclar, sirviendo así de marca para que la falúa pueda situarse. Si el oficial en este último bote anticipase alguna dificultad para situarse escojerá una buena posicion ántes de perder sus objetos al sur de doble Morro y anclará para tomar ángulos. y despues de haberse situado satisfactoriamente tomará los ángulos de los obje-

tos que desee hacia el norte de Doble Morro. Estos ángulos no fijarán la situación de esos objetos pero indicarán su dirección y si se creyese conveniente se podrán situar después por líneas tiradas desde el buque en posición N.º 2.

El jefe de la chalupa principiará su trabajo desde la punta a espaldas de Roca Blanca y desde ahí tomará ángulos con que arrumbar la costa y en seguida hará estación en el fondo de la ensenada y después en el extremo de Morro Doble.

Llevará al mismo tiempo a lo largo de la costa una línea de sonda entre cada estación y si hubiese tiempo se separará una que otra vez a una milla o más de la costa. Cuando la chalupa halla llegado con el trabajo hasta Morro Doble, ya el buque estará quizás acoderado en posición N.º 2; si así fuese, el jefe tomará desde Morro Doble el ángulo entre el buque y Monte Redondo, y si desde Punta Redonda se destacasen algunas rocas tomará también el ángulo a una de ellas para que sirva como un extremo de la base. Entre Morro Doble y Monte Redondo serán necesarias una o más estaciones según las circunstancias, las que podrán fijarse con Morro Doble, el buque y Monte Redondo; pero si fuese posible se volverán a tomar ángulos a estas estaciones desde Morro Doble y el buque. De consiguiente al detallar la costa el jefe procurará siempre hacer estaciones en puntas o rocas notables y en tales casos nunca estará de más blanquear las estaciones hacia el lado en que se desean ver.

Al llegar la chalupa a la estación de Punta Redonda izará su bandera de estación en señal de que se halla listo para medir la base por el sonido.

El buque hará tres disparos y como antes se tomarán ángulos simultáneos a todos los objetos a uno y a otro lado. Aquí Morro Doble es el objeto a un lado y Cerro Norte al otro; tómese también el ángulo entre Monte Redondo y la estación de la chalupa en la punta. Desde el buque, este ángulo se podrá medir mucho mejor refiriendo ámbos objetos a un punto bien definido con el cual formen un ángulo bastante adecuado tomando después la diferencia entre ellos como valor del ángulo deseado.

Mientras tanto, el jefe, antes de dejar la estación habrá tomado ángulos a todos los objetos posibles y la marcación verdadera de

algun punto notable, redondeando el trabajo con una línea de sonda entre la punta y el buque. El oficial abordo de este último habrá tomado al tiempo de medir la base todos los ángulos necesarios, los que arreglará en debida forma en el croquis que tenga hecho de la costa. Habrá obtenido tambien desde cada posicion la marcacion verdadera y del compas de algun objeto importante y ángulos de elevacion a todos los principales picos.

En el caso que ilustramos supondremos que tanto el jefe como el oficial abordo, han escojido Morro Norte hácia ese lado como punto para los ángulos simultáneos y para el mismo objeto Morro Doble al sur, y como las posiciones de Morro Doble y Monte Redondo se fijaron desde las estaciones del dia anterior (Roca Blanca y buque N.º 1), tendremos ocasion de comprobar el trabajo del primer dia.

Habiendo pues completado el levantamiento hasta aquí (buque N.º 2) y fijados puntos al norte para las operaciones del dia siguiente, el buque recojerá su rejera y se alistará para zarpar al amanecer.

Al dia siguiente las operaciones continuarán de la misma manera. El buque anclará en posicion N.º 3 al frente de Punta Norte y el jefe se situará en la punta misma para medir la base.

Una vez tomadas todas las observaciones y ángulos necesarios, seguramente el oficial jefe hará un reconocimiento de la bahia al norte de él y juzgando por las apariencias que es conveniente hacer un prolijo exámen de ella, hará señales al buque para que leve anclas y entre en la bahia acompañado de la falúa.

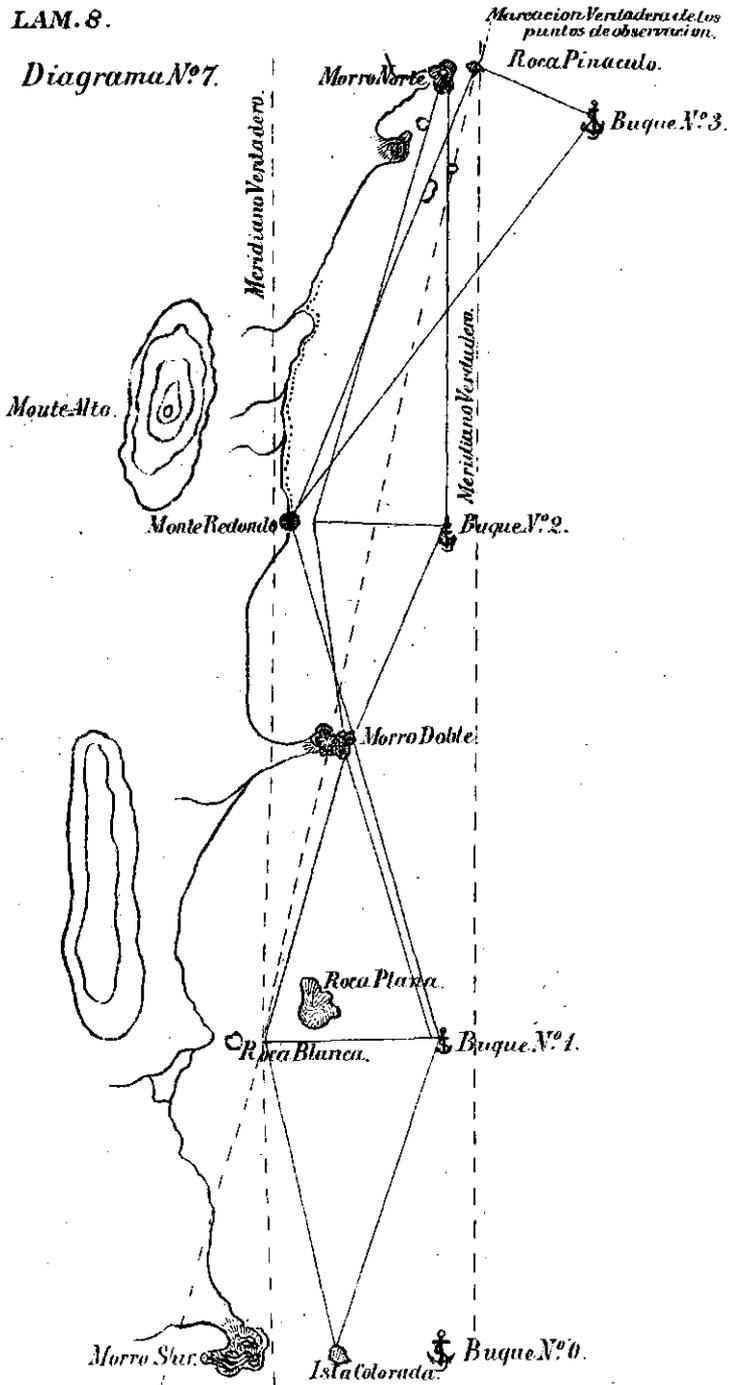
Hasta aquí hemos pues explorado cerca de veinte millas de costa y como se intenta formar un plano particular del puerto daremos por terminado el trabajo, haciendo las observaciones necesarias para determinar la latitud y longitud de estacion Punta Norte.

Refiriéndonos a la posicion N.º 3 del buque en el diagrama, veremos que Monte Redondo es el extremo sur del triángulo principal en esa direccion; y de consiguiente tenemos una comprobacion de la distancia entre Monte Redondo y Monte Norte, obtenidas ayer.

Comprobando la distancia a lo largo de la costa, por medio de las diferentes bases medidas por el sonido, vemos que concuerdan, mientras que las numerosas marcaciones verdaderas han conservado el trabajo correcto en azimut.

LAM. 8.

Diagrama N° 7.



### **Trazado.**

Para principiar el trazado, márquese en el papel un punto convenientemente situado para representar estacion-observatorio del sur, y por ese punto tírese una línea vertical que represente el meridiano verdadero, como así mismo las líneas de las marcaciones verdaderas a las estaciones, Isla Colorada, Morro Doble, Monte Redondo y buque, y en estas líneas fíjese las posiciones de esos puntos, deducidas por el cálculo y con arreglo a sus distancias medias. En seguida sirviéndose de las estaciones Morro Doble y Monte Redondo sitúese la estacion de Punta Redonda y satisfechos de la buena situacion de este último punto, fíjese la posicion del buque N.º 2, y la de Morro Norte, usando las medias de las distancias obtenidas desde el buque en sus estaciones N.ºs. 2 y 3. Si desde esta punta se viese Morro Norte fíjese esa estacion del mismo modo que Punta Redonda, situando despues el buque en su posicion N.º 3.

Como a menudo es difícil fijar una estacion en una punta, sin tener una línea directriz desde algun punto conocido, será conveniente no olvidar esto durante este trabajo. Así desde Estacion Observatorio, se deberá tomar un ángulo a alguna roca u objeto notable situado en la punta estremá de Morro Doble. Desde el punto de Morro Doble tómesese algun objeto en la punta que despidie Monte Redondo, como asimismo a toda roca notable que hubiese a la vista.

Si Morro Doble y Monte Redondo fuesen accesibles y hubiese tiempo de hacer estaciones en sus cumbres, no habria necesidad de las estaciones en las puntas estremas.

Una vez trazados por el cálculo los triángulos principales, se podrán proyectar los puntos secundarios y detalles de la costa.

Para comprobar el trabajo, por los dos puntos de observacion, tráccense los meridianos verdaderos y dedúzcase gráficamente el rumbo y distancia entre ellos. En seguida con la latitud y longitud observadas dedúzcase asimismo por el cálculo el rumbo y distancia. Estos datos deben coincidir exactamente; sin embargo, siempre que los rumbos o marcaciones correspondan, no es de ninguna consecuencia un pequeño error en la distancia, pues es casi cierto que será regular en todo el trayecto; graduando el levantamiento y determinando la escala con respecto a las posiciones astronómicas.

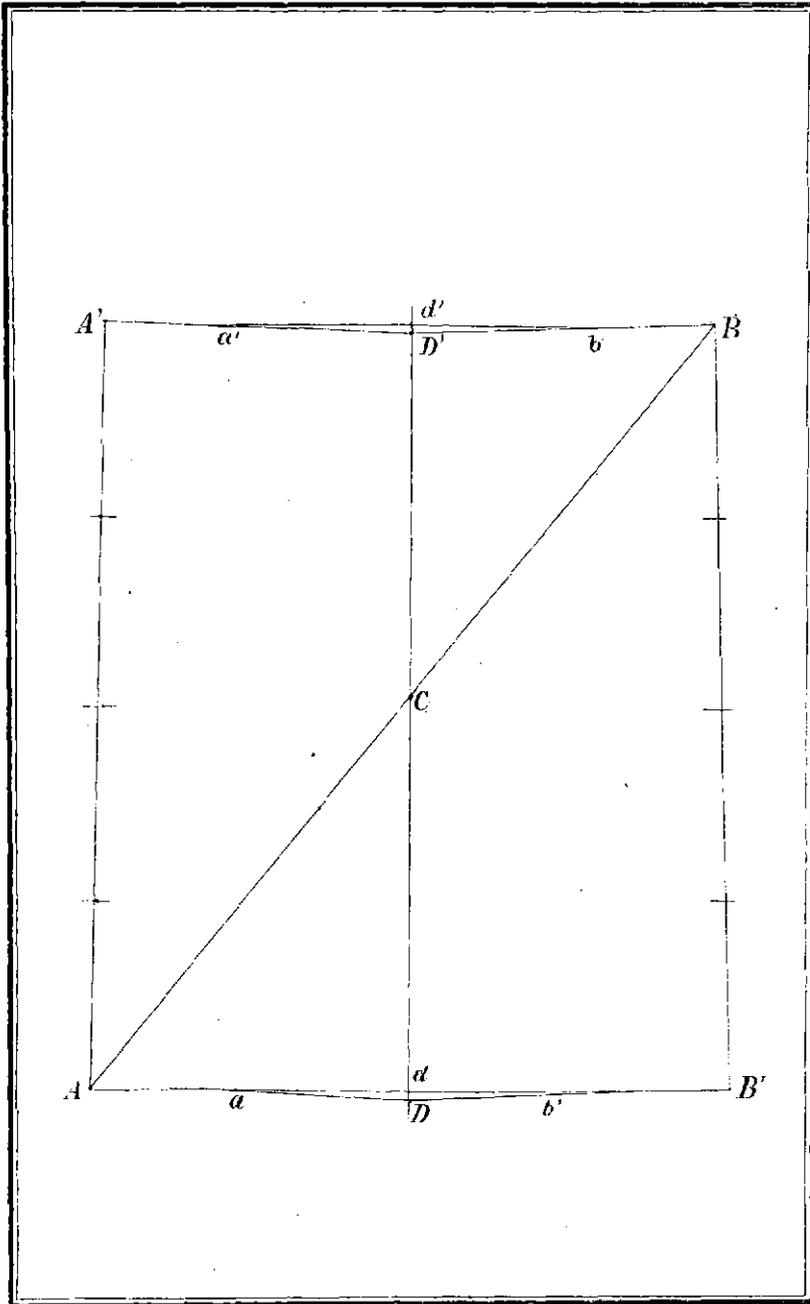
Si la costa que se explora corriese de Norte a Sur, como en el caso actual y si la diferencia en longitud por trazado y por observacion no calzasen, será conveniente, para conservar el trabajo correcto en azimut desechar la segunda longitud por observacion y asumiendo que la proyectada sea correcta, graduar con ésta y con la diferencia en latitud por observacion. Esto solo puede hacerse cuando el jefe tenga entera confianza en sus marcaciones verdaderas; por esto es de todo punto indispensable que en la determinacion de este dato se emplee toda la exactitud y prolijidad posible.

#### **Graduacion de una carta para el trazado de un trabajo hidrográfico.**

Escójanse dos puntos de latitud y longitud convenientes, uno cerca del márjen suroeste de la carta que se desea construir, y el otro cerca del noreste; así, suponiendo que el punto central esté en  $35^{\circ}$  latitud N. y  $10^{\circ}$  longitud E., y que la carta abraza en toda su estension  $4^{\circ}$  de latitud y longitud, podremos, mui bien, escojer un punto A en latitud  $33^{\circ}$  y longitud  $8^{\circ}$ ; y otro B en latitud  $37^{\circ}$  y longitud  $12^{\circ}$ . El largo de AB, se calculará en seguida por el triángulo esférico APB, en el cual P es el polo, AP, BP, las dos colatitudes dadas, y el ángulo APB la diferencia en longitud. Que nos da:

$$\begin{aligned} AB &= 5^{\circ} 10' 9'' = 310.15 \text{ millas.} \\ PAB &= 38^{\circ} 11' 30'' \\ PBA &= 139^{\circ} 31' 30'' \text{ y su suplemento } 40^{\circ} 28' 30''. \end{aligned}$$

En seguida, para que la carta quede simétricamente en el papel, determínese la media de estos dos ángulos, PAB y el suplemento de PBA, que puede decirse son las inclinaciones de AB respecto de los meridianos de A y B; o en otras palabras, son las marcaciones verdaderas recíprocas de A y B. Esta media es de  $39^{\circ} 50'$ . Colóquese en seguida el transportador en el lado izquierdo en un punto cerca la parte inferior del papel y teniendo el diámetro vertical trácese la media que acabamos de determinar; la línea que limita este ángulo la trazaremos hácia el rincón superior de la derecha y sobre ella llevaremos la distancia AB, representando, arreglado a la escala, 310.15 millas, y de tal modo que el punto medio de AB, venga a quedar cerca del medio del papel. (*Véase Lámina 9*).



En seguida desde los puntos A y B, trazaremos los ángulos  $BAA' = 38^\circ 11' 30''$  y  $ABB' = 40^\circ 28' 30''$ .

Las líneas  $AA'$ ,  $BB'$ , son los meridianos que pasan por los puntos A y B. Sobre estas líneas tomaremos  $AA'$ ,  $BB'$ , cada una igual a la diferencia de latitud, es decir,  $4^\circ$ ; de modo que A y B', B y A' estarán respectivamente en el mismo paralelo de latitud.

Determinese el punto medio entre A y B', A' y B, y al hacer esto, no se complique la construcción tirando las líneas  $AB'$  o  $A'B$ ; una pequeña parte, digamos 15 milímetros, es suficiente. En seguida para unir estos puntos tírese la línea  $DD'$  que será el meridiano de la longitud media.

Desde A y A' tírense líneas perpendiculares a  $AA'$  y desde B y B' líneas perpendiculares a  $BB'$ ; las perpendiculares correspondientes se encontrarán en puntos del meridiano medio  $DD'$ .

Sean D y D' los puntos en que se encuentran; y en tal caso tendremos  $AD = B'D$  y  $A'D' = BD'$ .

Biséctese cada una de las líneas  $AD$ ,  $B'D$ ,  $A'D'$ ,  $BD'$  en los puntos a, b'; a', b, y únase  $ab'$ ,  $a'b$ , que cortan el meridiano  $DD'$  en los puntos d, d'.

En seguida biséctese  $Aa$ ,  $ad$ ,  $db'$ ,  $b'B$ ;  $Aa'$ ,  $a'd'$ ,  $d'b$ ,  $bB$ , y únase cada dos puntos adyacentes de la bisección.

Repítase este proceso de bisectar las líneas y de unir los puntos adyacentes de la bisección, y continúese hasta que las líneas quebradas  $AdB'$ ,  $A'd'B$  difieran bien poco de curvas continuas. Estas curvas son los paralelos de latitud. El trazado de los demás paralelos se hará marcando en los diferentes meridianos la latitud deseada y uniendo después los puntos de igual latitud.

Sobre los paralelos extremos se marcan los grados y minutos de longitud de un tamaño tal que guarden la debida proporción a los minutos de latitud, con arreglo a la escala que se use. Así en latitud  $35^\circ$  un minuto del meridiano tiene 6066.23 pies y un minuto de longitud 4991.94; estos números están entre sí en la proporción de 1.82, de consiguiente cualquiera que sea la escala, el largo de un minuto de longitud 0.82 del largo de un minuto de latitud; si la escala es de 1 pulgada por milla el minuto de longitud será 0.82 de pulgada; si la escala es de 6 pulgadas por milla, este minuto será de 4.82 de pulgada. De un modo semejante se trazarán en los paralelos de la-

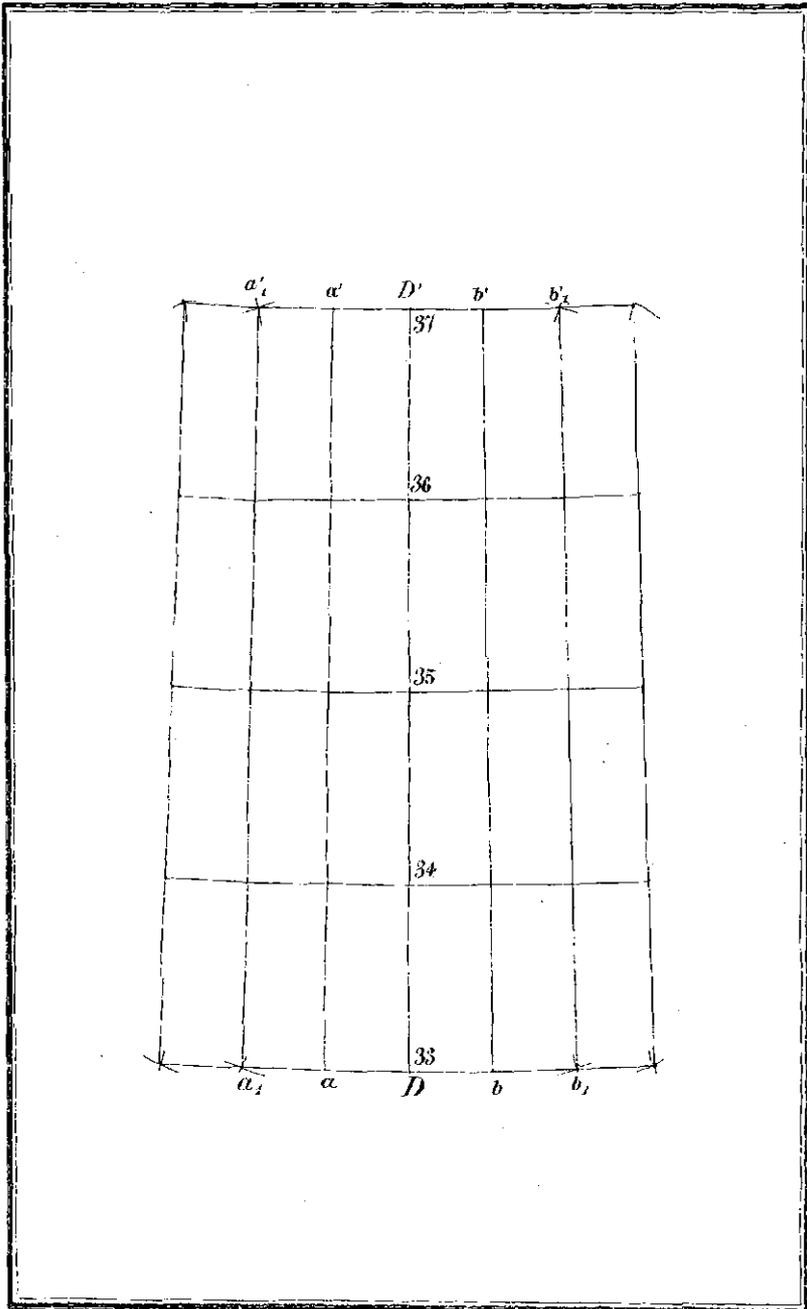
titud, superior e inferior, los minutos de longitud cada uno de su propio tamaño; los meridianos se trazarán como líneas rectas que pasen por las divisiones correspondientes en los paralelos de latitud, a intervalos que mas convenga a la escala que se está usando; si la escala fuese muy grande, se podrá trazar un meridiano por cada minuto o medio minuto; si no tan grande, será suficiente cada dos minutos, o bien cada 5 o 10 minutos.

En seguida se completará la graduación de la carta, quedando esta lista para el trazado del trabajo.

El punto C en que el meridiano DD' encuentra la línea AB, no bisecta a AB y aunque su distancia del punto de bisección es quizás bien poca cosa, puede, sin embargo, ser considerable si los límites de la carta fuesen grandes. Pero si la carta está en una escala grande y la extensión del país que se va a trazar naturalmente muy pequeña, podría tomarse a C como punto de bisección de AB, sin ningún error sensible.

En este caso principiariamos trazando el meridiano DD' por C, punto escogido cerca del medio del papel; tirariamos la línea ACB cortando DD' bajo un ángulo igual a la media de las dos marcaciones y sobre ella llevaríamos las distancias CA, CB, cada una igual a la mitad de AB. En seguida se trazarán los meridianos AA', BB' y sobre ellos se tomarán como antes las distancias AA', BB'. Podemos también trazar las distancias Cd, Cd' cada una igual a la mitad de la diferencia en latitud; y por los puntos A, A'; d, d'; B, B', tirense líneas respectivamente perpendiculares a los tres meridianos, encontrándose las perpendiculares correspondientes en los puntos a, b'; a', b; en seguida como antes, se irá bisectando y uniendo hasta que las líneas quebradas aparezcan como curvas continuas.

En latitudes bajas, y en cartas de poca extensión, como en el caso de que venimos de hablar, los meridianos y paralelos de latitud diverjen insensiblemente de líneas rectas paralelas, y pueden trazarse como tales; en latitudes altas la diverjencia es mayor. La comparación de las dos marcaciones verdaderas nos dirá luego cuando tengamos que tomar en cuenta esta diverjencia; si éstas son tan parecidas que es imposible, con los instrumentos usados, proyectar la diferencia, es evidente que no pueden trazarse y los meridianos son sensiblemente paralelos.



Solo se graduará una carta bajo el método anterior, cuando en trabajo que se va a trazar sea de lo mas exacto y riguroso. Pero en levantamientos alongo de costa, o cuando las observaciones de un trabajo ya sea por el tiempo o por los instrumentos usados, no tienen pretensiones de gran exactitud, el graduar una carta con tanta prolijidad y cuidado no seria sino perder tiempo. Para esta clase de trabajo se emplea otro método, bastante exacto, cuando la costa no se estiende mas allá de 4 o 6 grados de latitud.

Por el punto medio del papel, trazaremos  $DD'$  (*Lám.* 10) como el primer meridiano, y sobre el llevaremos, arreglados a escala, los grados de latitud que debe contener la carta. Como antes, supon-gamos que nuestra costa se estiende de  $33^{\circ}$  a  $37^{\circ}$  N. y de  $8^{\circ}$  a  $12^{\circ}$  E.

Por  $D$  y  $D'$ , puntos de latitud extrema, tírense pequeñas perpendiculares al meridiano  $DD'$  y sobre éstas se llevará, arreglado a escala,  $Da$ ,  $Db$ ;  $D'a'$ ,  $D'b'$  respectivamente iguales, a medios grados de lonjitud en esas latitudes; luego con la abertura de compas  $a'b$  o  $b'a$  y haciendo centro en  $D'$  describanse los pequeños arcos  $a_1$ ,  $b_1$  y tambien los superiores  $a'_1$ ,  $b'_1$ , desde  $D$ . En seguida con los centros  $a$  y  $b$ ,  $a'$  y  $b'$ ; y las distancias  $aD$  o  $bD$ ,  $a'D'$  o  $b'D'$ , respectivamente describanse pequeños arcos que corten a los anteriores en los diferentes puntos  $a_1$ ,  $b_1$ ;  $a'_1$ ,  $b'_1$ .

Tírense las líneas  $aa'$ ,  $bb'$ ,  $a_1a'_1$ ,  $b_1b'_1$ , que representan los meridianos para cada medio grado de lonjitud en la estension de dos grados.

Tírense tambien las líneas  $aa_1$ ,  $bb_1$ ,  $a'a'_1$ ,  $b'b'_1$ ; y las líneas quebradas  $a_1aDbb_1$  y  $a'_1a'D'b'b'_1$  representarán los paralelos de latitud.

En seguida se repite el mismo procedimiento; los radios son siempre constantes y los centros serán respectivamente  $a'$ ,  $b$ ;  $a$ ,  $b$ ; y  $a'_1b'_1$ ;  $a_1b_1$ , lo que nos dará los meridianos extremos de la carta; pero podrá continuarse de un modo semejante por toda la estension que se desee, aunque no convendria escediese de  $5^{\circ}$  a cada lado del primer meridiano.

Por último, los grados de latitud se marcarán en los diferentes meridianos, como  $aa'$ ,  $bb'$ , etc.; y los paralelos de latitud se trazarán como líneas quebradas que unan los puntos de igual latitud.

En cuanto a la proyeccion de Mercator en la que todos los meri-

dianos son paralelos y de uso jeneral en la navegacion, excepto en latitudes mui bajas, no se adapta al objeto de un levantamiento, pues las marcaciones y la prolongacion nunca convendrán juntas ni con la latitud observada y lonjitud de las estaciones.

---

## DE LOS CRONOMETROS.

---

### **Instalacion de los cronómetros abordo de los buques.**

Al recibirse los cronómetros a bordo, se colocarán inmediatamente en el lugar destinado a su recepcion, desde donde no se volverán a mover bajo ningun pretesto. Este lugar depende, como es natural, del tamaño y clase del buque; pero siempre que se pueda se colocarán al centro del buque y tan léjos como sea posible de mazas y puntales de hierro.

El mejor medio de estivar los cronómetros es (como se acostumbra en la Marina Inglesa) es un cajon dividido en tantos compartimentos como son cronómetros, el cual va asegurado con tornillos a un soquete sólido de madera de cerca de 8 decímetros de alto; el soquete se afirma a la cubierta con pernos. Cada compartimento tendrá el mismo alto que la caja del cronómetro y de ancho 45 milímetros mas que el ancho de ésta. Habrá una tapa jeneral o una para cada compartimento y el todo deberá forrarse en otra caja de madera dejando un claro de 45 milímetros entre una y otra.

### **Comparacion y cuerda de los cronómetros.**

**EFEECTO DE LA TEMPERATURA.**—Es jenerálmente admitido y la práctica lo ha demostrado que todo cronómetro bien sea compensado o nó, se halla sujeto a cambiar de marcha por efecto de la temperatura. Para evitar tanto como sea posible esta variacion en la marcha de los cronometros y asegurar así un resultado mas exacto en las mensuras cronométricas, se han empleado varios arreglos.

En el viaje de esploracion del Baron Roussin en las costas del Africa y del Brasil por los años de 1816-20, a bordo de la *Bayadare* la temperatura del cuarto de los cronómetros se mantuvo por medio de una lámpara a una temperatura de 80° Fahr. El aire era admitido por medio de una ventanilla provista de una tapa corre-

diza, con el objeto de regular a placer la cantidad de aire. En el interior un termómetro señalaba la temperatura. La práctica de conservar los cronómetros artificialmente a una temperatura uniforme tiene además la ventaja de tenerlos secos y de mantener los aceites en estado de fluidez. Gracias a las precauciones anteriores la marcha de los cronómetros fué estremadamente regular.

Al adoptar el arreglo que dejamos descrito se tendrá cuidado de atender regularmente a la lámpara y ventilador, pues si por negligencia u olvido la temperatura subiese escesivamente, o la lámpara se apagase por algun tiempo, las variaciones extremas de temperatura a que los cronómetros se hallarian sujetos, seria quizas mucho mas perjudicial que si estuviesen simplemente espuestos a los cambios naturales de la temperatura de la atmósfera.

En la exploracion de la Australia por el buque de S. M. B. *Fly*, la caja de los cronómetros se hallaba cubierta con una funda de felpa de lana, que los resguardaba de corrientes repentinas de aire y que impedía al mismo tiempo la radiacion del calor. Sobre la particion que contenía al Regulador la funda tenía una tapa, de manera que en cualquier momento se podía obtener una comparacion del Regulador sin descubrir los otros cronómetros.

El Almirante Shadwell en su tratado, «Shadwell on Cronometres,» de cuyo libro hemos extractado estos datos, recomienda este último arreglo como el mejor, por ser mas simple y ménos espuesto.

#### **Cuerda de los cronómetros.**

Una vez recibidos los cronómetros a bordo y estivados del modo como antes se ha indicado, es conveniente adoptar cuanto antes una manera uniforme y sistemática de darles cuerda y de compararlos.

Arreglos sistemáticos en esta materia contribuyen notablemente a la estabilidad de la marcha de los cronómetros, permite descubrir irregularidades y disminuye la posibilidad que se paren por falta de cuerda. Por otra parte, un plan metódico es indispensable en la reduccion de observaciones para determinar distancias meridianas.

La hora para dar cuerda y comparar los cronómetros, no es de ninguna consecuencia y queda al arbitrio de la persona encargada de ellos; sin embargo, jeneralmente se recomienda hacer esta operacion a las 8<sup>h</sup>. A. M., hora en que en un buque de guerra, los oficiales se hallan a bordo y libres de ejercicios y comisiones.

Primeramente se dará cuerda a los cronómetros y despues se compararán, siempre en el mismo orden para así evitar toda posibilidad de olvido.

Al dar cuerda a los cronómetros se contarán siempre las vueltas de la llave, dando la última vuelta despacio y con cuidado hasta sentir el tope.

Para dar cuerda a un cronómetro de bolsillo, se tendrá firme en la mano izquierda, torciendo la llave con la derecha. La práctica tan jeneral de dar vuelta tanto al reloj como a la llave es mui perjudicial por dos razones: primero, porque el movimiento circular afecta la regularidad del balance, y segundo porque el movimiento combinado producido por las dos manos, aumenta la posibilidad de cortar o forzar la cuerda.

#### **Cronómetro regulador.**

El cronómetro regulador con quien se compararán en seguida todos los demas cronómetros debe ser uno de primera clase y salido de manos de algun fabricante de reconocida reputacion; seria ademas conveniente aunque no necesario, que la marcha fuese pequeña, prefiriendo, sin embargo, en todo caso, que la marcha sea estable a que sea pequeña en cantidad. Para mayor facilidad de las comparaciones, se colocará el Regulador de manera que ocupe una posicion central con respecto a los demas cronómetros, y al mismo tiempo se tendrá especial cuidado que las marcas XII y VI se hallen todas paralelas unas a otras y a línea de popa a pron del buque.

#### **Distincion de los cronómetros.**

Como el designar los cronómetros por el número y nombre del fabricante, es largo y fastidioso, se ha hecho costumbre mui jeneral distinguir cada cronómetro simplemente por una letra del alfabeto, A, B, C, etc., dando al Regulador la última letra Z. Un arreglo de esta naturaleza es suficiente claro para las personas que tengan que manejarlos, y corto y conciso cuando el número de ellos es crecido. Al comenzar el libro de comparaciones será necesario al lado de cada letra colocar el correspondiente nombre y número del fabricante.

**Comparaciones del cronómetro de bolsillo con el Regulador.**

Se ha dicho anteriormente que una vez recibidos a bordo los cronómetros y estivados en su lugar no deberán moverse bajo ningún pretexto. De consiguiente no se recurrirá nunca a la perjudicial práctica de llevar el cronómetro sobre cubierta o a tierra para el objeto de las observaciones; en estos casos la hora de una observación cualquiera se tomará en primer lugar con el cronómetro de bolsillo, obteniendo después por medio de la comparación la hora correspondiente de los cronómetros.

Al comparar el reloj con el Regulador será conveniente considerar a este último siempre adelantado; así la comparación nos daría  $Z-R$  y siendo  $R$  la hora señalada por el reloj tendremos:

$$R + (Z - R) = Z$$

esto es, agregando la comparación a la hora señalada por el reloj, tendremos la hora correspondiente que señalaba el Regulador.

Como la marcha del reloj será rara vez igual a la del Regulador, el valor de la comparación  $Z-R$  variará constantemente; de consiguiente si el intervalo de tiempo transcurrido entre la comparación y la observación es grande, será menester comparar antes y después, interpolando en seguida para tener el valor exacto de ellas en el momento de la observación, y esto se hará en todos los casos en que las observaciones sean hechas en tierra.

Suponiendo que se han hecho las comparaciones siguientes:

	Antes.			Después.		
Z	5 <sup>h</sup>	14 <sup>m</sup>	30 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup>	24 <sup>m</sup>	0 <sup>s</sup>
R	3	11	16	4	20	48.7
Diferencia	2	3	14	2	3	11.3

y que la hora del reloj correspondiente a la observación en tierra fué 3<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 19<sup>s</sup>.5; en este caso en 1<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> la comparación  $Z-R$  ha variado de 2<sup>s</sup>.7; y siendo el intervalo entre la hora por el reloj en la primera comparación y la observación de 45<sup>m</sup>, tendremos:

$$70^h : 45^m : : 2^s.7 : X$$
$$X = \frac{45 + 2.7}{70} = 1^s.74$$

De consiguiente la comparacion correspondiente al momento de la observacion seria de  $2^h 3^m 14^s - 1^s.74 = 2^h 3^m 12^s.26$ , y la hora de la observacion por el reloj, de  $3^h 56^m 19^s.5 - 1^s.74 + 2^h 3^m 12^s.26 = 5^h 59^m 31^s.76$  hora correspondiente por el Regulador.

Será conveniente apropiarse un cronómetro de bolsillo para el solo y único objeto de las comparaciones. En caso de no tener uno a bordo será necesario sustituirlo por un buen reloj que marque segundos; pero de todos modos con el objeto de conseguir que el reloj o cronómetro de bolsillo conserve cuanto sea posible la estabilidad de su marcha, se guardará siempre que no esté en uso en la caja de los cronómetros, quedando sujeto al mismo régimen y tratamiento que éstos.

Al servirse del cronómetro de bolsillo, se llevará en su cajita y siempre horizontal, pues si se llevase en el bolsillo del chaleco y en posicion vertical, tanto el calor del cuerpo como la nueva posicion lo harian cambiar continuamente de marcha.

### **Registro para las comparaciones diarias de los cronómetros.**

Se llevará un registro diario (páj. 69) de las comparaciones de los cronómetros para que el oficial encargado de ellos pueda percibir las irregularidades y así estimar el valor de sus resultados.

En este libro de registro se compararán diariamente y a la misma hora el Regulador con cada uno de los otros cronómetros.

La utilidad de las comparaciones sistemáticas se esplican como sigue: Si Z y A representan al Regulador y a otro cronómetro cualquiera, el libro de registro nos dará todos los dias los valores consecutivos de Z—A.

Si la marcha diaria de los dos cronómetros fuese la misma, Z—A seria una cantidad constante; si, como es mas probable, los dos cronómetros tuviesen marchas diferentes, los valores consecutivos de Z—A variarán de dia en dia por la *diferencia algebraica* de sus marchas. Si las marchas fuesen uniformes la segunda diferencia

permanecería constante (porsupuesto, sin tomar en cuenta pequeñas discrepancias ocasionadas por errores en las comparaciones); si por el contrario la segunda diferencia no fuese uniforme probaría que la marcha de uno o de ambos cronómetros iba alterando, y sin mas evidencia que ésta sería imposible decidir sobre cuál de ellos es el culpable. Pero si se tuviesen mas de dos cronómetros, un tercero nos permitiría ser juez en la cuestion.

En este caso, teniendo tres cronómetros Z, A y B, las comparaciones nos darían no solo Z—A sino tambien Z—B, de donde sin el trabajo de una comparacion directa de uno con otro obtendremos las diferencias de B y A.

$$\begin{aligned} &\text{por } (Z-A)-(Z-B)=B-A \\ &\text{o } (Z-B)-(Z-A)=A-B \end{aligned}$$

del mismo modo para otro cronómetro C.

$$\begin{aligned} &(Z-B)-(Z-C)=C-B \\ &\text{o } (Z-C)-(Z-B)=B-C \end{aligned}$$

y así sucesivamente para cualquier número de cronómetros, en cuyo procedimiento todo trazo de Z se desvanece.

Así, si en el exámen diario del registro, de las diferencias de Z—A y de A—B, se observa que la segunda diferencia del valor diario de A—B permanecía constante, mientras que la de Z—A era irregular, podriamos inferir sin temor alguno que los cronómetros A y B marchan bien y que Z va alterando; por el contrario, si se percibe que la segunda diferencia de Z—A y de A—B son ambas irregulares, mientras que la de Z—B permanecía igual, nos indicará que A es el culpable y que Z y B retienen sus marchas, y así sucesivamente.

El sistema anterior tiene ademas la ventaja de que al hacer una observación no habrá necesidad sino de obtener la hora que señala-ba el regulador en ese momento, deduciendo despues del registro de las comparaciones las horas correspondientes de los otros cronómetros.

### **Observaciones astronómicas**

PRÁCTICA DE OBSERVAR.—Para merecer el título de buen observador es menester observar con frecuencia tanto en la mar como

en el horizonte artificial. Solo con la práctica puede adquirirse el buen pulso y la buena vista para manejar el instrumento y para dar el *top* en el preciso momento del contacto de los limbos, y aquí advertiremos que para observar es mucho mejor morder los soles y esperar el momento del contacto, que hacerlo por medio del tornillo de ajuste como es costumbre jeneral; la razon es mui simple: en este último caso no solo hai una tendencia a error por la elasticidad del tornillo sino que tambien al hacer el ajuste se distrae en parte la atencion del observador que debiera estar enteramente dedicada a notar el momento del contacto.

#### Lugar de observacion.

Tanto para la determinacion de la hora como para la observacion de la latitud deben escojerse estaciones conocidas, ya visitadas por otros navegantes y reconocidas en documentos públicos como posicion hidrográfica. Si no se tuviese noticias del lugar donde observadores anteriores hubiesen adquirido sus datos, entónces cada nuevo visitante podrá con toda libertad escojer el lugar que le parezca mas conveniente. En este último caso tendrá especial cuidado de describir exactamente el lugar de observacion y de dar la marcacion verdadera y la distancia o bien la diferencia en latitud i lonjitud que una ese lugar a algun objeto notable descrito por los derroteros o publicado en planos y cartas, y de consiguiente fácil de reconocer, tales como una roca, punta, faro, iglesia, etc.

Es necesario conocer con toda exactitud la latitud del lugar, pues es un elemento directo para la computacion de la observacion para determinar la hora. La lonjitud del lugar, solo se requiere aproximada, como un elemento para la reduccion de los datos del almanaque náutico, tales como la declinacion, ecuacion del tiempo, etc.

Si no se conociese la latitud del lugar será necesario determinarla. El mejor método y el mas exacto es de las alturas circunmeridianas de sol; síguele en importancia las alturas meridianas de estrellas y de sol. La lonjitud aproximada podrá deducirse con el error que se tenga por medio del cronómetro, o si se tiene algun plano o carta del lugar, publicado por autoridad competente, no hai duda que en ellos se dará la latitud y lonjitud de algun punto notable del plano; en tal caso se podrá deducir la latitud y lonjitud

del lugar de observacion por medio de la escala o por el método siguiente: con la marcacion verdadera del lugar de observacion, desde el meridiano del lugar conocido, como rumbo, y la distancia espresada en millas como distancia, éntrese en la tabla de rumbos; la diferencia en latitud y apartamiento correspondiente serán la diferencia en latitud y apartamiento que se requiere; en seguida con la latitud como rumbo y el apartamiento como diferencia en latitud, obtendremos en la columna de las distancias la diferencia en longitud que se busca, espresada en minutos de arco.

**Determinacion del error del cronómetro sobre la hora media del lugar.**

Siempre que se destine un buque a trabajos hidrográficos o que en el viaje que se halle próximo a emprender tenga que rectificar la situacion de alguna costa o parte de ella, deberá con anticipacion arreglar sus cronómetros al tiempo medio del lugar de observacion y no al del meridiano de Greenwich u otro conocido. El error que así se obtiene es enteramente independiente de la longitud del lugar, dato las mas veces arbitrario e inexacto; ademas lo que se necesita en trabajos hidrográficos, es la diferencia de meridianos u horas y no la longitud absoluta, es decir, con respecto al meridiano de Greenwich o a otro primer meridiano.

Por otra parte, corresponde al navegante la cuestion de longitudes relativas y al hidrógrafo la de longitudes absolutas. El primero de éstos mide cuidadosamente la diferencia de longitudes y las comunica a las autoridades respectivas; el segundo compara los resultados, colecta autoridades y por la evidencia de datos astronómicos fija la posicion de los meridianos que han servido de partida, uniendo así el todo en una armoniosa combinacion.

De manera que es de desear que todo marino fije su atencion únicamente a medir con toda exactitud la diferencia de meridianos, comparando los errores de sus cronómetros sobre el tiempo medio en los dos lugares, sin referencia alguna a las longitudes de los lugares cualesquiera que ellas sean; pero si se llegase a dar la longitud con respecto al meridiano de Greenwich se acompañará siempre la longitud de que se hizo uso para determinar el error del cronómetro sobre el tiempo medio de Greenwich.

El resultado que hemos explicado tiene además la decidida ventaja de que cada mensura de distancia meridiana entre los lugares visitados durante el viaje es completa dentro de ella misma sin que haya necesidad de relacionarla con las que le preceden o anteceden. De este modo el error que pudiera cometerse en una de tantas mensuras sería aislado y no afectaría en nada a las otras diferencias meridianas. No así en la mensura cronométrica donde el error cometido en una parte de ella viciaría completamente el resto cuando quizás éste es de un valor inestimable.

Para los trabajos ordinarios de la navegación será necesario referirse al meridiano de Greenwich o a otro primer meridiano por el cual se hallen construidas las cartas de que se hace uso. Si al error del cronómetro sobre el tiempo medio del lugar obtenido en la última observación, se le aplica la longitud del lugar reducida a horas, se obtendrá el error del cronómetro sobre el tiempo medio de Greenwich.

Las observaciones que generalmente se usan para la determinación de los errores y marchas son:

I Observaciones de tránsito.

II Alturas equidistantes.

III Alturas simples de A M o P M.

IV Por la comparación con una bola horaria que caiga en un momento dado; con un péndulo, o con otro buque por medio de señales.

EJEMPLO 1.º Por alturas equidistantes observadas en Valparaíso en Enero 25 del 75, los errores de los cronómetros Z, A, B, sobre el tiempo medio del lugar, fueron como sigue:

Z—5 <sup>h</sup>	29 <sup>m</sup>	54 <sup>s</sup> .23
A—0	9	33.23
B—5	37	43.23

En Febrero 2, observaciones del mismo jénero dieron como error:

Z—5 <sup>h</sup>	29 <sup>m</sup>	35 <sup>s</sup> .38
A—0	14	28.68
B—5	38	23.58

Sacando la diferencia de los errores respectivos de los cronómetros en Enero 25 y Febrero 2, tendremos:

Z + 18°.85

A—295.45

B — 40.35

El intervalo entre la época de las dos observaciones fué de 7 dias, de consiguiente la diferencia anterior dividida por siete nos dará la marcha diaria durante el intervalo, mientras que la media de los respectivos errores dará el error medio correspondiente a la época media para la cual se determinó la marcha.

De manera que en este caso para la época media, Enero 28<sup>a</sup>.5 tendremos:

	Errores.	Marchas.
Z—5 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	44.80	+2°.69
A—0 12	0.95	—42.21
B—5 38	3.40	— 5.76

Siempre que para los cálculos diarios de la navegacion se necesiten los errores de los cronómetros sobre el tiempo medio de Greenwich, aplicaremos a los errores sobre el tiempo medio del lugar la longitud en tiempo.

Aplicando pues a los errores anteriores la longitud en tiempo de Valparaiso 4<sup>h</sup>. 46<sup>m</sup>. 32<sup>s</sup>., tendremos el error correspondiente sobre el tiempo medio de Greenwich.

Z—10 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	16°.80
A— 4 58	32.95
B—10 24	35.40

Del mismo modo se procederá con alturas simples de A. M. o P. M., teniendo cuidado al determinar la diferencia de los errores de comparar separadamente los resultados de A. M. con los de A. M. y los de P. M. con los de P. M. y tomar despues la media de estos resultados.

POR MEDIO DE SEÑALES.—En varios puertos de Europa, como tambien, en el Cabo de Buena Esperanza existen señales especiales, tales como la caída de una bola, el disparo de un cañon, una bandera, etc., que notifica el momento preciso de la hora media del lugar. La comparacion de esta hora con la del cronómetro nos daria inmediatamente el error de este último.

### **Intervalo de las observaciones.**

La práctica aconseja que el intervalo de las observaciones para determinar la hora nunca sea ménos de 5 dias ni mas de 10. Siete dias es un buen término medio y cuando se trata de cronómetros con 8 dias de cuerda, este intervalo abraza todo el período afectado por la cadena.

Siempre que no se sepa a punto fijo la época de la salida del buque será conveniente hacer una vez a la semana observaciones para la determinacion de los errores de los cronómetros. De este modo cuando inesperadamente se ordene partir al buque se tendrán siempre las dos últimas observaciones de donde deducir el error y marcha.

### **Determinación cronométrica de distancias meridianas.**

La *distancia meridiana* o diferencia en longitud entre dos lugares, se obtiene cronométricamente comparando los errores sobre el tiempo medio local que señale un cronómetro sucesivamente en esos dos lugares. A la hora del cronómetro en el momento de la segunda observacion se le aplicará la marcha en el intervalo, para así obtener la hora correcta del cronómetro al determinar el segundo error. La diferencia de estos errores representa la *distancia meridiana* o diferencia en longitud en tiempo entre los dos lugares.

EjemPlo.—En un lugar A, a las 3<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 43<sup>s</sup> T. M. por observacion, el cronómetro señalaba 5<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 10<sup>s</sup> o se halla 1<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> 36<sup>s</sup> adelantado al tiempo de A. Algunos dias despues a las 2<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> T. M. de otro lugar el cronómetro (despues de aplicarle la marcha) señalaba 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> o se hallaba 2<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> adelantado al tiempo medio de B.

Es evidente que si A y B tuviesen la misma longitud, el cronómetro tendria, suponiendo la marcha bien determinada, el mismo error en ambos lugares; en caso contrario la diferencia de los errores 1<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> 36<sup>s</sup> y 2<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> o 0<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 14<sup>s</sup> es la distancia meridiana entre los dos lugares.

Cuando el cronómetro está adelantado en ambos lugares, el lugar en el cual el error es mayor está al Oeste del otro.

Cuando el cronómetro está atrasado en ambos lugares, el lugar en el cual el error es mayor está al Este del otro.

Por último, cuando el cronómetro está adelantado en un lugar y atrasado en otro (lo que puede suceder cuando el error es mayor que la diferencia en longitud) agréguese 5 o 6 horas a cada uno de los tiempos del cronómetro con el objeto de que ambos errores tengan el mismo signo.

Desde que el valor de una mensura cronométrica depende en la marcha del cronómetro, y desde que esta marcha está sujeta a cambios, es evidente que el resultado será mejor, mientras menor sea el tiempo empleado en el viaje.

#### **Comunicación de diferencias cronométricas.**

Para que una mensura cronométrica tenga todo el valor posible y sirva para esclarecer y rectificar las posiciones todavía dudosas que existen sobre la superficie del globo, es menester enumerar todas las condiciones que puedan influir en el valor de los resultados; estas son:

- 1.º Describir exactamente el punto de observación de cada lugar.
- 2.º El número de días empleados en el viaje o en el intervalo de las observaciones para determinar la hora, o bien ambos. El número de cronómetros y los tiempos y modo de arreglarlos, como asimismo especificar el carácter de la marcha, si es igual o desigual.
- 3.º Se dará el nombre del fabricante y el número del cronómetro, porque siempre el carácter de un reloj afecta el valor de su resultado.
- 4.º Cuando se tengan varios cronómetros se dará el resultado exhibido por cada uno de ellos. Se dará también la *media aritmética general*, como asimismo una *media estimada* que se obtiene dando más o menos peso a los varios resultados, según el comportamiento de cada cronómetro, y de lo cual solo el observador puede ser juez. Estos dos últimos resultados se espresarán en *tiempo* y en *arco*.
- 5.º Será menester comunicar la *diferencia extrema* del mayor y menor resultado por los diferentes cronómetros que se han empleado, pues esto nos dará a conocer si los cronómetros han marchado o nó juntos; porque aunque el que marchen juntos no prueba que

alguno de ellos o todos son buenos, el que no marchen juntos prueba que en alguno de ellos hai error.

6.º Se supone que toda observacion para determinar la lonjitud de un lugar es hecha en tierra y en el horizonte artificial de azogue, a ménos que no se espese lo contrario. En caso de hacer uso del horizonte de la mar se acompañará el resultado con la palabra *mar*.

7.º Será útil rejistrar la temperatura del departamento de los cronómetros y hacer notar si ha sido constante o si ha estado sujeta a variaciones. Tambien se especificará la direccion jeneral de la proa del buque.

8.º Por último, se dará cuenta de todos los resultados que se obtengan, sin tomar en consideracion si corresponden o nó con determinaciones anteriores. Muchas de las posiciones recibidas son mui erróneas y el único medio como rectificar decididamente es comparando evidencias independientes e imparciales.

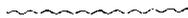
En el ejemplo siguiente DL. es la abreviacion por diferencia en lonjitud; Cr., del cronómetro; d., de dias y la diferencia estrema se denota por el número de segundos encerrados en un paréntesis.

EJEMPLO.—Mayo 187. Cap. S. de la Fragata Chilena..... zarpó de Barbados para Puerto Real (Jamaica), siendo los puntos de observacion, Muelle Principal y fuerte San Carlos. Llevaba 5 cronómetros: N.º 152 Molyneux; N.º 192 Breguet; N.º 702 Arnold y Dent; N.º 650 Parkinson y Frosham; y N.º 490 M'Cabe. El pasaje ocupó 7 dias. La estrema diferencia de los resultados fué de 7 segundos de tiempo. La media aritmética fué 1<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 49<sup>s</sup> y la media estimada 1<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 52<sup>s</sup>. La temperatura del cuarto de los cronómetros se mantuvo entre 78º y 88º y la proa del buque lo mas del tiempo al Oeste.

Estos datos se abrevian como sigue:

Cap. S. Mayo 187. DL. Barbados (Muelle Principal) a Puerto Real (fuerte San Carlos), 5 Cr. 7<sup>d</sup> [7<sup>s</sup>].

M.	N.º	152	1 <sup>h</sup>	8 <sup>m</sup>	46 <sup>s</sup>	Media aritmética	1 <sup>h</sup>	8 <sup>m</sup>	49 <sup>s</sup>	=17º 12' 15''
B.	"	194	1	8	52	" estimada	1	8	52	=17 13 0
A. y D.	"	702	1	8	53					
P. y F.	"	650	1	8	45	Temp <sup>a</sup> .	78º	a	80º	(2º)
M'C.	"	490	1	8	49	Proa.	Oeste.			



## ALMIRANTE COCHRANE.

Libro de registro de las comparaciones diarias de los cronómetros.

Fecha.	Cronómetro A.	2º dif.	Cronómetro B.	2º dif.	Observaciones.
Novbr. 16	h. m. s. Z 11 27 0 11 25 7 <hr/> 1 53	..... .....	h. m. s. Z 11 28 0 11 30 7.5 <hr/> 2 7.5	..... .....	..... .....
Novbr. 17	h. m. s. Z 11 47 0 10 44 55 <hr/> 1 54.5	s. 1.5	h. m. s. Z 10 46 30 10 48 38.5 <hr/> 2 8.5	s. 1.0	Fuertes ca- besadas.
Novbr. 18	h. m. s. Z 11 15 29.5 11 13 34 <hr/> 1 55.5	s. 1.0	h. m. s. Z 11 16 0 11 18 10 <hr/> 2 10	s. 1.5	Mar gruesa mucho movi- miento.

# TABLA

Que representa el número de millas o minutos del Ecuador en un grado de lonjitud bajo cada paralelo de latitud del esferoide.

APLANAMIENTO  $\frac{1}{304}$ .

0	60.000	24	54.852	48	40.220	72	18.596
1	59.991	25	54.410	49	39.437	73	17.595
2	59.964	26	53.962	50	38.642	74	16.588
3	59.918	27	53.496	51	37.834	75	15.577
4	59.854	28	53.015	52	37.015	76	14.560
5	59.773	29	52.518	53	36.185	77	13.539
6	59.673	30	52.004	54	35.343	78	12.514
7	59.556	31	51.475	55	34.400	79	11.485
8	59.419	32	50.930	56	33.627	80	10.452
9	59.266	33	50.370	57	32.754	81	9.416
10	59.094	34	49.793	58	31.870	82	8.377
11	58.905	35	49.202	59	30.977	83	7.336
12	58.697	36	48.596	60	30.074	84	6.292
13	58.472	37	47.975	61	29.161	85	5.246
14	58.229	38	47.339	62	28.240	86	4.199
15	57.968	39	46.688	63	27.310	87	3.150
16	57.690	40	46.021	64	26.372	88	2.101
17	57.394	41	45.346	65	25.426	89	1.050
18	57.081	42	44.654	66	24.471	90	0.000
19	56.751	43	43.968	67	23.509		
20	56.403	44	42.229	68	22.540		
21	56.038	45	42.495	69	21.564		
22	55.657	46	41.750	70	20.581		
23	55.258	47	40.992	71	19.592		

# INDICE.

---

	Páj.
Introduccion.....	8
Instrumentos.....	9
Dibujo.....	13
Equipo de un bote.....	14
Tripulacion del bote.....	14
Eleccion de las Estaciones.....	15
Mensura de la base.....	17
Direccion de la base.....	20
Método para estender una base.....	21
Arrumbamiento de la línea de la costa.....	21
Levantamiento del plano de una bahia.....	22
Sondas.....	28
Mareas.....	29
Establecimiento del puerto.....	30
Trazado de las sondas.....	31
Modo de fijar las sondas determinadas por ángulos a los tres puntos de la costa.....	32
Trasportador de sondas.....	33
Arrecifes fuera de la vista de tierra.....	34
Variacion del compas.....	35
Datos hidrográficos.....	35
Observaciones meteorológicas.....	36
Modo de determinar las corrientes.....	37
Levantamiento a la vela.....	38
Trazado.....	39
Reconocimiento de un rio.....	40
Levantamiento del plano de una costa.....	43
Trazado.....	51
Graduacion de una carta por el trazado de un trabajo hidrográfico..	52
De los cronómetros.....	56
Comparacion y cuerda de los cronómetros.....	57
Cronómetro Regulator.....	58

	Páj.
Distincion de los cronómetros.....	58
Comparacion del cronómetro de bolsillo con el Regulador.....	59
Registro para las comparaciones diarias de los cronómetros.....	60
Observaciones astronómicas.....	61
Lugar de observacion.....	62
Determinacion del error del cronómetro sobre la hora media del lugar.....	63
Intervalo de las observaciones.....	66
Determinacion cronométrica de distancias meridianas.....	66
Comunicacion de diferencias cronométricas.....	67
Modelo de registro para las comparaciones diarias de los cronóme- tros.....	69
Tabla que representa el número de millas o minutos del Ecuador en un grado de longitud bajo cada paralelo de latitud del esferoide...	70

