

## Descripcion, instalacion i manejo del mareógrafo-inscriptor sistema Seibt-Fuess

POR

ERNESTO GREVE (1)

---

El instrumento tiene por objeto inscribir, en forma de una curva continua, el movimiento de un flotador de cobre que sigue las oscilaciones del agua, sobre la cual flota, dentro de un pozo vertical comunicado directamente con el mar. Dicha curva es trazada por un estilo relacionado al flotador por un alambre i un mecanismo intermedio, desconectable a voluntad, i las ordenadas, leídas con el auxilio de una regla especial, proporcionan la altura de marea para cualquier instante, así también, tomando la superficie comprendida entre la curva, el eje de abscisas i dos ordenadas cualesquiera, puede calcularse la altura media del mar correspondiente al período de tiempo fijado por las abscisas respectivas.

La curva representativa del movimiento de la superficie del mar se obtiene sobre un papel que envuelve un tambor *DD'* (fig. 1) animado de un movimiento lento de rotacion alrededor de su eje vertical i es la resultante de la combinacion de dicho movimiento con el vertical del estilo inscriptor *E*, que se desliza sobre su superficie.

En vista de que el objetivo perseguido, la determinacion del nivel medio del mar, no impone, como en el caso de operaciones de sondajes, en donde es necesario reducir á una cierta altura de marea, la exigencia de mayor aproximacion en las horas leídas sobre la escala de éstas a lo largo del eje de abscisas, el tambor tiene sólo un movimiento lento de rotacion que le hace dar una vuelta completa en próximamente ocho días, moviéndose un punto de su superficie a razon de dos milímetros por hora.

El modelo de mareógrafo inscriptor que nos ocupa, permite el control de sus

---

(1) Tomado de la Cuarta Memoria del Director de la Oficina de Mensura de Tierras, pasada al señor Ministro de Colonizacion, en Abril de 1911.

indicaciones en cualquier momento i la inscripcion se verifica por medio de estilos de plata, cuyo frotamiento, sobre un papel químicamente preparado, produce un trazo semejante al del lápiz, sin los inconvenientes de éste ni los de las plumas con tinta de glicerina, tan empleadas en los instrumentos rejistradores. Para evitar los inconvenientes que acarrearía una defectuosa colocacion del papel, éste no lleva graduacion ni cuadrículado, el instrumento traza las líneas de referencia a medida que jira el cilindro, i el movimiento de relojería, que produce dicha rotacion, levanta gradualmente un pequeño mecanismo para dejarlo caer cada cuatro horas, obteniéndose así una serie de marcas sobre el papel de tambor, dejando ocho milímetros de intervalo entre dos marcas consecutivas.

Los elementos principales del mareógrafo inscriptor sistema Seibt-Fuess, son: el tambor  $DD'$  (fig. 1) con su respectivo movimiento de relojería; el flotador  $F$ , relacionado por medio de un mecanismo de poleas  $ZX$ , piñon  $p$  (fig. 3) i cremallera  $cc'$  al estilo inscriptor  $E$ ; los estilos  $ee'$  que dibujan las líneas de referencia i hacen las marcas de la escala del tiempo i, por fin, la sonda  $SW$ , destinada a controlar las indicaciones de altura. Todos estos mecanismos i sus piezas auxiliares se encuentran instalados en un armazon constituido por dos planchas horizontales metálicas caladas, que tres columnas verticales  $QQ'$  traban solidariamente entre sí, uniendo el conjunto a la plataforma  $PP$  de una mesa de fierro, cuyas cuatro piernas, de seccion  $T$ , diverjentes hácia abajo, vienen a apoyarse sobre el piso, al cual se sujetan con el auxilio de los pernos  $p''$ , a piezas de fierro  $p' p'$  firmemente afianzadas en la albañilería (fig. 1).

Como proteccion de los mecanismos mas delicados, el mareógrafo se cubre por medio de un fanal prismático de madera i vidrio, con dos puertas que ocupan completamente la anterior i la cara que se encuentra hácia la izquierda. El instrumento ha sido representado de frente en la figura 1, despues de retirar la cara anterior del fanal; la figura 2 lo representa a su vez tal como se le ve desde la izquierda, despues de retirar dos caras del fanal i el tambor  $DD'$  que lleva el papel de rejistro, operacion esta última obtenible haciendo jirar ántes el cierro  $q$ , que sostiene el tambor por la parte superior del eje (fig. 2).

La figura 3 complementa las dos anteriores, dejando a la vista mas detalles del mecanismo intermedio entre el flotador  $F$  i el estilo inscriptor  $E$ ; las figuras 7 i 8 se refieren al mecanismo de los estilos  $e$  i  $e'$  las 5 i 6 al tambor i accesorios i, por fin, en la figura 4 se da el detalle del índice sobre el cual se hacen las lecturas de la sonda de control. Se ha representado, ademas, en la figura 10, la regla graduada con la cual se hacen las medidas de ordenadas sobre el papel, despues de retirado éste del aparato i, en la figura 11, podrá verse, en forma esquemática, los rasgos principales del instrumento, que tienen relacion directa con los detalles de instalacion que se describirán oportunamente.

El flotador  $F$  es de cobre delgado, formando una caja completamente cerrada i lleva en su parte superior un platillo  $A$ , de bronce, en posicion horizontal cuando el instrumento se encuentra instalado, i por tanto el flotador relacionado a él con un alam-

bre de bronce i silicio, de 0,6mm de diámetro, sujeto por su extremo inferior por medio de un aro pequeño, que cierra las lengüetas de una piza unida sólidamente al flotador en el centro del platillo *A*, sujetándosele en su posición con el auxilio de un tornillo colocado lateralmente.

El extremo superior del alambre del flotador se une a la polea *Z*, sobre la cual se envuelve gradualmente, colocándose de por sí en una pequeña ranura en espiral, torneada en la garganta de la polea. La tensión conveniente para el alambre i su envolvimiento gradual en la polea *Z*, se obtiene por medio de un contrapeso *C*, de fundición, provisto a su vez de una polea sobre la cual pasa una cuerda amarrada por un extremo en *j* i por el otro unida i envuelta en un pequeño tambor *X*, parte integrante de la polea ya citada *Z*.

Como ya hemos dicho, el mecanismo intermedio *ZX*, entre el flotador *F* i el estilo inscriptor *E*, (fig. 3) es desconectable, por medio de los tornillos *kk'*, permitiendo así envolver o desenvolver mayor o menor cantidad del alambre de la polea *Z*, sin que haya acción sobre el piñón *p*. Permite, pues, este mecanismo darle al estilo *E* una posición tal, con respecto al flotador, de modo que sus indicaciones queden referidas a la línea de abscisas relacionada con un plano de comparación adoptado, que se acostumbra fijar a menor altura que la más baja marea; es decir, que cuando el nivel del mar se encuentre 1, 2, 3, etc., metros sobre el plano de comparación, las ordenadas leídas en el tambor, con la escala respectiva fijada por el coeficiente de reducción adoptado para el instrumento, resulten ser 1, 2, 3, etc., metros sobre la línea de abscisas i, por tanto, en cada instante el estilo indicará entonces sobre la escala una lectura igual al número de metros de altura de la marea sobre el plano de comparación citado.

La necesidad de fácil control de las indicaciones del instrumento, ha exigido la agregación de la sonda *SW* (fig. 1) i del platillo *A* del flotador, sobre el cual el extremo inferior del peso *W* venga a ponerse en contacto i, como dicho platillo se encuentra a cierta altura sobre el agua, próximamente ocho centímetros, será necesario tomar en cuenta esta constante *c* (fig. 11) determinándola para cada instrumento, pues su valor dependerá no sólo de los pesos del flotador y contrapeso *C*, sino también de la densidad del líquido.

Para la fácil maniobra de la sonda *SW*, ésta se ha constituido por una cinta graduada, de acero, llevando en la parte inferior el peso *W*, de diez centímetros de largo; dicha cinta se enrolla a voluntad sobre una polea *S*, manejable por medio de un manubrio *s* i un freno cuya fricción se obtiene con un resorte *u* provisto de un trozo de cuero i que se apoya en el costado de la polea.

El extremo *cero* de la cinta se encuentra hacia la polea, i por tanto la numeración crece desde el punto de suspensión hacia el flotador, haciéndose las lecturas sobre el índice *i*, que es movable de una pequeña cantidad para su perfecto ajuste (fig. 4).

El tambor *DD'*, que lleva el papel preparado, envuelto en su superficie cilíndrica i sujeto por medio de un fuerte resorte que oprime los bordes del papel, encaján-

dosele a éste por un extremo en una perforacion rectangular ejecutada en la plancha  $y$ , fija al tambor, i por el otro retenido por un gancho  $z$ , se apoya abajo, por el extremo cónico inferior de su eje, en una cavidad del tornillo  $U$ . Este tornillo  $U$  es regulable en altura, valiéndose de cuatro brazos largos, colocádos como en un cabrestante. El extremo superior del eje del tambor lleva, a cierta distancia del borde de éste, una rueda de engranaje  $V$ , sujeta sólo por friccion i que es accionada por el movimiento de relojería, por intermedio de otros engranajes i piñones, el último de los cuales, colocado verticalmente tiene la longitud suficiente para permitir subir y bajar, de pocos milímetros, el tambor cuando se hace jirar el descanso inferior  $U$  de su eje por medio de los brazos citados.

Entre el tambor  $DD'$  i la rueda dentada  $V$  queda una parte libre del eje i que se amolda a un rebaje de la plancha superior del armazon, haciendo las veces de descanso.

El eje es retenido por el cierre  $g$ , que permite entónces colocar y retirar fácilmente el tambor para cambiarle el papel i, ademas, sujetando la rueda dentada, se puede hacer jirar el tambor sin dañar el reloj.

El mecanismo de relojería es de péndulo i su marcha se regula haciendo subir o bajar el peso  $H$ , valiéndose de la tuerca  $h'$  del extremo inferior fileteado del péndulo, para acelerarla o retardarla, respectivamente. El contrapeso motor  $T$  en su descenso pasa a traves de aberturas en la plancha inferior del armazon i plataforma de la mesa, pudiendo llegar hasta el fondo del estuche  $uu'$ , colocado como proteccion de la cremallera  $cc'$  i contrapeso  $B$  del estilo inscriptor.

Hemos dicho que las inscripciones se hacen, sobre el papel del tambor, por medio del estilo inscriptor  $E$ , de los movimientos del flotador, i los  $e$  i  $e'$  de las líneas de referencia; la posicion del estilo  $E$  se lee sobre una regla graduada  $RR'$ , a la cual un resorte  $n$  mantiene retirado del papel, pero basta una pequeña presion para hacer que su borde biselado se apoye sobre la superficie del tambor. Los diversos estilos son ajustables en su posicion exacta; el  $E$  haciendo jirar el boton  $T$ ; i los tornillos de correccion  $t$  i  $t'$  permiten corregir, respectivamente, la posicion de los estilos  $e$  i  $e'$ , existiendo ademas los tornillos  $t_1$  y  $t'_1$  que unen las piezas de sosten a la barra vertical.

Para alejar el estilo inscriptor del tambor, i suspender así la inscripcion, basta levantarlo, pues sólo existe un resorte que a ello se opone, reteniéndolo el mismo resorte en la posicion de extremo alejamiento.

Si se hace jirar el disco  $e_1$ , en el sentido indicado por la flecha (fig. 7) el pequeño vástago vertical  $f$  se apoya sobre un extremo de las piezas  $bb'$  i  $aa'$ , respectivamente, que están relacionadas, independientemente una de otra, a los estilos  $e'$  i  $e$ , retirándolos del papel para dejarlos fuera de accion. La presion de los estilos sobre el tambor se obtiene no por un resorte sino por la accion de un contrapeso  $d$ , que lleva una pequeña polea  $r$  superiormente, i sobre la que se desliza un cordón delgado (fig. 8) cuyos extremos se enlazan en  $a$  i  $b$ ; el límite del movimiento lo fija la posicion del

vástago  $J'$ , que llega a apoyarse sobre un tope. La figura 2 representa el marcógrafo con los estilos retirados del tambor.

Ademas el movimiento de jiracion, descrito ya, para la barra de los estilos  $e$  i  $e'$ , existe otro pequeño en sentido vertical, pero éste se obtiene venciendo la resistencia de un resorte en espiral colocado superiormente, ya sea al oprimir hácia abajo el disco  $\pi$  o cuando el extremo superior de la barra recibe un golpe del pequeño martillo  $m$ , parte integrante de la pieza curva  $mh$ , que es accionada por el escéntrico  $g$ . El objeto de este mecanismo es anotar automáticamente, sobre las líneas de abscisas trazadas por los estilos  $e$  i  $e'$ , la escala de los tiempos i ello se producirá, por un golpe de martillo  $m$ , a cada vuelta del escéntrico  $g$ , o sea, como ya hemos dicho, cada cuatro horas: a las doce, cuatro i ocho, pero quedando el martillo  $m$  a corta distancia del extremo de la barra, despues del golpe, lo que se debe a la accion de un pequeño resorte regulable en poder i que no es visible en las figuras.

El péndulo del reloj es retirable, condicion indispensable para el transporte, i se encuentra sostenido por la columna  $G$ , trasmitiendo sus oscilaciones por intermedio de una barrita horizontal que encaja en una ranura del vástago, construido este último de madera muy seca.

Los tres estilos son de plata, pues el contacto de este metal con el papel preparado produce un trazo suficientemente visible; la longitud de la parte fuera del estuche es regulable, bastando para ello hacer jirar el estilo, pero no conviene exajerar la longitud de la parte saliente, pues la regla  $RR'$  no podria realizar bien su objeto. En la inscripcion puede aun tomarse en cuenta la deformacion del papel, puesto que los estilos  $e$  i  $e'$  trazan las líneas de referencia, que deben quedar a una distancia fija, medida verticalmente entre una i otra, dejando entónces a descubierto cualquiera deformacion.

Como se vé, el instrumento tiene una serie de dispositivos de correccion i es perfectamente ajustable. Para la instalacion exacta se ha agregado tambien tuercas dobles en la parte inferior de las columnas  $Q'Q'$ , con las cuales se puede colocar a nivel las plataformas del armazon.

El conjunto se encuentra bien protegido, en contra del polvo i humedad, por el fanal, i se ha agregado aun un estuche  $uu'$  para proteger contra golpes a la cremallera  $ee'$  i otro  $x$  de proteccion de polea  $Z$ , dejando sólo las aberturas necesarias al paso del alambre, cinta i cuerda del contrapeso.

Al mecanismo de relojería se le da cuerda, con la llave representada en la figura 9, sólo una vez por semana, al tiempo de efectuar el cambio de papel, pero dos veces dentro de ese período el encargado del cuidado de la instalacion debe controlar el estado del reloj i, si el mar se encuentra tranquilo, llevar tambien a cabo, por medio de la sonda, el control de la inscripcion del estilo, para lo cual hace descender ésta hasta que el peso toque el platillo, leyendo en el índice  $i$  tambien la posicion del estilo inscriptor sobre la graduacion de la regla o marcando su posicion sobre el papel, por medio de una lijera presion.

Para facilitar la colocacion de papel sobre el tambor, este último se coloca sobre un caballete *Y* de madera (fig. 5), quitando las arrugas con la mano, i ajustando el resorte (fig. 6), de modo a oprimir un borde del papel sobre el otro i en contra del tambor.

#### INSTALACION DEL MAREÓGRAFO

Los mareógrafos se instalan jeneralmente en una construccion propia, edificada a mui corta distancia del mar i a una altura en donde no sean alcanzados por el agua durante los temporales. Jeneralmente se edifica una pequeña construccion de madera, ocupando un terreno de dos metros en cuadro i con una altura de dos metros veinte a dos metros cincuenta. Si la construccion fuese de mampostería, es preferible forrarla interiormente con madera.

Hai conveniencia en que al lado del instrumento exista una referencia de nivelacion, la que, si la instalacion no inspira garantías de estabilidad, se relaciona de tiempo en tiempo, i por medio de una nivelacion de precision, a otra referencia lo mas estable posible.

Si la referencia citada se encuentra dentro del edificio del observatorio mareográfico, hai que consultar, en el proyecto de la construccion, una abertura en el techo de ella para dar paso a la mira que sobre aquella debe colocarse al tiempo de nivelar; dicha abertura llevará una tapa que impida la entrada de la lluvia.

Jeneralmente un observatorio mareográfico tiene su dotacion de instrumentos meteorológicos, cuya instalacion se hace ya sea en la misma construccion o en otra cercana.

Como se ha dicho ya, el flotador de un mareógrafo, de la clase del que nos ocupa, se mueve jeneralmente en un pozo vertical, de ochenta centímetros de diámetro, comunicado directamente con el mar, ya sea por una galeria o tubo, que debe construirse a una profundidad tal que el flotador en ningun caso pueda quedar en seco. Cuando se dispone de la profundidad de agua necesaria, la comunicacion se establece dos metros mas abajo que el nivel de la marea mínima.

Con el objeto de evitar los movimientos bruscos del agua en el pozo, lo que podria hacer chocar el flotador contra las paredes de éste, se procura, cuando ello no acarrea complicaciones, que la galeria o tubo de comunicacion quede establecida transversalmente con respecto a la direccion del movimiento del oleaje, agregando ademas algunos tabiques agujereados o mamparos dentro de dicha comunicacion.

El sitio mas apropiado para un mareógrafo es aquel en donde la marea no se encuentre obstaculizada, por canales, islotes, etc.; el instrumento debe quedar instalado sobre el suelo estable, ya sea roca o sólido malecon, pero no muelles débiles. Debe, ademas, evitarse aquellos puntos con costa de fácil embanque de arena, pues la comunicacion del pozo podria obstruirse con frecuencia.

Siempre que sea posible debe preferirse la instalacion sobre un pozo vertical, ya

sea construido de albañilería, tubos de concreto o fierro, pero es necesario agregar dentro del pozo una serie de barrotos horizontales, constituyendo así una escala con peldaños separados verticalmente de 0,30m, permitiendo la bajada del obrero que, de cuando en cuando, debe hacer la limpia i estraer la arena.

Para facilitar la visita del pozo es conveniente construir una compuerta que obstruya la comunicacion con el mar i que debe ser manejable desde arriba.

Cuando no es posible la construccion de un pozo, suele efectuarse la instalacion en el muro vertical, o lijeramente inclinado, de un malecon. El flotador, en este caso, se mueve dentro de un tubo cerrado de palastro, sujeto al muro por piezas o aros de fierro fuertemente empotrados, i que lleva algunos agujeros; este tubo de proteccion tiene jeneralmente la forma cilíndrica, i en la parte superior se deja una pequeña abertura para dar paso al alambre del flotador i a la sonda de control. Para permitir la fácil instalacion i revision, la parte superior del tubo puede abrirse i, si la instalacion se ha llevado a cabo en un punto de tráfico marítimo, es necesario clavar una defensa de rieles o pilotes, trabados fuertemente entre sí, para que protejan el tubo en contra de los choques de las lanchas de carguío.

En el esquema de instalacion (fig. 11), se ha representado una referencia de la nivelacion de precision, cuya cota, respecto del nivel medio del mar, debe determinarse con exactitud.

Las observaciones de las autoridades maritimas del puerto en donde se va a instalar el mareografo, o del personal encargado de estudios hidrográficos, permite jeneralmente fijar, dentro de cierta aproximacion, el nivel medio del mar en algun punto así como la oscilación de la marea. A falta de lo anterior se consultará a los pescadores mas antiguos o, por fin, se acude al exámen de las huellas dejadas en la costa.

Si el punto en donde está la marca de la marea o al cual se refieren los datos, no se encuentra en el misma sitio seleccionado para la instalacion del mareógrafo, se llevará a cabo una nivelacion entre ambos puntos, colocando cerca del último una referencia o marca, aunque tenga carácter provisorio.

El mareógrafo debe graduarse en tal forma que a la posicion central del estilo del tambor corresponda próximamente la marea media, i a la línea inferior de abscisas el plano de comparacion elejido un cierto número  $N$  de metros bajo el nivel de la referencia. Naturalmente, el coeficiente de reduccion, un décimo o un veinteaavo, se ha elejido para el mareógrafo de modo que, en ningun caso, es decir, para ninguna altura de marea, el estilo inscriptor pueda salir de los límites fijados por las dos líneas de abscisas, cuya distancia corresponde en el modelo de mareógrafo Seibt-Fuess, respectivamente, para los dos coeficientes citados, a cinco i diez metros tomados a la escala con las reglas graduadas.

En el modelo de instrumento que corresponde a esta descripcion i a las figuras, existe un pequeño juego, pues los estilos  $e$  i  $e'$  no corresponden, respectivamente, al *cero* i *cincuenta* decímetros de altura de marea leídos en la regla  $RR'$  de la figura 1, o en la colocada despues sobre el papel, figura 10. La anterior disposicion permite tra-

zar sobre el papel. despues de retirado éste del tambor, una nueva línea de abscisas conforme a indicaciones de la sonda, i el pequeño juego consultado no acarrea ningun inconveniente puesto que la regla de la figura 10, destinada al uso posterior, se encuentra graduada en la misma forma, sirviendo las marcas  $a$  i  $a'$  para obtener la perpendicularidad entre el canto graduado i la línea de abscisas.

El mareógrafo representado en las figuras 1 a 11 inclusive, permite la inscripccion completa de mareas cuya oscilacion máxima sea inferior a cinco metros, i si se desea entónces que el plano de comparacion se corresponda con el cero de la escala  $RR'$  (fig. 1) i el estilo se encuentre próximamente al centro del tambor, es decir, indicando cerca del *veinticinco* de dicha escala, en el instante de la marea media, es necesario adoptar como plano de comparacion uno supuesto dos metros cincuenta mas bajo que el nivel de dicha marea. Sin embargo, este nivel sólo se conoce aproximadamente i la instalacion se hará con el error que a él afecta, lo que es natural, puesto que el nivel medio es justamente lo que se busca.

Supongamos que una nivelacion preliminar ha permitido fijar la cota  $n$  aproximada de la referencia de la nivelacion (fig. 11) sobre el nivel medio del mar, conocido con cierta aproximacion, al ménos con la suficiente para que al estilo inscriptor le baste la estension vertical disponible del tambor. En ese caso el plano de comparacion para las alturas de marea debe elejirse a  $N=n+2,50$  m i disponer la instalacion del instrumento en forma tal que las indicaciones del estilo inscriptor  $E$  sobre la escala  $RR'$  correspondan, en cada instante, a las alturas de la superficie del agua sobre el plano de comparacion elejido, valores que deberán corresponderse tambien a su vez con las lecturas hechas en el índice  $i$  de la sonda  $SW$ , de control, cuando el extremo inferior del peso  $W$  toca el platillo del flotador, situado de la constante  $c$  sobre el agua.

El caso mas sencillo seria si la referencia de nivelacion se encontrase exactamente al mismo nivel que el índice  $i$ , pues entónces, para graduar la posicion del peso  $W$  de la sonda sobre la cinta, solo tendríamos que tomar en consideracion la constante  $c$  del flotador i la longitud  $a$  del citado peso. En cambio, en los casos corrientes, será necesario valerse de un instrumento de nivelar, con el objeto de tomar la diferencia de nivel entre la referencia i el índice  $i$ .

El operador, despues que ha armado completamente el mareógrafo, de modo que su plataforma superior quede horizontal, lo que se conseguirá con el auxilio de un pequeño nivel colocado sobre ella en dos sentidos perpendiculares, i accionando sobre las tuercas dobles de las columnas verticales  $QQ'$  (fig. 1) instalará el nivel de anteojo sobre el trípode de modo que sea posible leer sobre una mira colocada sobre la referencia i sobre la cinta de la sonda, convenientemente desenvuelta de dos a tres metros i tendida verticalmente por el peso  $W$ , que se ha colocado provisoriamente en su extremo inferior. La lectura sobre la cinta de la sonda se hará ya sea a menor altura que la plataforma  $PP$  (fig. 1) o entre ésta i el índice  $i$ , retirando para ello el tambor.

Supongamos que, con el nivel corregido i nivelado, se obtenga la lectura  $l$  sobre

la mira, reducida a metros si ésta tiene una graduacion especial como en el tipo de mira complementaria decádica, adoptada por la Oficina para la nivelacion de precision, i sobre la cinta la lectura  $d$  para el nivel e  $i$  para el índice, tendremos entónces para la diferencia de nivel  $Q$ :

$$1) \quad Q = l + l' = l + d - i$$

puesto que la graduacion de la cinta decrece hácia arriba.

Con la mira especial citada se tendrá:

$$2) \quad Q = \frac{1}{2}l + d - i$$

Como se ve en la figura 4, en el índice  $i$  se dispone de una pequeña escala que permite la lectura de las fracciones, en cambio en  $d$  será necesario estimarlas entre trazos mas distantes de la cinta. Es preferible, en vista de lo anterior, colocar un pequeño papel pegado en  $d$ , de modo que su borde recto quede en coincidencia con un trazo de la cinta i hacer bajar la sonda hasta que se vea dicho borde, en el anteojo del nivel, en coincidencia con el hilo horizontal del retículo i leer entónces en el índice  $i$ .

Para graduar la sonda el operador debe tener presente, que en el caso ideal de que la superficie del mar llegase al nivel de la referencia de la nivelacion, en el índice  $i$  de la sonda debería leerse exactamente  $N$  metros cuando el peso  $W$  tocase el platillo del flotador, i por tanto su extremo superior se encuentre a la distancia  $c+a$  sobre el agua, o sea, que se deberá afianzar el peso  $W$ , por medio de los dos tornillos de presion, sobre la cinta, de modo que su extremo superior quede en la lectura.

$$3) \quad i + Q = (a + c)$$

de la cinta.

La cantidad entre paréntesis es constante, obteniéndose  $a$  por medida con un doble decímetro i  $c$  por el método que trataremos mas adelante. Jeneralmente se toma  $a$  igual a 10 centímetros, por construccion, i el valor de la constante  $c$  sobrepasa en poco a ocho, siendo mayor para agua de mar que para agua dulce.

Es fácil cerciorarse si el peso  $W$  ha quedado bien colocado i para ello basta que el operador haga subir la sonda hasta que vea su extremo inferior sobre el hilo horizontal del retículo del nivel, debiendo obtener en el índice de la sonda una lectura:

$$4) \quad L = N + l - c$$

Lo anterior nos indica un segundo sistema de instalacion, puesto que podremos colocar el peso  $W$  simplemente en el extremo de la cinta, marcando con lápiz su posicion, suspender la sonda hasta que se vea el extremo inferior del peso en coinciden

cia con el hilo horizontal del retículo del anteojo del nivel, leyendo en esta posición el índice. Si la lectura  $i$  no es igual a  $L$ , habrá que mover el peso  $W$  justamente de la diferencia entre ambas, hacia arriba si  $i$  es mayor que  $L$  i hacia abajo en el caso contrario.

Si después de revisada la operación de ajuste de la sonda, efectuada por cualquiera de los métodos espuestos, resultase un error pequeño, por ejemplo, uno a dos milímetros, puede corregirse moviendo el índice  $i$ , pero habrá que revisar nuevamente la operación. Es conveniente, por tanto, el colocar previamente al ajuste, el índice  $i$  en su posición media, afianzándolo bien con sus tornillos  $n$  de presión. (fig. 4)

La cinta de la sonda se encuentra graduada hasta siete metros i tiene un exceso sin graduación mas o menos igual en largo a la altura del instrumento armado, es decir, que con una referencia de nivelación al nivel del piso, puede hacerse la instalación hasta con un valor de siete metros para  $N$ ; pero en caso de valores cercanos a esa cifra, se hace necesario medir, con una huincha de acero o regla graduada, mas allá de la graduación, para colocar el peso  $W$  en su debida posición.

Ajustada la sonda, se procede a la unión del alambre con el flotador, colocando el extremo inferior de aquel entre las lengüetas de la pinza, que se cierra con el anillo i sujeta en su posición por medio del tornillo que éste tiene.

Bastará ahora hacer descender el flotador, después de soltar los tornillos  $kk'$ , amarrándolo convenientemente con el platillo horizontal o colocándolo a nivel sobre una tabla i a una altura tal sobre el plano de comparación adoptado, de modo que la posición correspondiente del estilo inscriptor  $E$  caiga dentro del tambor.

Verificada la horizontalidad del platillo  $A$  del flotador, se hará descender la sonda hasta que el peso  $W$  quede en contacto con aquel, se lee el índice  $i$ , para mover después la cremallera hasta que el estilo  $E$  indique sobre la regla  $RR'$  la misma lectura  $i$ , después de oprimir suficientemente los tornillos  $kk'$ , se rectifica la posición del estilo, operando sobre el botón  $T$  (fig. 1) para bajar ahora lentamente el flotador hasta que repose sobre el agua. Para cerciorarse del buen resultado, en un día que el mar se encuentre tranquilo se hará bajar la sonda lentamente, regulando con el freno y operando con el manubrio  $s$  de la polea  $S$  en que se encuentra enrollada la cinta, hasta sentir un ligero choque del peso  $W$  con el platillo, quedando la cinta tendida, para leer en ese instante en el índice  $i$ . La operación se repite varias veces, leyendo siempre la cinta en el índice  $i$  la posición del estilo frente a la regla, o si éste se mueve mucho en el momento de la lectura del índice, se le oprime ligeramente sobre el papel del tambor obteniéndose de este modo una marca cuya posición frente a la regla se lee cada vez.

Los promedios de unas diez lecturas dobles nos indicarán el error de colocación del estilo  $i$ , sujetando con la mano el alambre del flotador, o la polea  $Z$ , podrá corregirse el error de posición en el sentido conveniente i con el botón  $T$ .

La serie de operaciones descritas han dado por resultado que las indicaciones del estilo inscriptor, frente a la regla graduada, o las ordenadas de la curva, leídas pos-

teriormente con el auxilio de la escala de oficina (fig. 10), despues de retirar el papel del tambor, se encuentren de acuerdo con lo que indicaría la sonda en los instantes correspondientes, es decir, las alturas de la superficie del mar sobre el plano de comparacion supuesto  $N$  metros bajo el nivel de la referencian de la nivelacion.

Si despues de una semana de estar el aparato en funcion, habiendo marchado correctamente i la sonda no ha indicado ninguna variacion, se retira el papel del tambor para determinar con el planímetro, i en unidades cuadradas de la escala, la superficie comprendida entre la curva trazada por el estilo inscriptor, el eje inferior de abscisas i las dos ordenadas estremas de un período de tiempo, que suponemos disten entre sí de  $a$  unidades lineales, medidas con la escala i segun el eje de abscisas, tendremos que la altura media  $H$  del mar que corresponde a ese período será:

$$5) \quad H = \frac{S}{a}$$

quedando referida al plano de comparacion adoptado. La diferencia de este valor con la lectura central de la regla graduada nos dará el error del nivel medio aceptado previamente, deducido de sólo el registro de los movimientos de la marea en el período considerado.

Tomando en consideracion un buen número de períodos iguales entre sí, el promedio de los distintos valores resutantes para  $H$ , restado de  $N$ , nos dará la cota de la referencian de nivelacion sobre el nivel medio del mar, con tanta mayor probabilidad de haberse eliminado la influencia de los factores perturbadores, miéntras mas largo sea el período que abarquen las observaciones de marea.

Jeneralmente las observaciones mareográficas llevadas á cabo durante un año completo, i en condiciones normales, dan el nivel medio del mar con una aproximacion de algunos centímetros, pero hai que hacer notar que, para quedar a cubierto de influencias peculiares a años escepcionales en cuanto a sus rasgos meteorológicos, es necesario estender el período de observacion a varios años i con la mayor continuidad posible.

Fuera del control con la sonda i la comparacion i arreglo del reloj, llevado esto a cabo por la persona encargada del servicio mareográfico en la localidad considerada, se hace necesario controlar tambien, de cuando en cuando, la instalacion con el auxilio de un nivel i mira o regla graduada. La operacion se ejecutará jeneralmente por un inspector, que determina entónces la diferencia del nivel entre el índice, si es necesario, hasta obtener el mismo valor anterior. Rectificará, ademas, la situacion del estilo inscriptor, conforme a las indicaciones de la sonda.

**DETERMINACION DE LA CONSTANTE  $c$ .**—Esta operacion consiste en medir la diferencia de nivel que existe entre el platillo del flotador i la superficie del agua, bajo las mismas condiciones en que el instrumento debe funcionar, es decir, empleando agua de mar en la determinacion, puesto que ésta es de 2,4 a 2,8% mas densa que el agua dulce.

Armado completamente el instrumento, se coloca el flotador dentro de una palangana con agua de mar i sobre la tapa del pozo. Sobre el platillo lleva un par de pínulas de cartulina, que se cortan de modo que la altura  $m$  de la pínula ocular sea igual a la de la objetiva, visando con este sistema sobre la graduacion de un doble-decím metro colocado verticalmente i con el extremo inferior dentro del agua.

Si  $l$  es la lectura obtenida sobre la graduacion, con el auxilio de las pínulas, i  $l'$  la que corresponde a la superficie del agua, se tiene, para el valor de la constante:

$$c = l - (l' + m)$$

La operacion se repite varias veces en dos lados opuestos, tomando el promedio de los resultados.

EJEMPLO.—*Mareógrafo Scibt-Fuess Núm. 325.—Determinacion de la constante del flotador.—Altura de pínula=11 mm.*

Se obtuvo, empleando agua de mar:

	A LA DERECHA					A LA IZQUIERDA				
Pínulas.....	101,0	111,8	115,0	119,0	120,5	115,0	118,5	118,8	126,0	131,1
Nivel del agua.....	5,0	16,0	18,9	23,0	25,0	20,2	23,1	23,9	31,0	36,0
Altura de la pínula.....	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
$c$	85,0	84,8	85,1	85,0	84,4	83,8	84,4	83,9	84,0	84,1
	$c = 84,5 \text{ mm}$									

ARMADURA DEL MAREÓGRAFO.—Para facilitar la armadura, todas las piezas o partes componentes que vienen separadas, traen numeracion i ellas son:

La plataforma *PP* de la mesa de fierro.

Cuatro piernas de seccion *T*, con sus respectivos pernos; proteccion para la cremallera (*uu'*) i guarda-polea (*X*).

Costados del fanal i una plancha de zinc para la cara superior del mismo.

Cuerpo del instrumento, con el mecanismo de relojería, poleas i sonda. El alambre i cuerda del mecanismo intermedio se encuentran envueltos i sujetos en las poleas respectivas.

Tambor, con su respectivo resorte i caballete de madera.

Péndulo del reloj; llave para darle cuerda a este último.

Cinco contrapesos diversos: para la polea (*C*); para el reloj (*J*); de cremallera (*B*); para el movimiento de los estilos superior e inferior (*d*) i, por fin, el de la sonda (*W*).

Un cordón para el contrapeso de los estilos, como se ve en la (fig. 8).

Un flotador con su respectivo anillo para la pinza.

Tornillos para el fanal i un juego de estilos de repuesto.

El operador hará colocar los vidrios del fanal i revisará si el instrumento trae todos sus accesorios, para proceder en seguida a la armadura, que se comienza por la mesa de fierro.

Después de colocar los pernos de las piernas, apretándolos suavemente, se trae la mesa de fierro sobre el pozo, colocándola con la plataforma a nivel i empernándola a las piezas que previamente se han empotrado en el borde de aquel, para después apretar fuertemente todas las tuercas, de modo que no haya movimiento alguno en el conjunto.

Para evitar la pérdida de objetos, por caída dentro del pozo, se cubre éste por medio de una tapa circular de madera. Dicha tapa, en vista de que está espuesta a la humedad, i por tanto fácilmente deformable, se hará de tablas dobles atornilladas en posición cruzada para las fibras, agregando, en la posición conveniente, un tubo prismático de madera, que dará paso a la sonda i alambre del flotador.

Con el objeto de poder retirar la tapa fácilmente, sin necesidad de subir el flotador ni desmontarlo, se encuentra dividida en dos secciones correspondiendo a cada una la mitad del tubo prismático; se ha agregado, además, en el borde, los rebajes para los extremos inferiores de las piernas de la mesa.

Una vez armada la mesa de fierro, se le da una o dos manos de pintura de color oscuro, así como al estuche de la cremallera, guarda-polea, i a la tapa del pozo varias manos de aceite.

Mientras se seca la pintura de la parte armada, se armará a su vez el mecanismo poniéndole aceite a los descansos, después de una limpieza general con el auxilio de un pincel seco; se revisa pieza por pieza, para cerciorarse que no hai deterioro i, desenvolviendo la cinta, se la frota con un paño suave impregnado de vaselina, aceite o petróleo. Después se podrá colocar en su lugar el estuche de la cremallera i el guarda-polea.

El cuerpo del instrumento se armará sobre la mesa, después de colocar el contrapeso de la cremallera, i se sujeta el todo con las cuerdas respectivas accionando sobre ellas hasta que la plataforma superior quede bien horizontal, para lo cual se empleará un pequeño nivel de bolsillo, que se coloca en dos sentidos perpendiculares, o uno esférico suficientemente sensible; se coloca ahora el tambor con una hoja de papel.

Poniendo el flotador sobre la tapa del pozo, encima del tubo prismático, se soltará con cuidado el alambre de la polea, i se pasará el extremo por la abertura del guarda-polea, sujetándolo para que no se desenvuelva, se le ajustará a la pinza del flotador atornillando el aro que oprime su lengüeta, operación que se ejecuta con los tornillos  $k$  i  $k'$  sueltos. El extremo de la cuerda envuelta en la polea  $X$  se pasa a su vez por otra abertura del guarda-polea i, después de colocarle el contrapeso  $C$ , dicho extremo se amarrará fuertemente al aro  $j$ .

Ejecutado lo anterior, el operador puede hacer descender lentamente el flotador en el pozo, despues de amarrarlo con una cuerda, para evitar estensiones excesivas del alambre, i esta operacion sin que el estilo inscriptor pueda averiarse, puesto que los tornillos  $kk'$ , de correccion del mecanismo intermedio, se encuentran sueltos.

A continuacion se coloca provisoriamente el peso de la sonda, se desenvuelve éste hasta que sea posible la lectura sobre ella con el anteojo de un nivel instalado al frente del instrumento, efectuando ahora, como ya se ha explicado, el ajuste del índice i del estilo.

No falta ahora sino colgar el péndulo del reloj, de modo que la barrita horizontal, que lleva en su extremo inferior la pieza de coneccion con el escape, pase por la ranura del vástago de aquel, agregar el contrapeso motor, de modo que la cuerda quede en la garganta de la ruedecilla, armar el contrapeso de los estilos despues de pasar el cordón por las diversas poleas i enlazar los extremos en las gargantas de los tornillos  $a$  i  $b$ , comprobando si el mecanismo funciona bien al hacer jirar el disco  $e$ , hasta que  $f'$  llegue a tocar el tope.

Al tiempo de colocar el tambor, al que se le ha puesto ya el papel, hai que fijarse que la regla graduada se encuentre levantada i que el resorte del tambor quede hácia el frente i un poco a la izquierda; se sujeta con una mano la rueda dentada  $V$  i con la otra se hace jirar el tambor hasta que el estilo inscriptor, al bajarlo de su posicion de descanso, comience la inscripcion bien próxima al resorte i al lado derecho, pues el papel del tambor se moverá de la derecha a la izquierda de un observador que tiene el mareógrafo al frente con el reloj hácia él.

Al darle la colocacion al tambor, haciéndolo jirar como se ha dicho, es preciso, para evitar el efecto del pequeño juego de los engranajes, el ejercer sobre él un pequeño esfuerzo en la direccion del sentido de la rotacion.

Para regular la marcha se toca la tuerca  $h'$  del vástago del péndulo sobre la cual se apoya el peso; es necesario hacer subir éste para que el reloj adelante i bajarlo para que atrase. En ningun caso al mover los punteros del reloj se debe hacerlo en sentido contrario al de su movimiento, pero si se trata de un pequeño retroceso ello puede efectuarse siempre que no sea poco despues de las 12, 4 u 8 horas, pues se forzaría en contra del escéntrico.

Se da a continuacion, para la fácil consulta, un resumen de las principales piezas de ajuste.

U. Movimiento vertical del tambor.

$kk'$  Ajuste aproximado del estilo inscriptor.

T » exacto » » »

$t t'$  Pequeño movimiento vertical de los estilos de las líneas de abscisas, para su ajuste con la escala.

$t_1 t'_1$  Sostienen en su posicion a los estilos de abscisas.

$a b$  Permiten variar el alejamiento de los estilos de abscisas con respecto al tambor, al jirar el disco  $e_1$ .

$\tilde{n}$  Tornillo para el ajuste del índice de la sonda.

- h' Regula la marcha del reloj.  
 Q' Tuercas para nivelar el instrumento sobre la mesa de fierro.

#### MANEJO DEL MAREÓGRAFO EN SERVICIO

El encargado del servicio del mareógrafo deberá efectuar el cambio del papel del tambor una vez a la semana, en el día i hora aproximada que se le fije. Además, ejecutará en esa misma ocasión la comparación del reloj i control con la sonda, operación esta última que se llevará también a cabo en un segundo día.

*Cambio del papel del tambor.*—Cada hoja lleva un sello en el ángulo superior izquierdo de la cara sobre la cual los estilos deben hacer las inscripciones i en el superior derecho el operador anotará con lápiz los datos siguientes: *Fecha completa, número del mareógrafo i nombre del encargado de su servicio, al colocar el papel; i al retirarlo sólo la fecha de ese día.*

Al colocar el tambor nuevamente en el mareógrafo, se hará en forma que el resorte quede hacia el frente, próximamente debajo de la regla graduada  $RR'$ , colocándole el cierre  $q$  de retención, que lo sujeta por el eje, i después de sujetar con la mano izquierda la rueda dentada  $V$ , se hará jirar el tambor hasta que el resorte quede cercano á los estilos. Se da vuelta al disco  $e_1$  acercando suavemente al papel los estilos superior e inferior i, tomando el estilo inscriptor  $E$ , se le coloca en acción, cuidando que llegue a ponerse en contacto con el papel, suavemente y sin golpes, que inutilizarían la punta.

Debe evitarse a toda costa que cualquiera de los estilos caiga de golpe sobre el tambor, i esta operación se llevará a cabo con lentitud.

Después de colocados los estilos en su lugar, se hará un ligero esfuerzo de rotación sobre el tambor i hacia la regla graduada, para anular el efecto del pequeño juego del engranaje.

Para la colocación del papel sobre el tambor se hará uso del caballete de madera, así también para retirar el ya usado, pues debe evitarse toda probabilidad de que la rueda de engranaje pueda sufrir deterioros.

Después de levantar la regla graduada  $RR'$  i hacer jirar el disco superior  $e_1$ , hasta dejar los estilos superior e inferior en su posición de descanso, se retira el estilo inscriptor  $E$  hasta su posición límite en el cual queda retenido por el resorte. Sujetando ahora el tambor con la mano izquierda, podrá levantarse el cierre superior  $q$  con la derecha, e inclinando el tambor hacia fuera quitarlo del todo para colocarlo entonces sobre el caballete  $Y$ , con el resorte hacia arriba i la rueda dentada  $V$  a la derecha del operador.

Para retirar el papel del tambor, se sujeta con la mano izquierda el resorte en su punto medio i con la derecha se le desprende del gancho  $z$ . El papel se extiende sobre la mesa para escribir debajo de las primeras anotaciones, en el ángulo superior derecho, la fecha del día.

Para poner sobre el tambor el nuevo pliego de papel, se coloca éste sobre el ca-

ballette, con el sello hácia abajo i hácia el extremo del tambor en donde se encuentra la rueda dentada; encima se coloca el tambor, con la rueda a la derecha del operador i las piezas de sosten del resorte hácia arriba. El pliego debe quedar bien liso, sin arruga de ninguna especie, i el operador debe entónces colocar los bordes extremos uno sobre otro i a igual distancia de los del tambor, abajo el que lleva el sello. En esta posicion se coloca el resorte, primeramente a la izquierda en la perforacion  $y$  i despues haciéndole ajustar en el gancho  $z$ .

En el dia en que se lleva a cabo el cambio de papel i en otro a mediados del período que corresponde a una revolucion del tambor, se deberá controlar el reloj del mareógrafo, lo que se lleva a cabo comparando uno de bolsillo con el de la oficina de telégrafos mas cercana i anotando en una libreta, i al lado de la fecha i hora, el resultado de dicha comparacion, es decir, el número de minutos de que el reloj de bolsillo del operador se encuentra adelantado o atrasado. La operacion anterior se repite para el reloj del mareógrafo, haciendo las anotaciones consiguientes.

A continuacion el operador oprime por su extremo superior la barra vertical que lleva los estilos  $e$  i  $e'$ , obteniéndose así una pequeña marca sobre las líneas de abscisas, i frente a la superior de ellas se escribirá con lápiz, de arriba hácia abajo, la hora i minutos que indicaba el reloj del mareógrafo en el instante de efectuar la operacion i el número de minutos que éste se encuentra adelantado o atrasado con respecto al reloj del telégrafo. Así, por ejemplo, se anotaría: 9<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> A. M. + 3<sup>m</sup> (atraso de 3<sup>m</sup>).

Cuando el reloj del mareógrafo se encuentre adelantado o atrasado mas de cinco minutos, al tiempo de sacar el papel del tambor el operador le moverá los punteros, colocándolo en la hora exacta. Esta operacion no debe hacerse, si hai que atrasar el reloj, poco despues de las doce, cuatro i ocho, pues el escéntrico  $g$  se opondria a ello, i será necesario esperar que trascurren mayor número de minutos que el de la correccion por hacer.

Para efectuar el control con la sonda, el operador la deja descender hasta que sienta un ligero choque del peso  $W$  de ella en contra del platillo  $A$  del flotador, i en ese instante lee el índice  $i$ , ejerciendo al tiempo de la lectura una débil presion sobre la cabeza del estilo inscriptor  $E$ , con lo cual se obtiene una pequeña marca sobre el papel i se puede entónces leer su posicion frente a la regla  $RR'$ . El sondaje se repite tres veces consecutivas, efectuando las anotaciones en la libreta, acompañadas de la fecha.

Para evitar confusiones en las marcas sobre el papel, la lectura se hace cada vez i no al final, pues con frecuencia caerán las marcas una sobre otra.

Caballote para la colocacion del papel en el tambor

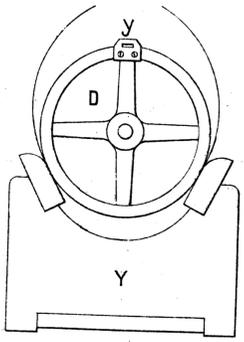


Fig. 5

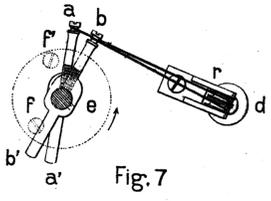


Fig. 7

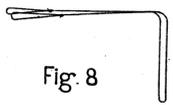


Fig. 8

Vista de frente del mareógrafo sin pared anterior del fanal

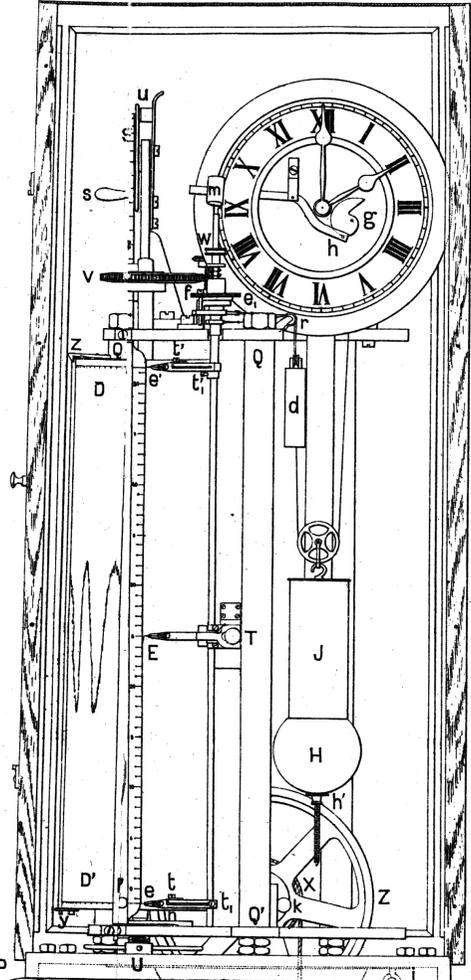


Fig. 1

Vista de costado del mareógrafo sin el tambor i retiradas dos paredes del fanal

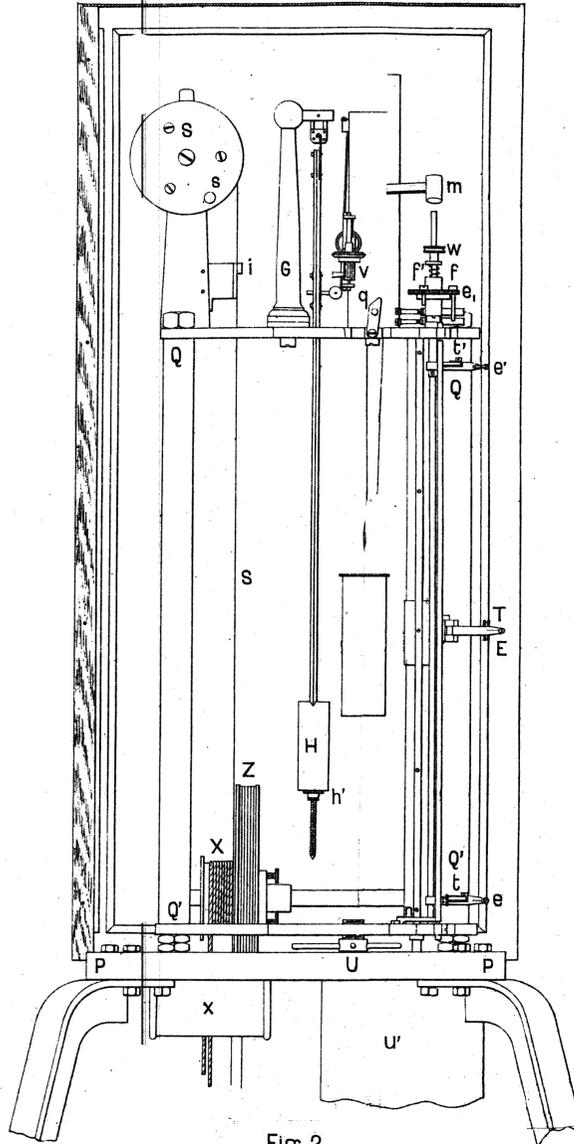


Fig. 2

Disposicion del índice de la sonda

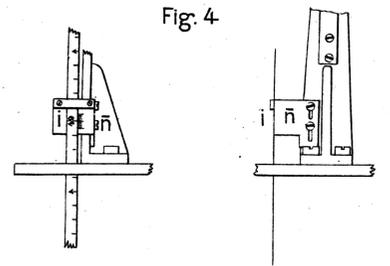
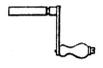


Fig. 4

Fig. 9



Mecanismo intermedio entre el estilo inscriptor i el flotador

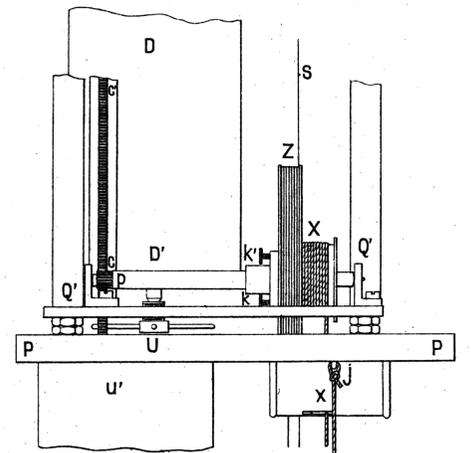
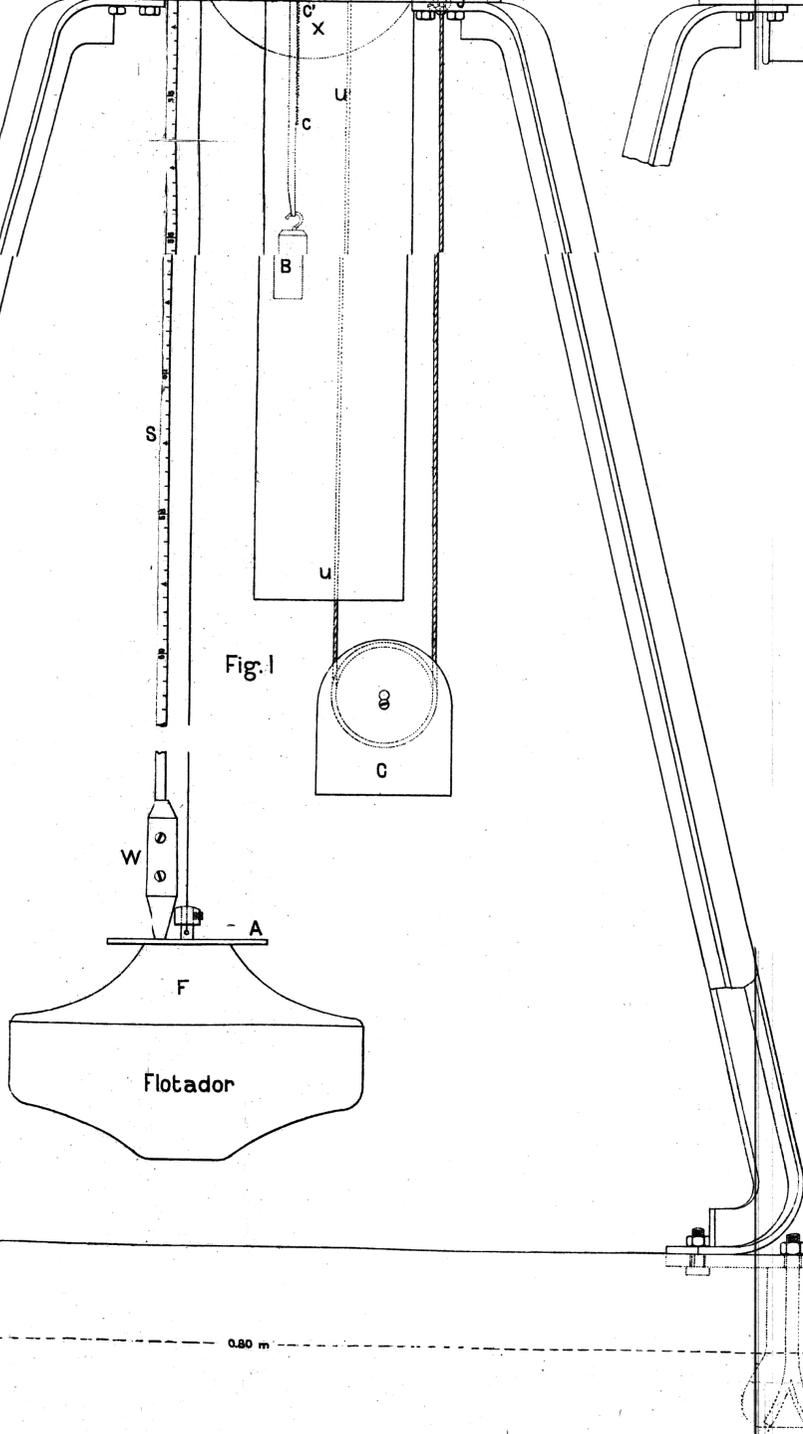


Fig. 3

Resorte del tambor

Fig. 6



Flotador

Esquema de instalacion

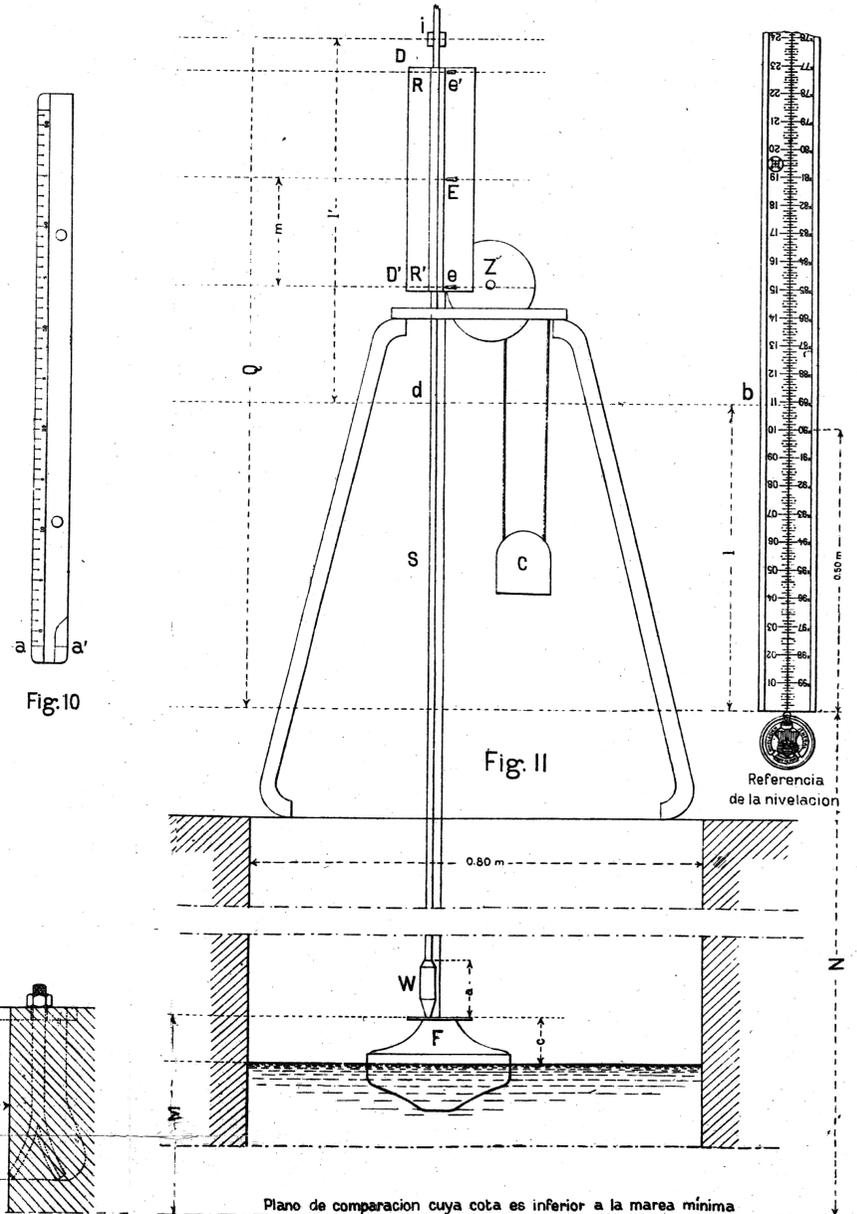


Fig. 10

Fig. 12

Referencia de la nivelacion

Plano de comparacion cuya cota es inferior a la marea mínima

