



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS



Dirección de Hidrología Operativa

SENAMHI / DGH- N° 001-2008

GUÍA DE HIDROMETRÍA DE AGUAS SUPERFICIALES

- Medición del Nivel de agua-

Ing. GLADYS IRIS CHAMORRO DE RODRÍGUEZ
Directora de Hidrología Operativa

gchamorro@senamhi.gob.pe
dgh@senamhi.gob.pe

LIMA-PERÚ

2008

HIDROMETRÍA DE AGUAS SUPERFICIALES

- Medición del Nivel de agua-

SENAMHI / DGH N° 01 - 2008

DIRECTOR: GENERAL DE HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS
MSc. Ing. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GÁLVEZ

DIRECTORA DE HIDROLOGÍA OPERATIVA
Ing. GLADYS IRIS CHAMORRO DE RODRÍGUEZ

Jr. CAHUIDE 785
JESÚS MARÍA
Telef. (511) 6141409

PRESENTACIÓN

El agua es un recurso natural y es fuente de vida, su distribución irregular tanto en el tiempo como en el espacio, están sometido a una combinación de factores naturales (variabilidad climática) y el crecimiento poblacional, los que ejercen presión sobre los recursos hídricos: contaminando, ocupando áreas marginales, deforestando, entre otras actividades antropogénicas, cambiando de esta manera la funcionalidad de la cuenca hidrográfica. De continuar con estos patrones de comportamiento estaríamos encaminados en los próximos años a una escasez del agua.

El 2º Informe de las Naciones Unidas, sobre El Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, manifiesta que el **agua es una responsabilidad compartida** e incide en su uso sostenible como consecuencia de los impactos del cambio climático que se vienen observando y afectando el comportamiento del ciclo hidrológico. Por ello empera la necesidad de una Gestión Integral de los Recurso Hídricos que es la base del desarrollo sostenible de los recursos hídricos.

En nuestro país, el agua o nuestros recursos hídricos, están distribuidos de forma irregular en el espacio y el tiempo, y con las presiones en su uso, se está incrementando la demanda y por lo tanto los conflictos entre usuarios y usos continuarán. Ante esta situación debemos ser capaces de comprender y cuantificar la disponibilidad del agua, información que permitirá a los responsables políticos tomar decisiones sobre la base de información de las variables del ciclo hidrológico para la gestión de los recursos hídricos en cantidad y calidad.

Las mediciones de las variables del ciclo hidrológico (precipitación, caudal, temperatura, etc) fiables y oportunos, es una tarea que le corresponde al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- SENAMHI en cumplimiento de sus funciones otorgadas en su Ley Orgánica 24031, es así que la Dirección de Hidrología Operativa, de la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos, Órgano de Línea, ha elaborado la presente Separata sobre **Hidrometría de aguas Superficiales – SENAMHI/DGH- Nº 001-2008**, en la que se describe en forma sencilla mediante preguntas y respuestas conceptos básicos teóricos de hidrometría, nivel de agua y caudal, estaciones hidrométricas, procedimientos de instalación y de medición y las funciones que deben cumplir el Observador hidrológico, por todo ello basado en el Glosario Hidrológico Internacional de la UNESCO/OMM (1994), Reglamento Técnico sobre Hidrología OMM-Nº49- Volumen III: Hidrología, Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM – 168 y experiencia del personal profesional.

WILAR DAVID GAMARRA MOLINA

Representante del Perú ante la Organización Meteorológica Mundial

MARCO TEÓRICO SOBRE HIDROMETRÍA

¿QUÉ ES LA HIDROMETRÍA?

La palabra *hidrometría* proviene del griego *Hidro* que significa 'agua' y *-metría* que significa 'medición'. Por lo tanto la hidrometría es la ciencia que trata de la medición y análisis del agua incluyendo métodos, técnicas e instrumentos utilizados en Hidrología.

¿QUÉ ES EL NIVEL DE AGUA?

El nivel de agua es la altura de la superficie de un río, lago u otra masa de agua con relación a una determinada referencia, en el caso de un río será de su lecho. En general, debe ser medida con una exactitud de un centímetro, mientras que en las estaciones de aforo que efectúan registros continuos la exactitud debe ser de tres milímetros.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE MEDIR EL NIVEL DEL AGUA?

Las mediciones de los niveles de agua de los ríos, lagos o algún cuerpo de agua, se usan directamente para la predicción de crecidas (máximas alturas de agua), definir o delinear zonas con riesgo de inundación y para proyectar estructuras (puentes u otras obras hidráulicas).

¿CUÁLES SON LOS INSTRUMENTOS O EQUIPOS QUE MIDEN EL NIVEL DEL AGUA?

En las estaciones hidrométricas del SENAMHI, se cuenta con el *limnómetro* y *limnógrafo*.

¿ QUÉ ES EL LIMNÍMETRO?

El limnómetro es una regla graduada que permite medir las fluctuaciones del nivel del agua. Tal como se muestra en la foto, limnómetro ubicado en la estación hidrométrica Puerto Inca.



Figura 1. Estación limnimétrica - Puerto Inca ubicada en el río Pachitea

¿ CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE SE DEBE CUMPLIR EN EL DISEÑO DEL LIMNÍMETRO?

Según el Reglamento Técnico OMM-N° 49, indica las características funcionales que debe reunir los limnómetros y tipos de limnómetros.

- a) Deben ser precisos y estar claramente graduados.
- b) Deben ser resistentes a la corrosión y de fácil mantenimiento.
- c) Deben ser fáciles de instalar y utilizar.

- d) Las graduaciones deberán ser claras y permanentes. Los números deberán ser claramente legibles y estar situadas de tal manera que no haya ninguna posibilidad de ambigüedad.
- e) Para dar conformidad a su construcción, se deberá constatar que las marcaciones de las subdivisiones tendrá una precisión de $\pm 0,5$ mm y el error acumulado de longitud no será superior al mayor de dos valores siguientes: 0,1 por ciento ó 0,5 milímetros.
- f) Las miras limnimétricas que se tiene instalada en el SENAMHI tienen las siguientes dimensiones, un espesor de 7 milímetros, 10 centímetros de ancho y 1 metro de largo como longitud adecuada (7mmx10cmx1m). Estas medidas son estándares en la red del SENAMHI y las más recomendables.

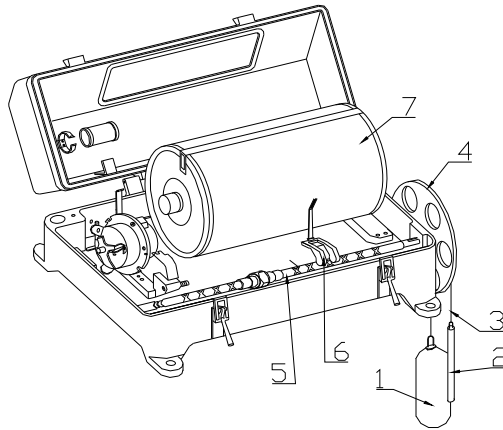
¿QUÉ ES EL LIMNÍGRAFO MECÁNICO?

El limnógrafo es un aparato inscriptor provisto de un mecanismo de relojería y de dispositivos que permiten registrar las alturas de agua de forma continua. A continuación se describe en forma sencilla al limnógrafo:

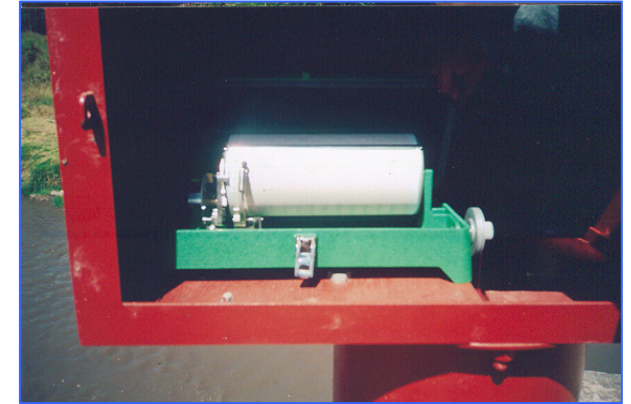
Está conformado por: **Un flotador** (1) y **contrapeso** (2) los cuales con un **cable** (3) son conectados al **dispositivo de reducción** (4), el que acciona el **husillo** con ranuras helicoidales (5), sobre el cual juega el dispositivo **portaplumilla** con plumilla (6) y **un tambor** (7), que está colocado sea horizontalmente o verticalmente.

A fin de que la banda registradora o limnograma no resulte demasiado ancha, se ha instalado un mecanismo de retroceso de la plumilla. Un husillo sin fin que conduce el portaplumilla, está provisto de dos ranuras helicoidales en sentido opuesto, que se enlazan sin interrupción en los extremos, de manera que en ellos cambia el sentido de la palanca portaplumillas. De esta forma, los registros de niveles de agua extraordinariamente altos o más bajos que hubiesen salido de los límites de la escala de nivel de la banda, aparecen rebatidas hacia dentro, quedando por lo tanto descartada la pérdida de los niveles máximos de las crecidas. Según la reducción de alturas usadas, cada rayita en la banda corresponde sea a 1 cm (1:10 ó 1:20) a 2 cm, respectivamente, dependiendo del diámetro de la polea.

El tambor, dependiendo del sistema de relojería, puede completar una revolución en 32 días, en 1 semana o 1 día y según esta disposición deberá efectuarse el cambio de la banda.



Partes del limnógrafo



Limnógrafo de la estación H-Huatanay-Cuzco

Figura 2. Limnógrafo y sus partes.

¿ CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL LIMNÓGRAFO?

El volumen N° 49 de la OMM, indica que los limnógrafos mecánicos deben reunir las siguientes características funcionales:

- a) Deberá funcionar satisfactoriamente en las condiciones ambientales predominantes de temperatura y humedad relativa, correspondiente a las condiciones locales.
- b) Todas las partes del limnógrafo estarán fabricadas en material resistente a la corrosión en condiciones de utilización a la intemperie.
- c) El limnógrafo estará colocado dentro de una caseta resistente a la humedad, al polvo y a la intemperie. La caja tendrá una ventana que permita el control visual del limnógrafo sin necesidad de abrirla.
- d) La tapa tendrá una ventana que permita el control visual del limnógrafo sin necesidad de abrirla.
- e) El error límite de las mediciones del tiempo no debe pasar ± 30 segundos por día (s/d) en promedio, durante un periodo de 30 días por lo menos.
- f) Habrá un sistema de ajuste del movimiento para permitir la regulación con las condiciones de precisión.

- g) El papel utilizado deberá mantenerse estable dentro de unos límites relativamente estrechos en toda la gama de condiciones previstas de temperatura y humedad.
- h) Si se utiliza una pluma con tinta ésta deberá producir un trazo fácilmente legible sin corrimiento. Si se utiliza un lápiz tendrá la dureza adecuada para producir un trazo legible.
- i) El reloj del limnógrafo debe ser intercambiable, con un sistema fácil para ser desmontado y transportado.
- j) Errores de funcionamiento: generalmente, es causada por una variación de la profundidad de flotación del flotador cuando el nivel cambia con rapidez y con él cambia el peso del cable del flotador; también la falla puede darse por expansión y contracción del papel, y cuando se utiliza cable de flotador que no reúne las características de diseño.

¿CUÁLES SON LAS SUGERENCIAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL LIMNÍGRAFO?

Según el instructivo para la instalación y el manejo del limnógrafo registrador OTT, recomienda lo siguiente:

- a) Limpiar el aparato de vez en cuando, debiendo ponerse un cuidado especial en los filetes del husillo en cruz y las ruedas de transmisión, que se limpiarán con un pincel.
- b) No aceitar ninguna pieza del aparato.
- c) el mecanismo de reloj está lubricado con un aceite especial para funcionamiento a temperaturas hasta de - 30 °C. Ello deberá tenerse en cuenta al hacer las revisiones necesarias.
- d) La pluma registradora se ajusta por comparación con el limnómetro. En el caso de que éste se encuentre dentro del pozo de aguas tranquila con el del río, se observarán diferencias importantes es porque las tuberías de toma se encuentran obstruidas.
- e) El registrador se inspecciona normalmente cada vez que se cambia la banda, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento. En cada sección de la banda deberán anotarse los valores interiores y exteriores de aforo y la hora a la que se cambió la banda.

¿ QUÉ ES EL LIMNIGRAMA?

El Glosario Hidrológico Internacional de la OMM/UNESCO (1994), define al limnigrama como:

- a) Registro continuo del nivel de agua por medio de un limnógrafo,
- b) Representación gráfica o no, de la variación del agua en función del tiempo.

Este gráfico se da en coordenadas cartesianas siendo normalmente las abcisas (eje horizontal) los tiempos (en horas y días) y las ordenadas (eje vertical) las alturas leídas o legibles (normalmente, la mínima división apreciable en un centímetro). Hay limnigramas para una semana o treinta días, todos esos periodos han de reflejarse en la duración de la cuerda de los relojes. Al colocar el limnigrama el observador escribirá la fecha de puesta y hora (06:00 a.m) así también al finalizar escribirá la fecha de retiro y hora (18:00 p.m)., Firma del Observador hidrológico y ayudante.

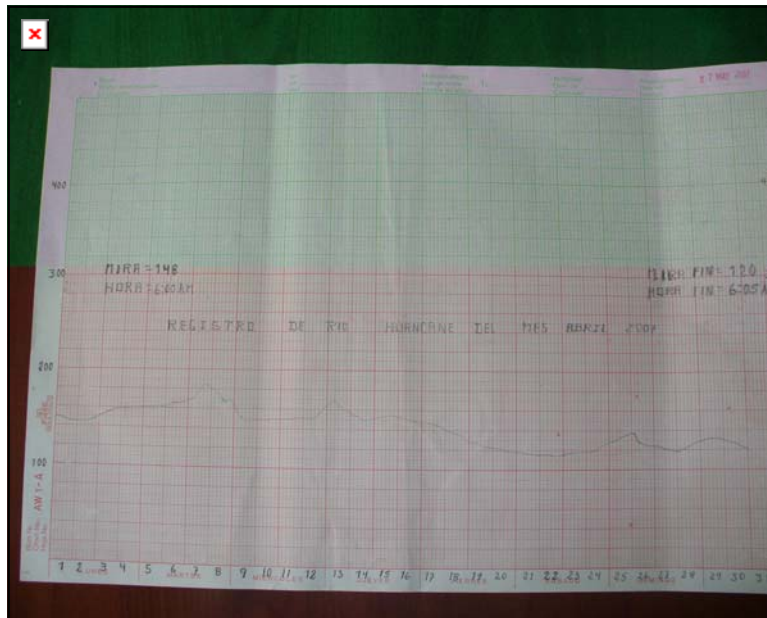


Figura 3. Limnigrama de la estación H-Huancané-río Huancané – Puno

¿ QUÉ ES UNA ESTACIÓN HIDROLÓGICA?

Es el lugar donde se efectúan observaciones hidrológicas o climatológicas para fines hidrológicos.

¿CÓMO SE CLASIFICA LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE OBSERVACIÓN?

El Reglamento N° 49 de la OMM, clasifica a las estaciones en:

- a) Estaciones hidrométricas

- b) Estaciones climatológicas para fines hidrológicos
- c) Estaciones de agua subterránea
- d) Estaciones hidrológicas para propósitos específicos

¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA?

El Glosario Hidrológico Internacional (1994), define a la estación hidrométrica como el lugar de observación en la cual se obtienen datos sobre el agua de ríos, lagos o embalses. En una estación hidrométrica se deberá observar **uno o más** de los elementos que se citan a continuación se detalla:

- a) El nivel de agua de los ríos, lagos y embalses;
- b) El caudal o flujo de las corrientes;
- c) Transporte o depósito de sedimentos o ambos;
- d) La temperatura y otras propiedades físicas del agua de un río, lago y embalses;
- e) Las características y extensión de la capa de hielo de los ríos, lago o embalse;
- f) Las propiedades químicas del agua de los ríos, lagos y embalses.

A continuación se hará referencia a las estaciones hidrométricas de mediciones del nivel que conforman la red hidrométrica del SENAMHI.

¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN LIMNIMÉTRICA?

La estación limnimétrica es el lugar donde se obtienen datos del nivel de agua durante un programa observacional sistemático. El instrumento de medición directa es el **limnímetro**, su instalación de esta estación representa un bajo costo, sin embargo los datos no son continuos y precisos. Los datos de nivel se utilizan como base para computar registros de caudal o cambios en el almacenamiento de agua.

Los limnímetros para el caso de los ríos amazónicos, son importantes para fines de navegación, pesca, alerta a inundaciones. En lugares instalados los



Figura 4. Estación Tamshiyacu – Río Amazonas

limnímetros es indispensable que se realice campañas de aforos para el cálculo de caudales o disponibilidad de agua..

¿QUÉ ES AFORO DE CAUDALES?

Es el conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel de observación.

¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN DE AFOROS?

Es el lugar en un curso de agua en el que se hacen con regularidad mediciones del nivel y caudal. Se debe conseguir que todas las estaciones hidrométricas sean de aforos.

En el SENAMHI, las estaciones completas o de aforos cuenta con un limnógrafo, reglas, correntómetro, tal como se muestra la Figura 5. Es importante también en las estaciones obtener el muestreo de agua para evaluar la cantidad y calidad de las aguas superficiales, en cumplimiento con uno de los Objetivos del SENAMHI.

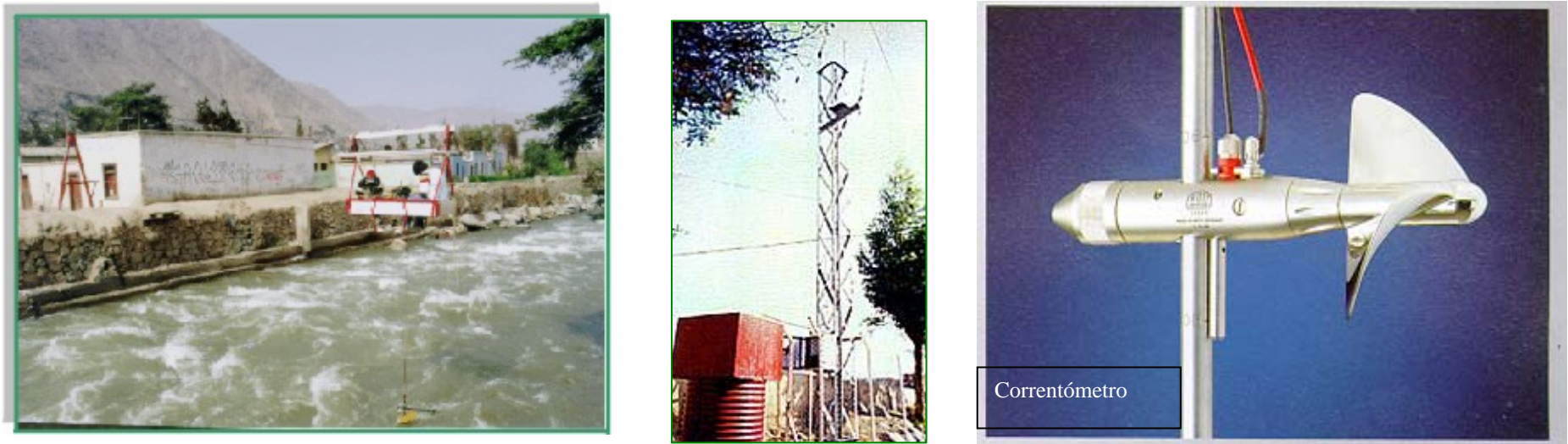


Figura 5. Estación de aforos: caso la estación H-Chosica R-2.

QUÉ ES UNA ESTACIÓN HIDROLÓGICA AUTOMÁTICA?

Una estación automática es aquella que consta de sensores que registran automáticamente variables hidrometeorológicas (precipitación, niveles, entre otras) y que son transmitida vía satélite a una estación codificadora específica. El SENAMHI, ha modernizado su red desde el año 2000 y existen 17 estaciones hidrológicas automáticas cuyos sensores son acústicos, 11 estaciones están ubicadas en la vertiente de Océano Pacífico (costa), 4 en la vertiente del Atlántico (Amazonía) y 2 en la vertiente del Lago Titicaca.

Cuenta con una fuente de alimentación (panel solar y batería), sistema de almacenamiento de datos (tiempo real), y una antena tipo Yagui para la transmisión vía satélite. Todo estos instrumentos y otros accesorios para la comunicación, se encuentra instalado en un mástil de 9,0 m de fierro galvanizado. La transmisión es vía satélite a la Sede del SENAMHI. Tiene instalado sensores de: nivel, humedad, temperatura, velocidad de viento, precipitación y sensor de presión. En todo el territorio se tiene instalado 17 estaciones automáticas: 10 en la vertiente del Océano Pacífico, 5 en la vertiente del Atlántico y 2 en la vertiente del Lago Titicaca. Tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Red de estaciones hidrológicas automáticas

ESTACIONES AUTOMATICAS CON INFORMACION DE MIRAS					
VERTIENTE	ESTACIÓN	RIO	DPTO.	PROV.	DISTRITO
OCÉANO PACÍFICO	EL TIGRE	TUMBES	TUMBES	TUMBES	S. JACINTO
	EL CIRUELO	CHIRA	PIURA	AYABACA	SUYO
	CIRATO	HUANCABAMBA	CAJAMARCA	SANTA CRUZ	CATACHE
	PTE. ÑACARA	PIURA	PIURA	MORROPON	CHULUCANAS
	PTE. CHILETE	CHILETE	CAJAMARCA	CONTUMAZA	CHILETE
	CHOSICA	RIMAC	LIMA	LIMA	LURIGANCHO
	PTE MAGDALENA	CHILLON	LIMA	CANTA	STA.R.DE QUIVES
	SAYAN	CHICO	LIMA	HUAURA	SAYAN
	LETRAYOC	PISCO	ICA	PISCO	HUANCANO
	OCOÑA	OCOÑA	AREQUIPA	CAMANA	OCOÑA
LAGO TITICACA	PTE CARRETERA	Ramis	PUNO	HUANCANE	HUANCANE
	ENAFER	LAGO TITICACA	PUNO	PUNO	PUNO
ATLÁNTICO	ENAPU PERU	NANAY	LORETO	MAYNAS	IQUITOS
	PTE. TOCACHE	TOCACHE	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE
	TINGO MARIA	HUALLAGA	HUANUCO	L. PRADO	RUPA-RUPA
	LAS BALSAS	CHAMAYA	CAJAMARCA	JAEN	COLASAY
	PISAC	VILCANOTA	CUZCO	CALCA	PISAC

¿ CÓMO SE IDENTIFICA UNA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA?

Las estaciones hidrométricas de observación, una vez construida deberán identificarse, por lo que es necesario empadronar conteniendo la información siguiente:

- a) Nombre de la cuenca.
- b) Nombre del río.
- c) Nombre de la estación.
- d) Coordenadas geográficas.
- e) Nivel de referencia o altitud de la estación.
- f) Fecha de instalación
- g) Tipo de estación : aforo, limnigráfica, limnimétrica.
- h) Elementos que se observa.
- i) Instrumentos y/o equipos de observación.
- j) Programa de observación (horario).
- k) Información sobre el control y regulación aguas arriba.
- l) Antecedentes de la estación: fecha de inicio, reubicación, recategorización.
- m) Nombre del observador, datos completos.
- n) Accesos y croquis de la estación: distancias en kilómetros, medio de transportes y otros datos importantes.

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA

¿ QUÉ CRITERIOS SE DEBE TENER PARA SELECCIONAR UN EMPLAZAMIENTO O SITIO PARA SU INSTALACIÓN?

La selección de un sitio ideal para una estación de aforo, debe basarse en los siguientes criterios:

- a) El tramo a escoger deberá tener en lo posible en un tramo recto unos 100 metros aguas arriba y debajo de la estación de aforo.
- b) La corriente total debe estar confinada en un solo cauce para todos los niveles y pueden existir corrientes subterráneas.
- c) El lecho del río no debe estar sujeto a socavaciones ni a rellenos y debe estar libre de plantas acuáticas.

- d) Las orillas deben ser permanentes, lo suficientemente altas para contener las crecidas y deben estar libres de arbustos.
- e) Deben haber controles naturales inalterables: afloramiento de rocas en el fondo o un cañón estable durante el estiaje, y un cauce encajonado para las crecientes caídas o cascadas, insubmersible en todos los niveles de manera de tener una relación estable entre el nivel y el caudal. Si no hay condiciones naturales satisfactorias para un control de aguas bajas, se debe prever la instalación de un control artificial.
- f) Se debe disponer de un sitio conveniente para alojar el limnógrafo, inmediatamente aguas arriba del control, y protegerlo contra posibles daños por los escombros llevados por las aguas durante las crecidas del río. El limnógrafo debe estar por encima de toda crecida probable que pueda ocurrir durante el período de vida de la estación; g) el sitio de aforo debe estar lo suficientemente aguas arriba de la confluencia con otro río o de los efectos de la marea, para evitar toda influencia variable que puedan ejercer sobre el nivel en el sitio de la estación.
- g) Se debe disponer de una longitud de tramo suficiente para medir el caudal a todos los niveles dentro de una razonable proximidad de la estación de aforo. No es necesario que las mediciones para aguas altas y bajas se efectúen en la misma sección transversal del río.
- h) El sitio debe ser fácilmente accesible para facilitar la instalación y el funcionamiento de la estación de aforo.
- i) El sitio debe disponer de instalaciones de telemetría o transmisión por satélite, si se requieren.
- j) La formación de hielo en el área no debe interrumpir el registro de los niveles y las mediciones del caudal.
- k) Muy pocas veces se encontrará un sitio que satisfaga todos esos criterios; por lo tanto, se deberá seleccionar el sitio que más convenga y sobre todo que sea accesible para las mediciones y contar con un Observador hidrológico.

¿CUÁLES SON LAS CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL LIMNÍMETRO?

- a) Las escalas se instalarán con relación a una cota arbitraria o cota absoluta como el nivel medio del mar (nivel cartográfico nacional). Para ubicar la cota arbitraria puede usarse una roca grande que no pueda ser movida, en la cual se fije un anclaje o perno destinado a asegurar la permanencia de la medición. En el caso de no disponerse de una roca se debe construir una estructura de concreto localizado (Figura 6).
- b) Cada regla se colocará con los respectivos pernos a la base de madera contenida en un soporte de fierro en U.

- c) Cada regla deberá estar debidamente nivelada. El maderamen puede tener hasta dos metros, en la cual se colocarán dos reglas.

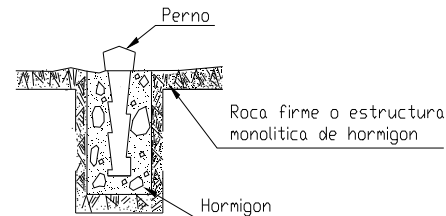


Figura 6. Construcción de cota arbitraria

- d) Al instalarse, se situará preferiblemente cerca de la orilla para permitir la lectura directa del nivel.
- e) En el caso de los ríos amazónicos se instalarán más de dos reglas con la finalidad de que cubra toda la gama de niveles del río. Estas reglas se instalarán en forma escalonada cubriendo el nivel máximo hasta el mínimo, los soportes o bases se construirán de concreto.
- f) Las lecturas del nivel del agua jamás serán negativas, por lo que es necesario situar el cero de la escala de tal modo que quede por debajo de los niveles mínimos alcanzados por el agua. El cero debe estar localizado al nivel de la parte más profunda de la sección. En cauces inestables el cero debe quedar a un nivel inferior al de la parte más profunda de la sección, con el fin de que, aunque ocurran socavamientos no llegue a darse el caso de lecturas negativas.
- g) La escala será colocada de modo que no altere el flujo hidráulico. La colocación de la plancha debe ser paralela a la corriente. Se pueden aceptar desviaciones hasta 45° orientadas aguas abajo ó 10° orientadas aguas arriba.
- h) La escala debe poder leerse fácilmente. Debe proveerse de facilidades de acceso para que la lectura del limnómetro se haga con comodidad y seguridad (escaleras, pasarelas, etc).
- i) La escala se ubicará cerca de la salida del flujo del agua, pero aguas arriba de la zona donde un incremento en la velocidad causaría un descenso del nivel del agua.

¿CUÁLES SON LAS FORMAS DE INSTALAR EL LIMNÍMETRO?

- Vertical: Este tipo de escala es instalado en nuestros ríos de costa y sierra.
- Escalas por secciones: Son instaladas en nuestros ríos amazónicos, por los diferentes niveles de agua y que no puede ser medido con una sola escala vertical. Figura 7.
- Escalas inclinadas: Generalmente se utilizan en canales, se fabrican para taludes específicos y de tal forma que su lectura se obtiene directamente de la regla vertical.

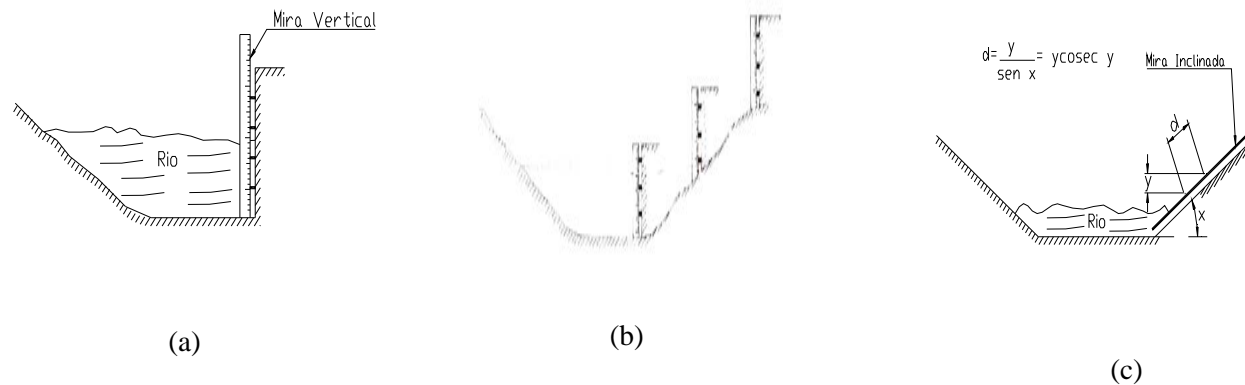


Figura 7. Formas de instalar el limnómetro a) y b) vertical y c) inclinada

¿CÓMO SE DEBE REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL LIMNÍMETRO?

- Revisar los empalmes del limnómetro. En caso de arenamiento o sedimentos después de una crecida proceder a mantener el cero de la instalación.
- Cada metro de limnómetro debe tener la ficha indicando el número de regla, de estar deteriorado reemplazarlo o en caso de que esté indicado con pintura, realizar el repintado.

¿CUÁLES SON LAS CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE LIMNÍGRAFOS?

- a) El limnógrafo, sin escala inmediata para fijación de las referencias, es normalmente inútil, por lo que siempre se contará con la instalación de las reglas o limnímetros.
- b) El limnógrafo estará instalado dentro de una caseta estándar el cual se fijará sobre una plancha de madera de 1" de espesor.
- c) La caseta se unirá al tubo estándar mediante pernos sobre un tubo que será la conexión entre el limnógrafo y el agua del río.
- d) La caseta deberá quedar más elevada que el nivel máximo del río, el cual se establecerá durante el reconocimiento de campo.
- e) El flotador no deberá estar inmerso directamente en aguas corrientes o agitadas, sino dentro de un tubo o de un pozo en el que se reflejen las variaciones del nivel de las aguas sin movimientos ondulatorios.
- f) Existen dos posibilidades básicas para su instalación: toma directa. Cuando el tubo del limnógrafo es colocado en el mismo río. En ríos que acarrean troncos y otras materias flotantes el tubo debe colocarse en una ensenada protegida (roca, etc.); (a). Ejemplo: Estaciones hidrométricas: Tingo María, Pte. Magdalena, Obrajillo, etc.

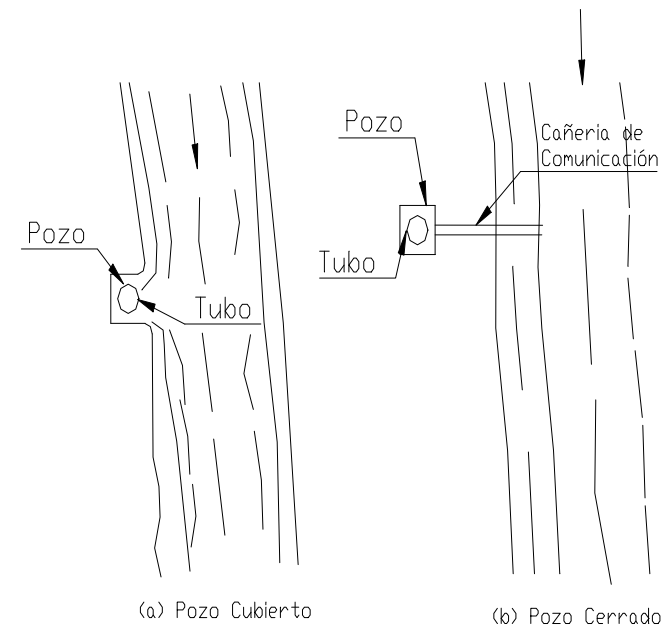


Figura 8. Forma de instalar la estructura del limnógrafo

toma indirecta: En este caso la estructura con el limnógrafo está fuera del cauce natural del río y el ingreso del agua es por medio de uno más tubos horizontales. En el caso de emplearse un solo tubo de comunicación, este debe estar por debajo del nivel correspondiente al gasto nulo, de tal modo que puedan registrarse los mínimos tirantes. (b)

- g) El tubo limnográfico estándar (16" de diámetro), se recomienda que esté conformado por módulos de 1 m ó 2 m cada uno, debe tener en su parte inferior un cono de reducción, con su correspondiente mecanismo de limpieza.
- h) El tubo se empotrará a una columna, la que contendrá los anclajes - abrazaderas para sujetar los módulos del tubo limnográfico. Estos tubos de 1 m ó 2 m (módulos) serán unidos entre sí por las bridas mediante pernos, cuidando que el conjunto quede vertical. Entre brida y brida deberá colocarse una empaquetadura de jebe, para evitar la corrosión y salida de agua. Figura 9.

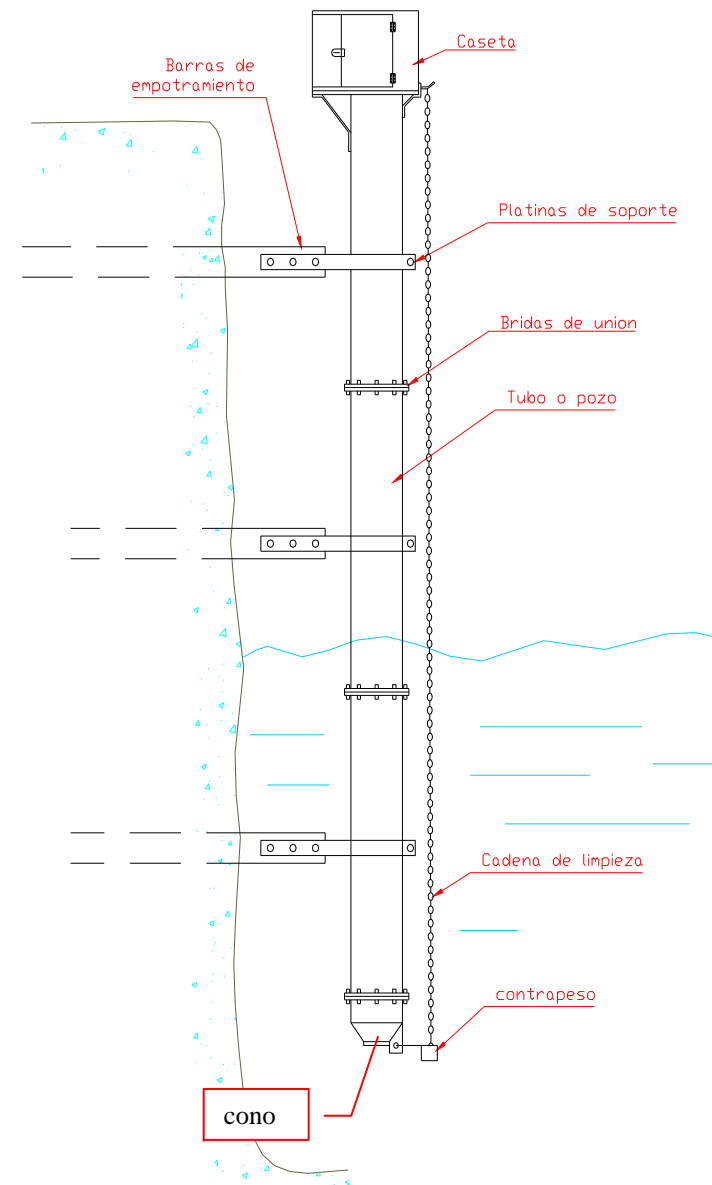


Figura 9. Instalación de la estructura del limnógrafo (OGOT,2000)

- i) Los tubos y la caseta deberán ser confeccionados en fierro galvanizado para evitar la corrosión. Los pernos de sujeción deberán ser de material anticorrosivo.

FUNCIONES DEL OBSERVADOR HIDROLÓGICO

En concordancia al Manual de Funciones del Observador Hidrológico del SENAMHI (Chamorro, 2000), aprobado por Resolución Jefatural N°0198 SENAMHI-JSS-OGOT/2000, del 12.09.2000, El observador se procederá a realizar las siguientes actividades:

- a) Antes de iniciar las mediciones, se debe iniciar con la limpieza en el área circundante y con la limpieza de la regla.
- b) Se verificará el cero del limnómetro, el mismo que debe perdurar todo el periodo de registro.
- c) Realizar las observaciones durante las 06:00 h; 10:00h; 14:00 y 18:00 hora local diariamente y de forma interrumpida.
- d) El nivel debe ser medido con una exactitud de ± 1 cm.
- e) Anotar los datos obtenidos en la Planilla de Lectura de Mira - SENAMHI 12 (Figura 10). En observaciones, se deberá incluir algún evento extraordinario sucedido (desbordes, etc.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos						
DIRECCIÓN REGIONAL						
RIO						
ESTACIÓN DE AFOROS						
MES			AÑO			
DIA	Lectura de escala				PROMEDIO	DESCARGA
	6h.	10h	14h	18h		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
Firma del Observador					Anotar: altura máxima de agua, impactos	

Figura 10. Formato 12 de registro de niveles de agua.

Observadores de estaciones limnigráficas

- a) Al iniciar las mediciones, se deberá tener cuidado que coincida el nivel que registra el limnigrama con lo que indica la regla limnimétrica, si no fuere así se procede a realizar el ajuste del registrador. También se verificará la hora y día del limnigrama.
- b) Verificar periódicamente el limnigrama y el correcto funcionamiento de la plumilla y el sistema de relojería.
- c) Operar con precaución el limnógrafo de registro continuo.
- d) Instalar correctamente el limnigrama, evitando los hundimientos del papel, para ello se tendrá en cuenta que quede apoyado en el borde inferior del tambor y su extremo superpuesto sobre su comienzo.
- e) En el reverso del limnigrama anotará lo siguiente: nombre y código de la estación, día, hora, nombre del río, Dirección Regional, escala del limnógrafo, fecha y hora de la colocación del limnigrama, lectura de mira correspondiente a la fecha y hora del retiro del limnigrama y finalmente el nombre del observador.
- f) Operar con precaución el limnógrafo.
- g) Se procederá a llenar la Planilla de Lectura de Mira-SENAMHI 12.
- h) En caso de registrarse el nivel máximo y si estuviera expuesto el limnógrafo a un riesgo inminente, debe retirarse de la caseta y continuar con las lecturas del limnímetro.
- i) Reportar a la Dirección Regional en caso que el registrador esté fallando, falta de bandas, daños en la estación, etc.
- j) Pintar la caseta y tubo limnógrafo a fin de que no se deterioren.
- k) Limpiar el área de la sección de la estación a fin de que no se interrumpa el paso del agua.

CAPACITACIÓN DEL UNCIÓNES DEL OBSERVADOR HIDROLÓGICO

La Guía de Prácticas Hidrológicas de la OMM, recomienda que la capacitación será verbal, escrita y se fijará el sistema de transmisión de los datos.

Sobre la capacitación, ésta se orientará a los siguientes aspectos:

- a) Breve descripción del instrumental, con gráficos.
- b) Cuidado rutinario y mantenimiento preventivo del equipo y medidas que deben adoptar en caso de adoptar en caso de averías importantes o de defectos de funcionamiento.
- c) Modo de hacer las observaciones.
- d) Horario de las observaciones.
- e) Procedimientos para la verificación de tiempos y registros de las observaciones sobre las bandas.
- f) Procedimiento de llenado de las planillas hidrológicas.
- g) Forma de transmitir los datos y apreciaciones de ocurrencia de eventos extraordinarios o en caso de daños que puede suceder a la estación.
- h) Forma de enviar la planilla..



Figura 11. Capacitación a Observadora de la estación H-Pte Magdalena – Río Chillón.

-
- i) Enlaces de transmisión: Se determinará el tipo de enlace de transmisión del observador de la estación con la Dirección Regional. Para ello se tendrá los siguientes factores: tipo de suministro de energía, existencia de servicio telefónico confiable; importancia de la instalación de un radio o un teléfono
- j) Una vez considerado los enlaces de transmisión, se deberá seleccionar el sistema de transmisión, se debe tener en cuenta lo siguiente:
- rapidez con que se necesitan los datos.
 - Ventajas de la transmisión por radio comparadas con la transmisión por radio comparadas con la transmisión mediante líneas terrestres durante las tormentas y crecidas, considerando que estos eventos podrían destruir los medios más convencionales de telecomunicaciones, en el momento mismo en que la información se necesita urgentemente;
- k) Las instrucciones escritas se complementarán con la explicación verbal que realizará el especialista responsable de la instalación de la estación. En las instrucciones se insistirá sobre la importancia que tiene las observaciones regulares, quizá con una breve descripción de cómo los datos que el observador proporcione se utilizan para la gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos, obras hidráulicas, para los pronósticos o estudios de regulación de crecidas, etc.
- l) Es conveniente reiterarle al observador la necesidad de que no olvide rellenar los espacios correspondientes al nombre de la estación, río, coordenadas geográficas, fecha y firma.
- m) Se insistirá también sobre la necesidad de que se comunique inmediatamente a la Dirección Regional para informar sobre problemas de la estación o eventos extraordinarios.

GLOSARIO HIDROLÓGICO

- a. **Aforo de caudales.** Es el conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel observado.
- b. **Agua superficial.** Agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno.
- c. **Aguas arriba.** Aguas en dirección hacia la cabecera o nacimiento del río.
- d. **Aguas abajo.** En la dirección de la corriente en un río o curso de agua.
- e. **Alerta hidrológica.** Información sobre un fenómeno hidrológico esperado que se considera peligroso.
- f. **Caudal.** Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo, se expresa en metros cúbicos por segundo m³/s o litros por segundos.
- g. **Caudal de Estiaje.** Caudal de agua en una corriente durante un periodo seco prolongado.
- h. **Cambio climático:** Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. El cambio climático es debido a causas naturales y, en los últimos siglos, también a la acción de la humanidad.
- i. **Ciclo hidrológico.** Es la sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, mar y aguas continentales, condensación del agua en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación.
- j. **Cuenca hidrográfica.** Se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación o por fusión de la nieve se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados.

-
- k. **Curso de agua.** Cauce natural o artificial a lo largo o a través del cual puede fluir el agua.
 - l. **Hidrología.** Es la ciencia que estudia las aguas superficiales y subterráneas de la Tierra, y su aparición, circulación y distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, sus propiedades biológicas, químicas y físicas, sus reacciones con el entorno, incluyendo su relación con los seres vivos.
 - m. **Hidrometría.** Es la ciencia que trata de la medición y análisis del agua incluyendo métodos, técnicas e instrumentos utilizados en Hidrología.
 - n. **Hidrografía.** Ciencia que trata de la descripción y medición de masas de agua con lámina libre, por ejemplo océanos, lagos, etc. En particular, cartografía de masas de agua para fines de navegación.
 - o. **lecho del río.** Parte inferior de un valle fluvial, conformada por el flujo de agua, y a lo largo de la cual se mueven la mayor parte del caudal y los sedimentos, en los periodos intercrecidas.
 - p. **Precipitación.** Son elementos líquidos o sólidos procedentes de la condensación del vapor de agua que caen de las nubes o son depositados desde el aire en el suelo.
 - q. **Red hidrográfica.** Conjunto de ríos y otros cursos de agua permanentes o temporales, incluyendo lagos y embalses en una zona determinada.
 - r. **Río.** Corriente de agua que sirve de canal natural de drenaje en una cuenca de drenaje.
 - s. **Variable hidrológica.** Variable relativa al ciclo hidrológico como por ejemplo nivel de agua, caudal o precipitación.
 - t. **Hidrometeorología.** Estudio de las fases atmosférica y terrestre en el ciclo hidrológico, en especial de sus interrelaciones.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Organización Meteorológica Mundial-OMM y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura-UNESCO (1992). *Glosario Hidrológico Internacional*. Segunda Edición. Ginebra.
- Organización Meteorológica Mundial (1994). *Guía de Prácticas Hidrológicas-OMM-168*. Quinta Edición. Ginebra.
- Organización Meteorológica Mundial (1988). *Reglamento Técnico Vol III-Hidrología*.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI.(2000). *Manual de Funciones del Observador Hidrológico*. Resolución Jefatural N°0198 SENAMHI-JSS-OGOT/2000, del 12.09.2000.