

**SNMH**  
**556.082**  
**S**

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



INDICACIONES PRACTICAS PARA LA  
OPERACION DE ESTACIONES HIDROMETRICAS

SNMH  
556.082

Lima - Perú  
1973



## Instrucciones para Operadores de Estaciones Hidrológicas:

### Aforo:

Es la medida del volúmen de agua que pasa por la sección transversal de un río en la unidad de tiempo, correlacionando el nivel del agua con el caudal o gasto. Los resultados se representan gráficamente en una curva llamada " Curva de Descarga o de Calibración".

El Aforo debe realizarse detalladamente para que sus resultados permitan determinar las condiciones o características del escurrimiento. Así mismo, deben repartirse uniformemente a lo largo del intervalo comprendido entre el gasto mínimo de estiaje y el de las máximas avenidas.

### Divisiones de la Sección de Aforos:

#### 1.- Sección de Aforos:

Se llama sección de Aforos al lugar del cauce en el que se mide el caudal de agua corriente.

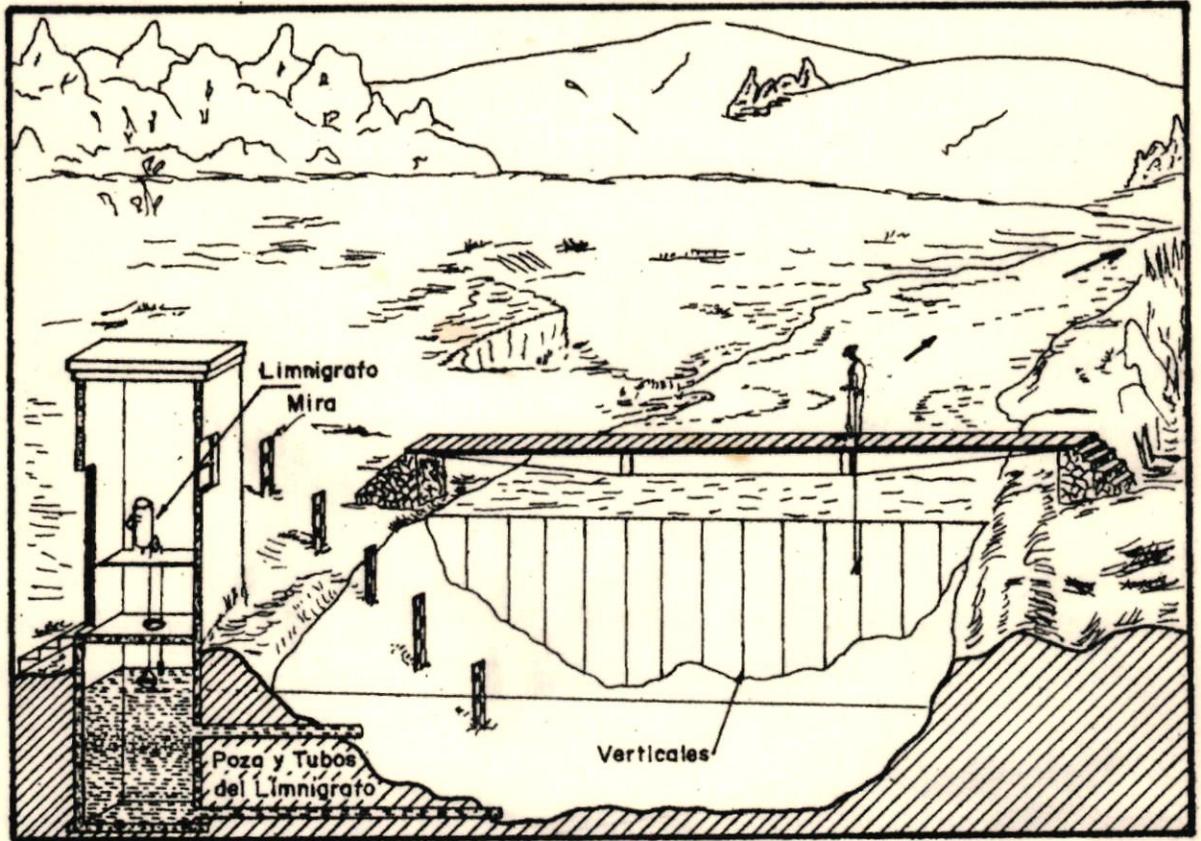
La Sección de Aforos debe ser elegida y señalizada en un lugar que reúna condiciones especiales para obtener una mayor exactitud en las medidas. Este lugar puede marcarse con dos señales precisas, firmes y fuera del alcance de las aguas, una a cada lado del río, con las que se determina un alineamiento perpendicular al sentido en que se desplaza el agua; este alineamiento también puede estar constituido por las torres que soportan el huaro, o por la existencia de un puente; pero en todo caso, la sección de aforos debe ser perpendicular al río.

#### 2.- Ancho de la Sección de Aforos:

El ancho de la Sección de Aforos se determina con una alineación entre los dos puntos de referencia y, a partir de uno de ellos, que se tomará como origen o punto cero de la sección, se medirá su distancia a la línea de agua de ambas orillas.

La diferencia entre estas distancias corresponderá a la amplitud del río, y por lo tanto, será el ancho de la sección de Aforos.

# ESTACION DE AFOROS



### 3.- Número de tramos de la sección de Aforos:

El número de partes o tramos en que debe dividirse la sección de Aforos, para la aplicación del correntómetro en las respectivas divisiones verticales, se obtiene dividiendo el ancho de la sección de aforos por el de la longitud de los tramos.

La longitud de los tramos corresponde a la relación que consignamos al final de este párrafo. Como el ancho del río varía en las distintas épocas del año, la longitud de los tramos también debe variar, pero observando siempre la relación que consignamos a continuación:

#### Tabla para determinar el Ancho de los Tramos:

<u>Ancho de la Sección</u>	<u>Ancho del Tramo</u>
menos de 2 mts.	0.20 mts.
2 a 3	0.30
3 a 4	0.40
4 a 8	0.50
8 a 15	1.00
15 a 25	2.00
25 a 35	3.00
35 a 45	4.00
45 a 80	5.00
80 a 160	10.00
160 a 350	20.00

### 4.- Hilo de Distancia

Se denomina hilo de distancia, a un cable fijo o removable, tendido entre las señales de la sección de aforos, en el cual están indicados los tramos en que se halla dividida la sección.

Cuando los aforos se hacen desde un puente, el cable queda reemplazado por el paramento del propio puente, donde se marcan con pintura los puntos o " Verticales " que delimitan los tramos.

Para marcar el hilo de distancias, se mide desde el punto cero la longitud asignada a los tramos, repitiendo esa medida sucesivamente hasta cruzar el cauce.

Generalmente ocurre que las líneas de agua en ambas orillas no coinciden con las marcas más próximas del Hilo de Distancia, en este caso se tomarán los tramos que se encuentran dentro del río, con su longitud normal, y en las riberas con la longitud que resulte entre la marca más cercana, dentro del río, y la línea de agua, obteniéndose así dos tramos extremos de longitud irregular y de menor longitud que los centrales.

#### Disposiciones Generales:

En todas las estaciones hidrométricas deben realizarse aforos de integración, por lo menos una vez al mes en el transcurso de un año, para obtener el coeficiente de la velocidad media, el cual será calculado en la oficina de procesamiento.

Con este método se determinan las velocidades de la corriente del agua sucesivamente en distintos puntos de la vertical.

El número de puntos depende de la profundidad de las verticales, y particularmente para pequeñas profundidades depende de la altura de construcción del conjunto molinete-escandallo (distancia entre el eje del molinete y el punto más bajo del escandallo). Las mediciones deben hacerse tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Lo más cerca posible de la superficie pero cuidando de que el molinete quede completamente sumergido en el agua.
- b) Lo más cerca posible del fondo del lecho; de modo, que al aforar con varillas se asiente el cuerpo del molinete en la planchuela de la base. Cuando se afore con escandallo con contacto de fondo, debe tratarse que el contacto se separe levemente del fondo.

Los demás puntos de la vertical, deben ser elegidos teniendo en cuenta que la separación entre ellos sea mínima cerca del fondo, y a medida que se acerquen a la superficie debe aumentar la distancia entre ellos. En general, se recomienda tomar las velocidades de superficie, de fondo, y a 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 de profundidad medida a partir de la superficie del agua.

Los Jefes de Centro deben medir la pendiente del cauce del río (mediante un nivel topográfico o un nivel de carpintero, reglas de madera y wincha) al comienzo y terminación de cada estación del año y remitir esta información a la Oficina Central para poder aplicar alguna fórmula hidráulica y subsanar posibles deficiencias que se presenten en las mediciones de descargas.

#### Métodos de Aforo con Correntómetro:

Deben considerarse dos posibilidades:

- a) Por vadeo
- b) Por suspensión: Andarivel  
Puente  
Bote

#### Aforo por vadeo:

Los aforos a pie son adecuados para profundidades de caudal inferiores a un metro y de pequeña velocidad, a fin de que no signifique peligro a la integridad física del hidromensor.

El aforo por vadeo con correntómetro, necesita de que el molinete se encuentre montado en una barra o varilla graduada, la cual se afirma sobre el lecho del río.

El correntómetro se desliza a lo largo de la barra, fijándosele en cada punto en que se quiera medir la velocidad.

Debe tenerse cuidado de que el correntómetro esté siempre orientado normalmente a la sección de aforo, es decir, en el mismo sentido de la corriente.

El aforo con barras puede hacerse por vadeo a pie, y desde un puente o pasarela para profundidades mayores a un metro.

El hidromensor que afora a pie, debe mantenerse lo más alejado posible del instrumento, con las piernas separadas y orientadas en la dirección de la corriente; de esta manera evita interferencias en la distribución de la velocidad de los filetes del agua en la hélice del molinete.

#### Aforo por suspensión:

Al aumentar la profundidad y la velocidad de la corriente, aumentan las vibraciones de la barra, lo que puede alterar el funcionamiento y falsear las medidas, también puede suceder que al asen -

tar la barra sobre el lecho, se produzca allí una socavación que haría variar la profundidad.

Para obviar estos problemas se procede a aforar con el correntómetro suspendido por un cable desde puentes, andariveles, balsas o desde la orilla mediante teleféricos.

En estos casos se utilizará un escandallo de peso adecuado, el mismo que dependerá de la velocidad del agua y la necesidad de utilizar el winche apropiado.

En los puentes, se afora aguas abajo, siempre que los pilares no produzcan distribuciones en el flujo al realizarlo aguas arriba, aunque en este último caso, el correntómetro generalmente queda oculto bajo el puente, dificultándose el aforo.

Si no hay puentes apropiados para los aforos a causa de remansos desfavorables o corrientes alteradas por los pilares, se recomienda instalar un andarivel y operar desde el carro-huaro; en caso de que, el río tenga un ancho mayor de 300 m. es preferible recurrir a la balsa.

Cuando el aforo se realice desde un andarivel, en el carro-huaro se acomodarán el hidromensor y un ayudante, el ayudante se encargará de manejar el carro y operar el winche, mientras que el hidromensor se concentrará en la medida del aforo.

La determinación exacta de la sección transversal es requisito indispensable para una medición fidedigna del caudal. Esa determinación puede ser efectuada antes o durante el aforo. Para esta operación, se utiliza una bola de fierro sostenida por una cadena graduada. No debe utilizarse el escandallo para ese fin, debido al deterioro que se produce con las piedras en el fondo del cauce.

El hidromensor y su ayudante deben estar atentos y observar detenidamente la superficie del río aguas arriba del correntómetro, a fin de sacar rápidamente el instrumento fuera del agua en caso de notarse la presencia de algún objeto flotante que pueda enre-

darse en el cable y comprometer la seguridad de los operadores y del aparato. Esta precaución es más necesaria en época de avenidas.

Los correntómetros que se encuentran en uso, deben ser remitidos por lo menos una vez al año, al Laboratorio Nacional de Hidráulica, para ser calibrados.

Al operar con cable y escandallo con contacto de fondo, se escuchará una señal continua al tocar éste el fondo.

Debe tenerse presente que:

- a) Para tirantes de agua menos de 0.20 m. el aforo se hará por su superficie, cuyo valor será corregido por el coeficiente de velocidad, para obtener la velocidad media.
- b) Para tirantes de agua entre 0.20 á 1.00 m. el aforo se hará por el método de los 0.6 de h.
- c) Para tirantes de agua mayores de 1.00 m. el aforo se hará por el método de los 0.2 y 0.8 de h, medidos desde la superficie. La velocidad media, de cada vertical será igual al promedio de ambas velocidades medias.

Para los Observadores de Mira:

El valor de la medida de la altura del nivel del agua, se hace a través de una Mira o Escala graduada, o mediante el Limnógrafo.

El Observador de Mira, debe tener presente las siguientes disposiciones:

Obligaciones:

- a) Realizar la lectura de la mira diariamente a las siguientes horas:  
06.00 horas  
10.00 "  
14.00 "  
18.00 "
- b) Anotar cada lectura en el formulario.
- c) Tomar la temperatura del agua a las mismas horas en que se realizan las lecturas de mira, y anotarla.
- d) Ayudar al hidromensor en su labor.
- e) Ayudar al tomador de sedimentos en su labor.
- f) Mantener limpia la poza del limnógrafo al igual que las tuberías.
- g) Entregar mensualmente las planillas de observaciones al hidromensor.
- h) Cumplir con la custodia y conservación de la estación.

Forma de hacer las lecturas:

- 1) El operador se ubicará frente a la mira para hacer la lectura de tal manera que pueda apreciar claramente el nivel del agua sobre los números y divisiones de la escala.
- 2) Cuando el agua esté en un movimiento tal que no dé lugar a una lectura definida, se observará la amplitud del movimiento y se anotará el valor medio.
- 3) Cuando la mira esté instalada en una poza, la comunicación entre la poza y el río debe estar libre.

Forma de anotar:

- 1) Todas las anotaciones se harán en el momento de la observación y en el casillero de la libreta correspondiente.

- 2) Cuando por alguna razón justificada, la observación de la mira se realiza a otra hora que no sea la programada, debe anotarse dejando constancia de este hecho. Puede permitirse una tolerancia de 30 minutos con relación a la hora programada.
- 3) Las lecturas del nivel de la corriente, se anotarán en centímetros. Ejm. 160 cm., 240 cm., etc.
- 4) Cuando en el cauce haya agua estancada, se anotará siempre el nivel a que llega el agua, anotando en el casillero de observaciones "No hay corriente". Cuando el cauce esté seco, en el casillero correspondiente a las lecturas se anotará un guión (-), y en el de observaciones se indicará " el lecho está seco ".
- 5) Si entre dos observaciones consecutivas se ha producido un ascenso o descenso significativo del nivel de agua y es posible determinarlo, se anotará su valor y la hora a proximada, en el casillero de observaciones.
- 6) Si se produce una inversión en el sentido de la corriente de agua, debe anotarse en el casillero de observaciones.

#### Mantenimiento de las Miras:

- 1) El observador debe limpiar las miras, cuando las ramas y otros obstáculos dejados por el agua, obstruyan la visibilidad y no permitan realizar debidamente las lecturas.
- 2) Cuando por deterioro, las divisiones de la graduación de la mira no sean visibles, el observador dará parte al Hidromensurador y anotará este hecho en el parte mensual en el casillero de observaciones.

#### Limnógrafo:

##### Cambio de banda y mantenimiento del limnógrafo

La banda del limnógrafo se cambiará de acuerdo a la duración del registro del mecanismo de relojería.

Antes de colocar la nueva banda se debe anotar en el anverso lo siguiente:

- 1) En la parte inferior, se escribirán las fechas que va a comprender cada sección del registro de la banda.
- 2) En el costado izquierdo, según la escala de la polea, la amplitud del tirante del agua que se va a medir.  
En escala 1 : 5 tendrá una amplitud de 1.25 m.  
1 :10 " " " " 2.50 m.  
1 :20 " " " " 5.00 m.
- 3) Antes de poner en funcionamiento la nueva banda, se leerá el nivel del agua en la mira y se tomará la hora; estos datos serán la referencia para ubicar el punto de inicio del graficado, en el que se trazará un pequeño círculo, poniendo sus valores en la parte superior.
- 4) Al retirar la banda, debe anotarse en el espacio correspondiente, la fecha de retiro.
- 5) Las hojas o bandas con los registros, deben enrollarse cuidadosamente, no deben doblarse para su remisión.
- 6) Al colocar la nueva banda se dará cuerda al mecanismo de relojería y se regulará con la hora correcta, revisando que haya suficiente tinta en el depósito de la plumilla.
- 7) Cada tres días se controlará la hora y nivel haciendo la marca respectiva en la banda.

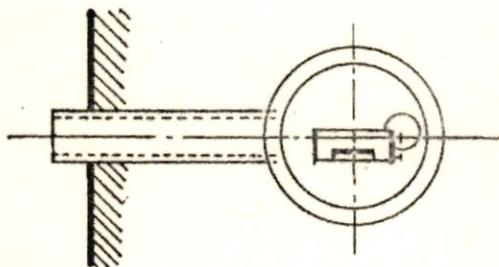
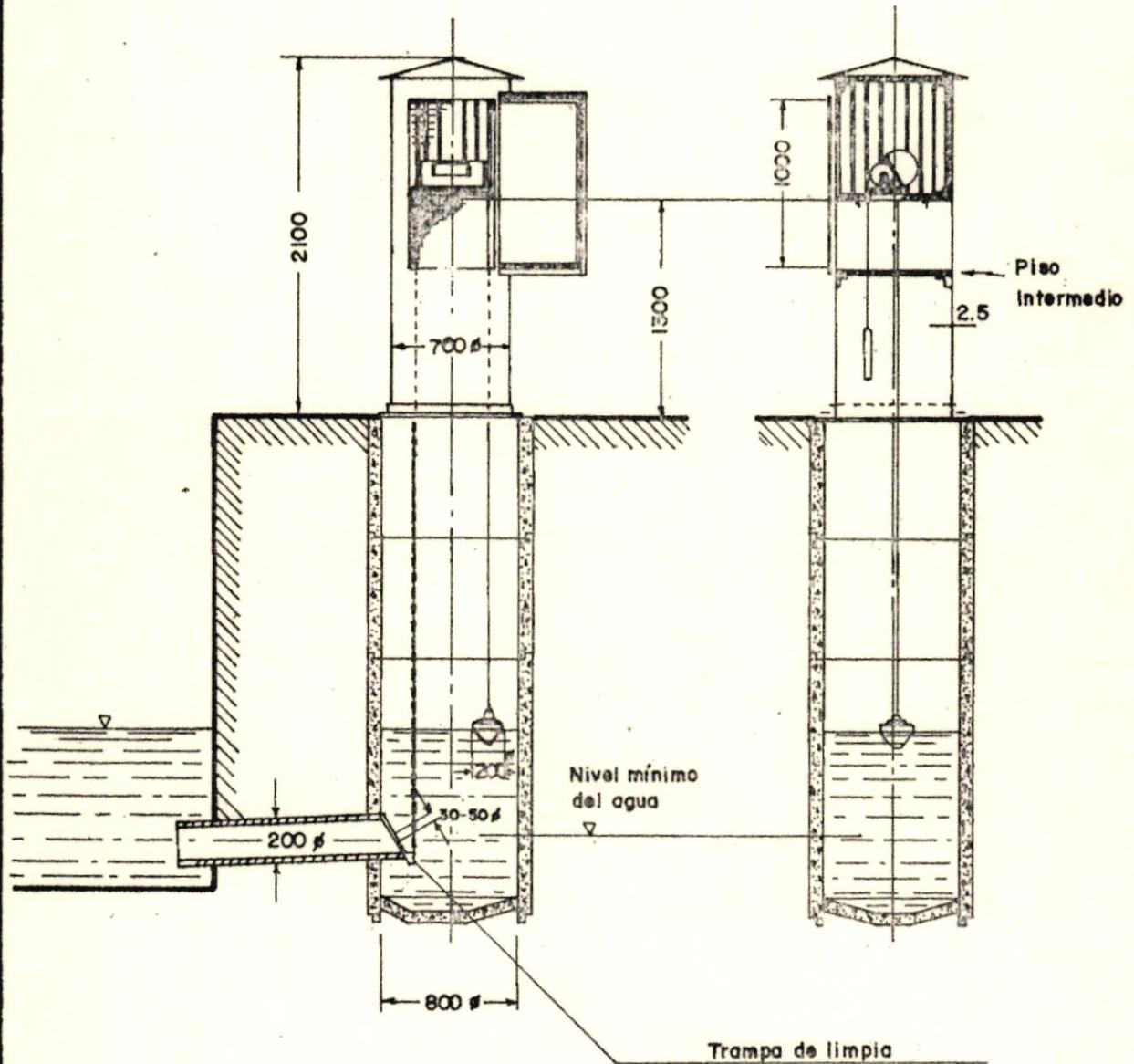
En el reverso se anotará lo siguiente:

- a) Nombre del río
- b) Nombre de la estación
- c) Fecha de puesta y retiro de la banda
- d) Nombre del Observador
- e) Escala de la polea.

Concordancia entre la Mira y el Limnógrafo:

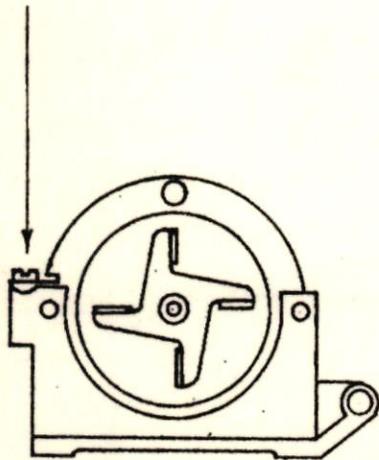
- a) Tanto las lecturas de Mira como el registro de niveles del



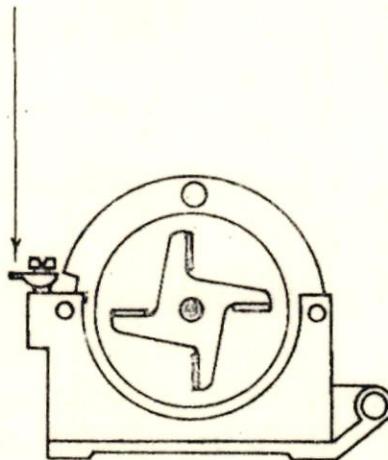


La parte superior de la caseta protectora debe ser de madera, para aislarla del calor de la insolation

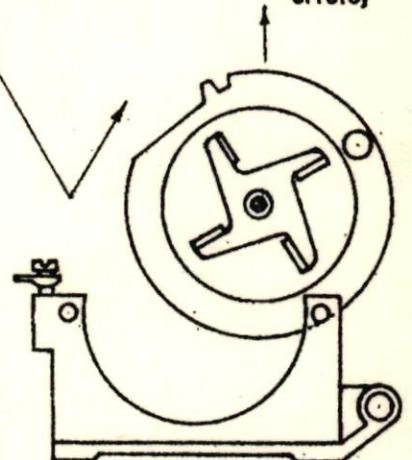
1.- Destornillase



2.- Dé vuelta al seguro



3.- Levante el reloj



4.- Retire el reloj

Fig. 1

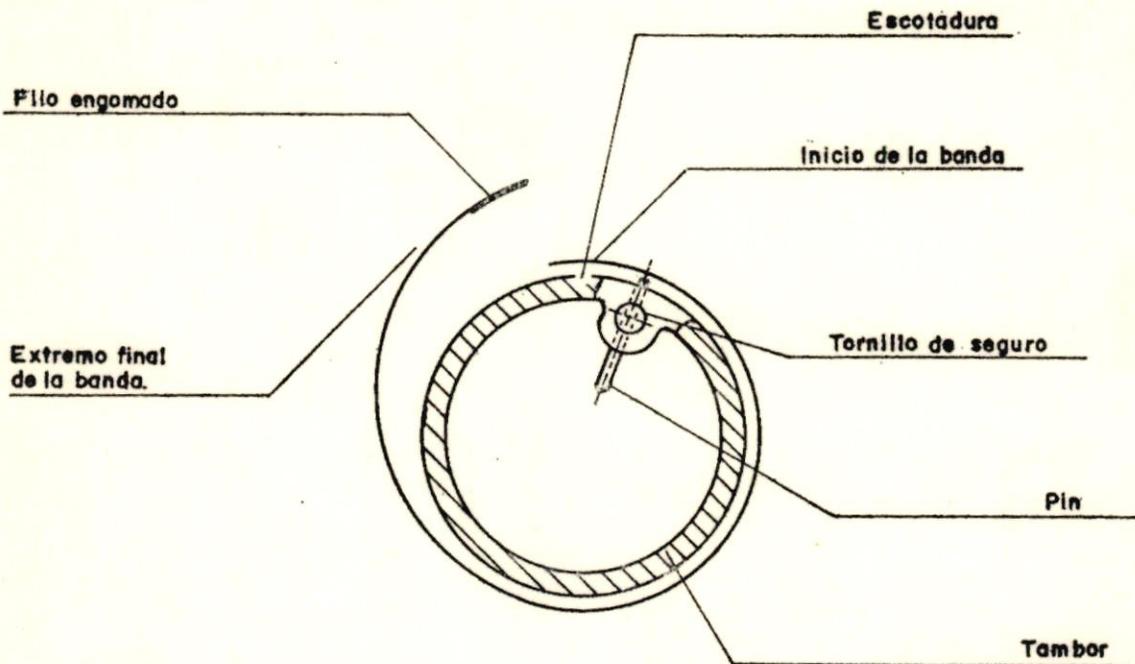


Fig. 2

limnógrafo, se estimarán con una aproximación de un centímetro.

- b) En caso de haber diferencia entre las lecturas de Mira y el Limnógrafo, generalmente se deben a obstrucciones de la tubería comunicante entre el pozo y la corriente, o también a sedimentos acumulados en el pozo, sobre los que descansa el flotador.
- c) La caseta del limnógrafo estará asegurada mediante un candado, debiendo tener la responsabilidad de la llave el operador de la estación.

#### Análisis de la Información hidrológica:

Para realizar el análisis de la información proveniente de las estaciones es conveniente desarrollar el trabajo siguiente:

- I .-. Chequeo de los Aforos:
  - a) De las velocidades de las Tablas
  - b) De los Cálculos.
- II .- En base a los aforos, hacer la Curva de Descarga (Altura - Gasto) con el fin de controlar esa relación, si los puntos que conforman la curva se encuentran dispersos, es por algún defecto en las operaciones del aforo.
- III.- Comparar las alturas de mira, con las alturas del diagrama del limnógrafo, los cuales tienen que coincidir en caso de que el limnógrafo esté funcionando bien.

