

SNMH
551.508.77



PROGRAMA DE CAPACITACION A DISTANCIA
EN OBSERVACIONES DEL

TIEMPO Y EL CLIMA



MODULO N° 1

PLUVIOMETRIA

CENTRO DE CAPACITACION

SNMH
551.508.77

INTRODUCCION

El SENAMHI conocedor de la realidad nacional, en lo que se refiere al difícil acceso a los lugares de nuestros andes y selva amazónica donde están instaladas las estaciones meteorológicas e hidrológicas que conforman la Red Nacional de estaciones Meteorológicas que no permiten la capacitación "in situ", ha diseñado el instructivo "PLUVIOMETRIA" orientado a capacitar al personal de observadores hidrometeorológicos bajo la modalidad de educación a distancia.

La educación a distancia es una estrategia metodológica para el estudio individualizado y se sustenta en la responsabilidad, dedicación e interés de los usuarios, según sus capacidades, ritmo de estudio y tiempo disponibles para realizar su aprendizaje.

En la educación a distancia el principal material de estudio utilizado es el texto autoinstructivo, complementado con acciones de apoyo y reforzamiento en cada una de las Direcciones Regionales del SENAMHI.

Los textos son organizados en módulos autoinstructivos, estructurados en forma lógica y coherente, dirigidos a facilitar el aprendizaje, considerando básicamente el: QUE APRENDER?, COMO CORREGIRLO?, y COMO SABER SI HA LOGRADO LOS OBJETIVOS PROPUESTOS?.

El instructivo es un documento de trabajo y con su aplicación se espera normar y estandarizar el proceso de la medida de la precipitación así como mejorar la calidad de las observaciones.

Coronel FAP
LUIS ACOSTA ALVAREZ
Jefe del SENAMHI

PRESENTACION

Todos los días del año y durante las 24 horas un ejército silencioso de observadores meteorológicos, repartidos a lo largo y ancho del territorio peruano y del mundo entero, realizan a la misma hora las observaciones del tiempo y el clima.

10694
El volumen de datos obtenidos es enorme; y cada día una inmensa cantidad de datos se pasa al Archivo Nacional de Información Hidrometeorológica, donde se concentran, analizan y conservan para múltiples aplicaciones.

En el Campo de la meteorología como en la mayoría de las ciencias, los fenómenos meteorológicos deben ser observados, medidos, registrados y procesados si se quiere que los pronósticos y las investigaciones permitan comprender los mecanismos de esos fenómenos y su aplicación útil en la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería que dependen directamente de las condiciones del tiempo y del clima, como es la hidroenergía, agricultura, transportes, cambios climáticos y la conservación del medio ambiente, etc orientados al desarrollo económico y social del país.

Los hechos señalados anteriormente, exigen la necesidad de contar con el personal de observadores meteorológicos bien capacitados, con tal fin se ha diseñado el programa de capacitación a distancia en observaciones del tiempo y el clima. Esta modalidad de capacitación a distancia se justifica porque los observadores se encuentran en lugares muy distantes de las Direcciones Regionales y de la sede central del SENAMHI, por ser ellos los que tienen el primer contacto con las ciencias de la atmósfera y las tareas de observar el tiempo y el clima es la base de todo análisis posterior; por ende, su información debe ser altamente confiable.

El Módulo N° 1 de Pluviometría está orientado para ser utilizado como guía para efectuar la observación y medición de la precipitación. En sus contenidos se tratan aspectos teóricos y prácticos relativos a la precipitación, y los instrumentos que se describen son los que se utilizan en la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas del SENAMHI.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del Módulo N° 1 de Pluviometría está orientado a:

Lograr que el Observador Meteorológico, sea capaz de conocer apropiadamente los conceptos básicos sobre los procesos de la precipitación, su medición y registro de una manera precisa, confiable y honesta; así como, la de valorar la importancia de las observaciones del tiempo y el clima, como un primer contacto directo con la naturaleza y las ciencias de la atmósfera, el cual constituye la base de las múltiples aplicaciones de la hidrometeorología y su contribución al desarrollo económico y social del Perú.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

El Observador Meteorológico al término de la capacitación y autoevaluación estará en condiciones de:

- 1) Conocer los conceptos básicos sobre la precipitación.
- 2) Realizar las mediciones de la precipitación con precisión y exactitud.
- 3) Registrar la lectura de la precipitación en la libreta de observaciones meteorológicas en forma legible y honesta.
- 4) Mantener operativo el instrumental de precipitación.
- 5) Asociar el comportamiento de la precipitación con la situación meteorológica al momento de realizar la observación.
- 6) Responder a los requerimientos administrativos de la estación, y la atención a las necesidades de la comunidad y el público en general.

CONTENIDOS DEL APRENDIZAJE

1. Introducción
- 1.1 Meteoros
- 1.1.1 Clases de meteoros
- 1.2 Precipitación
- 1.3 Medida de la precipitación
- 1.3.1 Unidad de medida.
- 1.4 El pluviómetro
- 1.5 Métodos de medida
- 1.6 Exposición e instalación
- 1.7 Errores en la medida de la precipitación
- 1.8 Modo de operar el pluviómetro
- 1.9 Pluviómetro de zonas de alta precipitación
- 1.10 Registro pluviométrico
- 1.11 Pluviógrafos
- 1.12 Pluviógrafo de flotador
- 1.12.1 Pluviógrafo de flotador tipo Hellmann
- 1.12.2 Exposición
- 1.12.3 Instalación
- 1.12.4 Funcionamiento
- 1.13 Cambio del pluviograma
- 1.14 Mantenimiento
- 1.15 Formas de precipitación
- 1.15.1 Por su naturaleza y aspecto
- 1.15.2 Por su intensidad
- 1.15.3 Por su duración
- 1.16 Definición de términos
- 1.27 Bibliografía

METODOLOGIA

El Observador Meteorológico recibirá al comienzo del programa de capacitación a distancia en observaciones del tiempo y el clima, el Módulo N° 1 Pluviometría, que tiene adicionalmente una prueba de autoevaluación para comprobar el proceso de autoaprendizaje.

El participante estudiará los contenidos teóricos y prácticos del presente módulo con mucha atención, y cuando esté convencido de haber aprendido las lecciones responderá las preguntas de la prueba de autoevaluación sin consultar el módulo u otros textos; luego verificará sus respuestas, si tuviera muchos errores es recomendable volver a estudiar con más esmero y nuevamente responder las preguntas y remitirlas a la dirección indicada.

Al final del módulo, si el observador ha respondido las preguntas del cuestionario de autoevaluación satisfactoriamente en más del 70 % del cuestionario, **recibirá el certificado de capacitación.**



1.0 Introducción

La pluviometría estudia la medida de la precipitación que llega al suelo en forma de lluvia, llovizna, nieve y granizo. La medida de la precipitación tiene por finalidad tomar toda la información sobre la cantidad de precipitación que cae en un período de tiempo determinado; además, permite evaluar su distribución en el tiempo y en el espacio.

1.1 Meteoros

Los meteoros son fenómenos visibles y audibles que se presentan en la atmósfera en forma de precipitación o en suspensión de partículas sólidas, líquidas y otras de naturaleza óptica y eléctrica.

1.1.1 Clases de meteoros

a) Hidrometeoros

Los hidrometeoros consisten en un conjunto de partículas de agua líquida o sólida, caen y están flotando en la atmósfera o depositados en el suelo, como las nubes, la lluvia, el granizo, el rocío, la escarcha, la niebla, etc.

b) Litometeoros

Los litometeoros consisten en un conjunto de partículas sólidas no acuosas que son levantados desde el suelo por la acción de la fuerza del viento, como el

polvo y otros componentes de origen orgánico (anhídrido carbónico, metano, etc). Fig.1

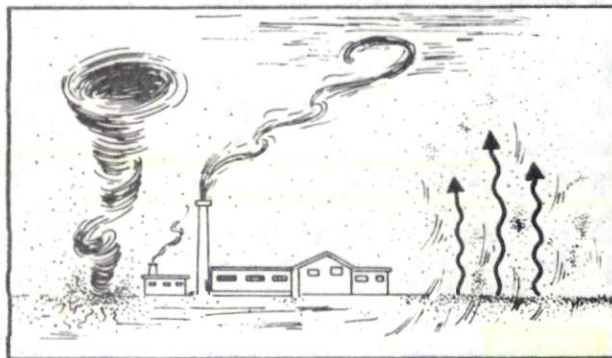


Fig. 1 Litometeoros

c) Fotometeoros

Los fotometeoros son fenómenos que se producen por reflexión, refracción e interferencia de la luz solar o de la luna, como el arco iris, el halo, etc. Fig. 2

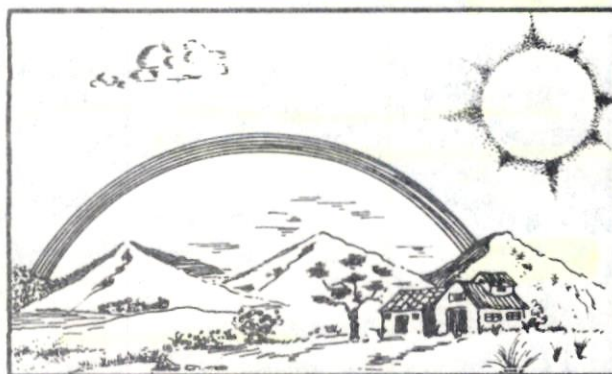


Fig. 2 El arco iris

c) Electrometeoros

Los electrometeoros son manifestaciones visibles y audibles de la electricidad atmosférica, como el relámpago, el trueno, etc. Fig. 3





Fig. 3 Electrometeoro

1.2 Precipitación

Se define la precipitación como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el suelo. El término precipitación designa la caída de la lluvia, llovizna, granizo, nieve el rocío, la niebla etc.

A continuación se definen cada uno de estos términos:

a) Lluvia

Es la precipitación de partículas de agua en forma de gotas gruesas, cuyo diámetro es mayor de 0.5 mm. Estas gotas tienen una distribución ampliamente dispersa unas de otras.

b) Llovizna

Es la precipitación de partículas de agua cuyo diámetro es menor que 0.5 mm. y tiene una distribución bastante próxima y uniforme.

c) Granizo

Es la precipitación de trozos de hielo de forma esférica, cuyo diámetro varía entre 5 a 50 mm, que caen separados o aglomerados en grupos irregulares.

d) Nieve

Es la precipitación de hielo ramificado en forma de estrellas y exágonos que se sueldan entre sí formando copos.

e) Niebla

Son gotas de agua microscópicas suspendidas en el aire, que reducen la visibilidad en la superficie horizontal de la tierra a menos de 1 Km y tienen una humedad relativa del 100 %.

f) Rocío

Es la deposición de gotas de agua en plantas y en el suelo, procedentes de la condensación del vapor de agua contenidos en la atmósfera cuando el cielo está despejado.

g) Escarcha

Es el depósito de hielo de aspecto cristalino en forma de escamas, plumas y abanicos que se forman a temperaturas menores que 0°C sobre las hierbas y el suelo.

1.3 Medida de la precipitación

La precipitación es una variable meteorológica discontinua y aleatoria; su medida es de mucha importancia para diversos objetivos científicos, como los cambios climáticos, la planificación de los proyectos hidroenergéticos, el saneamiento ambiental y la producción agropecuaria

1.3.1 Unidad de medida

La medida de la precipitación se expresa en unidades lineales; esta unidad requiere definir la unidad de tiempo (de 24 horas) y la unidad de superficie como el metro cuadrado ($1\text{m}^2 = 100\text{dm}^2$) y como unidad de volumen ($1\text{litr}o = 1\text{dm}^3$).

La cantidad de precipitación se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría a una superficie horizontal, considerando que el agua de lluvia no se pierde por infiltración, escurrimiento y evaporación. La cantidad de precipitación (Q) se expresa como:

$$Q = \frac{1 \text{ litro}}{1 \text{ m}^2} = \frac{1 \text{ dm}^3}{100 \text{ dm}^2} = 0,01 \text{ dm} = 1 \text{ mm}$$

La Fig. 4 muestra la cantidad total (Q) de precipitación que llega al terreno procedente de las nubes en un determinado período, se expresa como el espesor con que 1 litro de agua habria cubierto una proyección horizontal de 1 m² del suelo; es decir, la cantidad de precipitación está dada por la altura en milímetros. Así por ejemplo, la precipitación de 4 mm de altura equivale a 4 litros de lluvia por m².

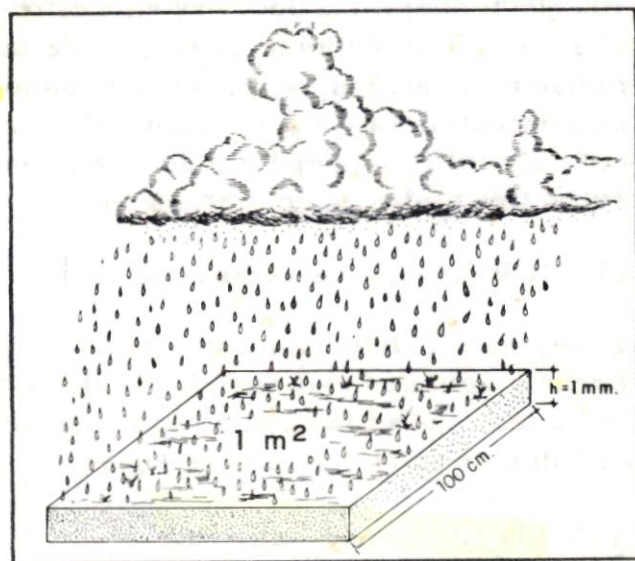


Fig. 4 Altura de precipitación Q = 1 mm

1.4 El pluviómetro

El pluviómetro es el instrumento para medir la cantidad de precipitación. En la Fig. 5 se muestran sus partes.

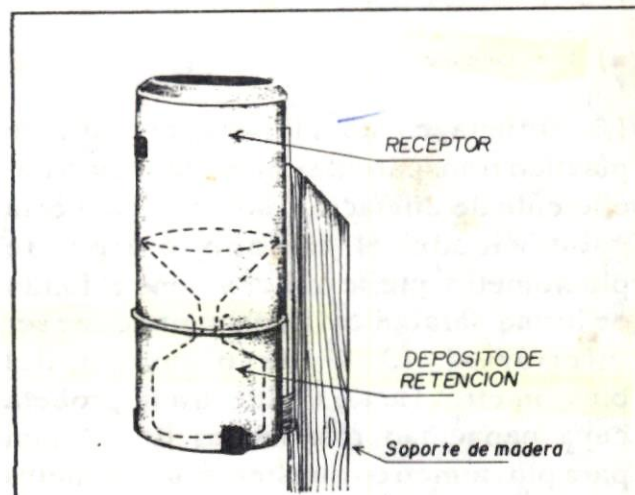
a) El Receptor.

El receptor tiene una boca de 200 cm² de área y 16 cm de diámetro. La superficie de la boca debe construirse con una precisión del 0.5 %.

El borde superior está limitado por un aro bicelado de bronce a cantos vivos, que está soldado al receptor.

Un embudo que se encuentra en su interior recoge la precipitación y la vierte en un jarro llamado colector que está instalado en el interior del depósito de retención.

El receptor debe estar diseñado de modo que se impida que la lluvia salpique hacia adentro o hacia afuera, de manera que la pared vertical sea bastante profunda y la pendiente del embudo suficientemente inclinado. Fig 5-a.



AREA DE LA BOCA DEL PLUVIOMETRO 200 cm²

$$A = \pi r^2 \quad D = 16$$

$$A = 3.14 \quad r = 8$$

$$A = 200 \text{ cm}^2$$

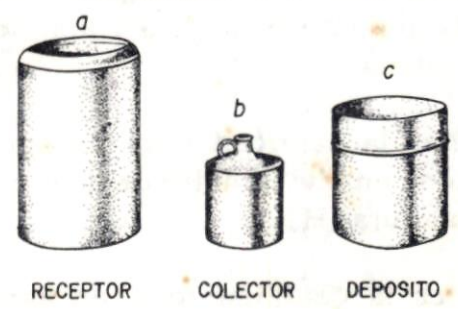


Fig. 5 Partes del Pluviómetro

b) El Colector

El colector tiene una boca bastante estrecha, lo suficientemente protegida de la radiación solar, a fin de reducir al mínimo las pérdidas del agua por evaporación. Se coloca dentro del depósito de retención sobre tres bridas de centrar. Fig. 5-b

c) El depósito de retención

El depósito de retención sirve para almacenar el agua de lluvia cuando el colector se ha rebalsado y tiene una capacidad de 235 mm de agua precipitada. Fig. 5-c

1.5 Métodos de medida

Para medir la precipitación captada en un pluviómetro se usan la probeta y la regla.

a) La probeta

La probeta es un cilindro de vidrio o plástico transparente con un reducido coeficiente de dilatación, sobre el cual está especificado el tamaño o tipo de pluviómetro que se utilice y tiene el fondo de forma parabólica. El diámetro debe ser inferior al 33 % de diámetro del pluviómetro. La Fig. 6 muestra la probeta cuya capacidad máxima es de 10 mm para pluviómetros que tienen un diámetro de 16 cm y 200 cm² de área. La medición consiste en transvasar el agua contenida en el colector a la probeta graduada y obtener en ella la altura del nivel que alcanza. Para esto se debe graduar la probeta, es decir, cual es la distancia en la escala que corresponde a 1 mm de agua precipitada.

Si Q es la cantidad total de agua que contiene un pluviómetro de diámetro (D) y una altura (H); y

Si q es la cantidad total de agua que contiene una probeta de diámetro (d) y una altura (h); se pueden expresar como:

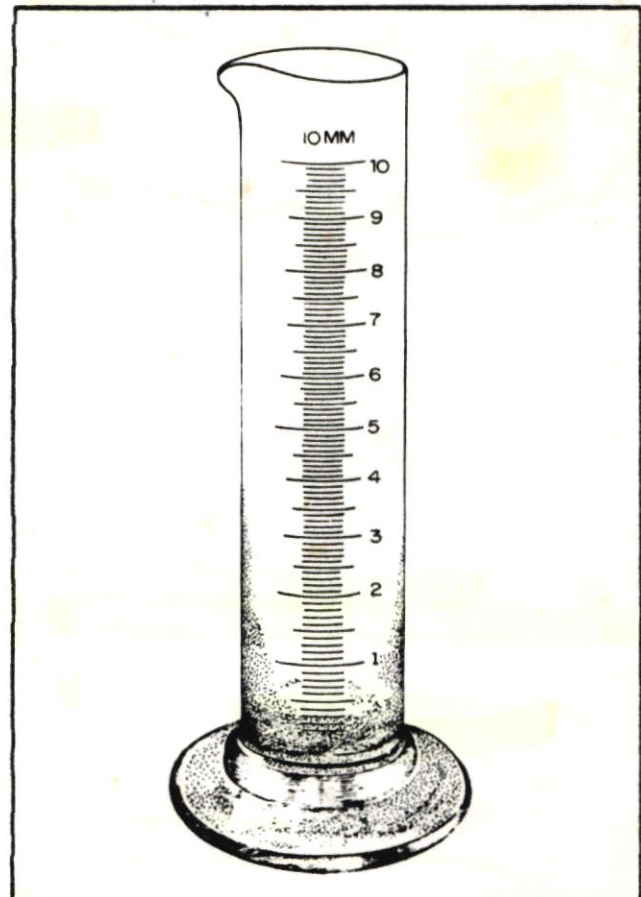


Fig. 6 probeta de 10 mm

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 H \quad (1)$$

$$q = \frac{1}{4} \pi d^2 h \quad (2)$$

Como: $q = Q$ se tiene que:

$$\frac{1}{4} \pi d^2 h = \frac{1}{4} \pi D^2 H \quad (3)$$

Simplificando $\frac{1}{4} \pi$ en ambos miembros de la igualdad (3) y despejando h se tiene:

$$h = H \left(\frac{D}{d} \right)^2 \quad (4)$$

Si $H = 1$ mm se concluye que:

$$h = \left(\frac{D}{d} \right)^2 \quad (5)$$

Es decir, que la unidad en la escala de la probeta que corresponde a 1 mm está dada por la ecuación (5)

b) La regla

La regla adecuada es aquella que no absorbe el agua, con un escaso efecto de capilaridad y de 30 cm de longitud graduados en milímetros.

También se puede medir la precipitación midiendo el peso total del colector, restando su contenido de la tara ya conocida.

1.6 Exposición e instalación

La instalación ideal en nuestra realidad geográfica, por lo general bastante accidentada, es difícil de lograr en la práctica debido a los efectos fisiográficos y al campo de vientos que distorsionan la captación efectiva de la precipitación. Para obtener una muestra representativa de la precipitación caída en un lugar, es recomendable seguir las siguientes pautas:

a) La parcela del terreno debe ser llana y un poco alejada de la influencia inmediata de obstáculos como árboles, casas y con una ubicación tal que constituya una buena representación de las condiciones colindantes. En lo posible la estación no debe estar situada en laderas muy inclinadas o acantilados.

b) El pluviómetro debe instalarse a una distancia horizontal de por lo menos 4 veces la altura de los obstáculos circundantes de modo que el flujo de aire que pase por la boca del pluviómetro sea lo más aproximadamente horizontal. Fig. 7

c) La boca del pluviómetro debe estar a una altura de 1.20 metros sobre el suelo y en una posición horizontal.

d) El pluviómetro debe ir colocado sobre un soporte de madera en posición vertical bien plantado en el suelo para resistir la acción de los vientos fuertes y la cabeza del soporte debe estar a 10 cm. por debajo de la boca del pluviómetro.

e) El piso debe estar cubierto de césped para evitar las salpicaduras. El perímetro debe estar cercado con malla metálica y la puerta asegurar con un candado para evitar robos o el daño por los animales.

f) Mantener limpio de hojas y polvo el interior del pluviómetro.

g) Debe cuidarse que el aro de la boca del pluviómetro no sufra golpes que alteren su forma circular, pues, entonces, la precipitación captada será alterada.

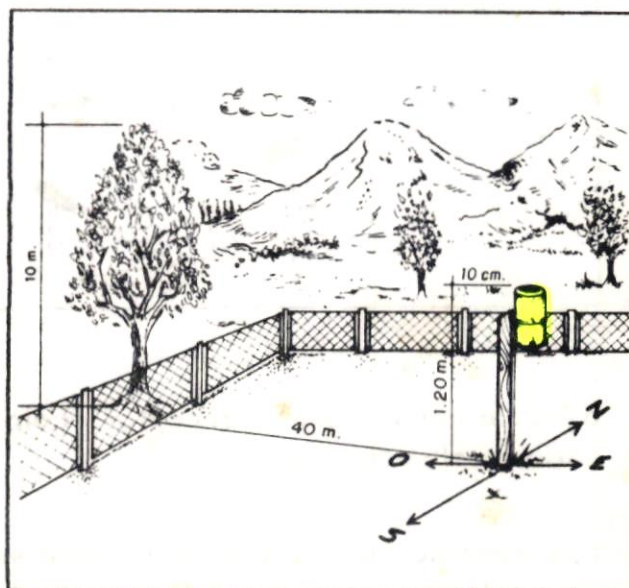


Fig.7 Exposición del pluviómetro

1.7 Errores en la medida de la precipitación

a) El efecto del viento sobre la boca del pluviómetro impide la captación real.

b) Mojadura de las paredes internas del receptor, colector y el depósito.

c) Evaporación del agua acumulada.

d) Salpicadura de gotas de agua procedentes del pluviómetro o que entre a él.

e) Nieve arrastrada por el aire que entra o sale del pluviómetro.

1.8 Modo de operar el pluviómetro

Para el correcto manejo del pluviómetro se procede a operar de la siguiente manera:

a) La hora de la lectura es a las 07:00 horas. El día pluviométrico es de 24 horas. Previamente el observador debe disponer de un lapicero, la probeta, un reloj y la libreta de observaciones.

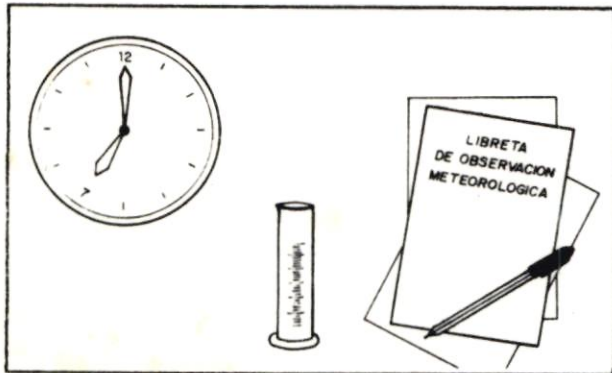


Fig. 8

b) Sacar con cuidado el receptor y colocarlo en el suelo. Fig. 9

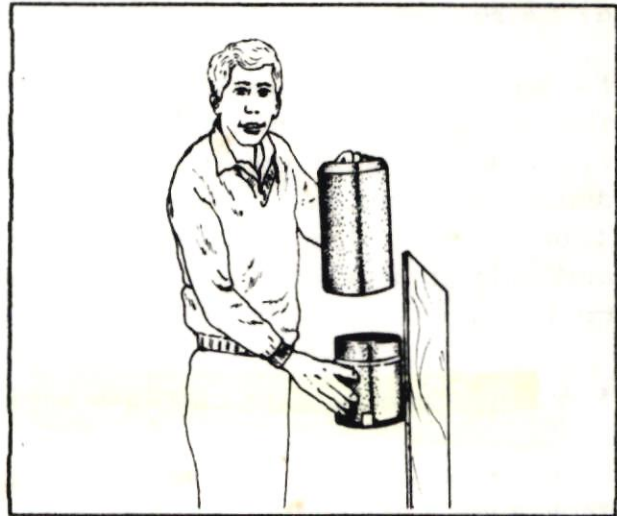


Fig. 9

c) Coger de su asa al colector que se encuentra en el interior del depósito de retención. Fig. 10

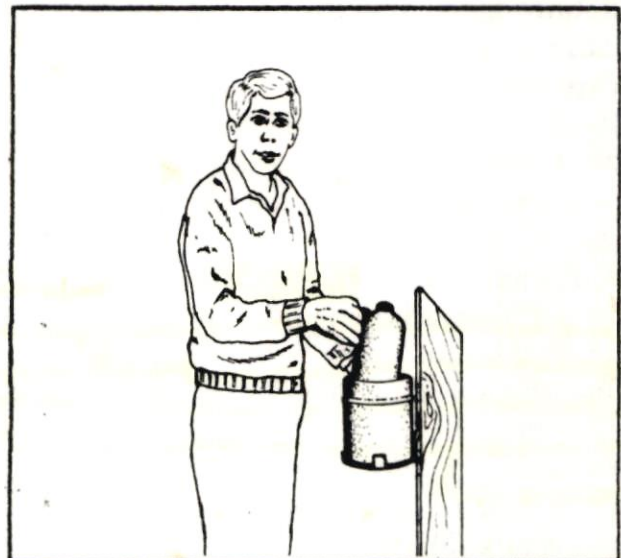


Fig. 10

d) Verter el agua contenido en el colector en la probeta sin derramar ni una gota. Fig. 11

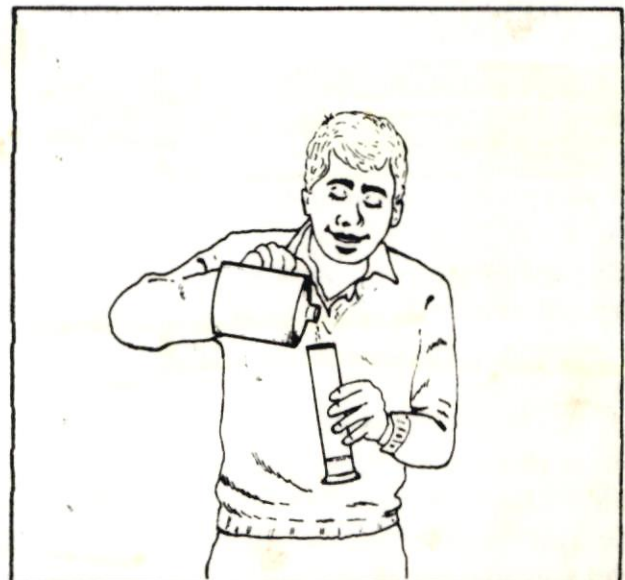


Fig. 11

d) Exponer la probeta en posición vertical a la altura de la vista para poder distinguir exactamente la escala, luego enrasar la visual con el nivel del agua procurando que dicha visual sea perpendicular a la escala justamente en el nivel del agua. Fig. 12

e) En casos de una alta precipitación, si la cantidad de agua precipitada es mayor que la graduación de la probeta y además el agua almacenada en el colector

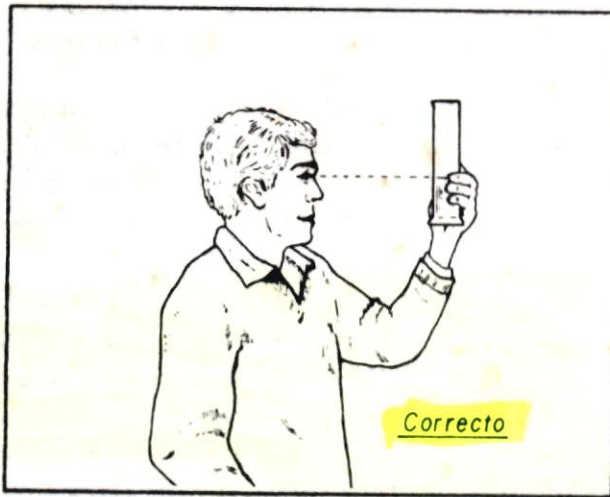


Fig. 12 Lectura correcta



Fig. 14 Lectura incorrecta: error de paralaje

se ha rebalsado al depósito de retención, entonces, rasvasar el agua a la probeta hasta la altura de 10 mm y deshechar el agua al suelo y repetir esta operación de llenado tantas veces como sea necesario, teniendo cuidado de anotar el número de mediciones efectuadas y luego finalmente sumarlas para obtener la precipitación total. Fig. 13

g) Evite cometer el error de paralaje por la mala exposición de la probeta al momento de efectuar la lectura. Figs 14 y 15

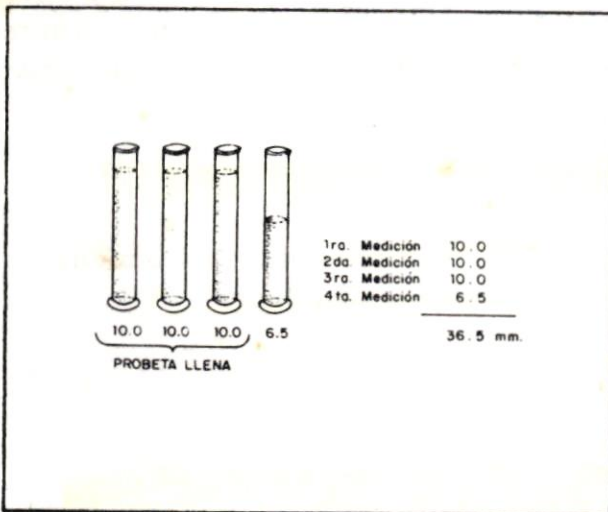


Fig. 13

f) Leer con bastante precisión el nivel del agua en la escala de la probeta con una aproximación a los 0,2 mm. más cercanos a la décima de milímetro más próximo. Luego registrar en forma legible en la libreta de observaciones.

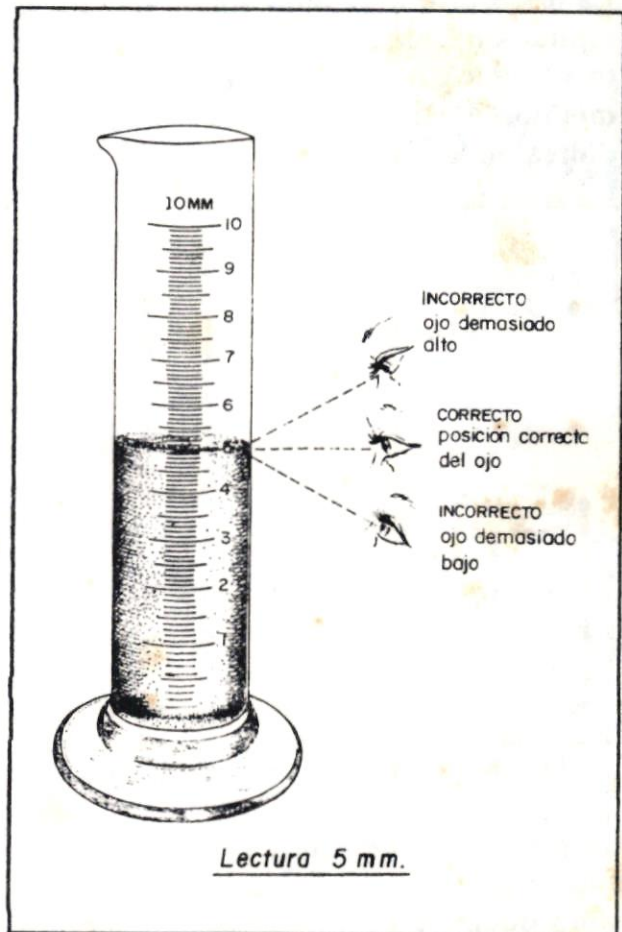


Fig 15 (b) Posición correcta de la visual

h) Cuando ha precipitado nieve o grani-
zo, calentar ligeramente el pluviómetro
hasta derritirlos, evitando la evapora-
ción del agua; también se puede añadir
una cantidad de agua caliente conocida,
hasta fundirlo completamente; luego, me-
dir la cantidad total de agua y restarle la
cantidad de agua caliente agregada.

1.9 Pluviómetros para zonas de altas precipitaciones

En regiones de altas precipitaciones se
usan pluviómetros cuya boca tiene 100
cm² de área y 11.3 cm de diámetro,
formando un anillo bicelado de bronce;
en su arista superior tiene un embudo
soldado en la pared del pluviómetro. El
receptor tiene una longitud 53.5 cm y
una capacidad de 450 mm de precipita-
ción. Fig. 16

Es necesario que la medición de la pre-
cipitación en la probeta sea lo más exac-
to y precisa, tratando de no cometer los
mismos errores de lectura tal como se
indica en la Fig. 15

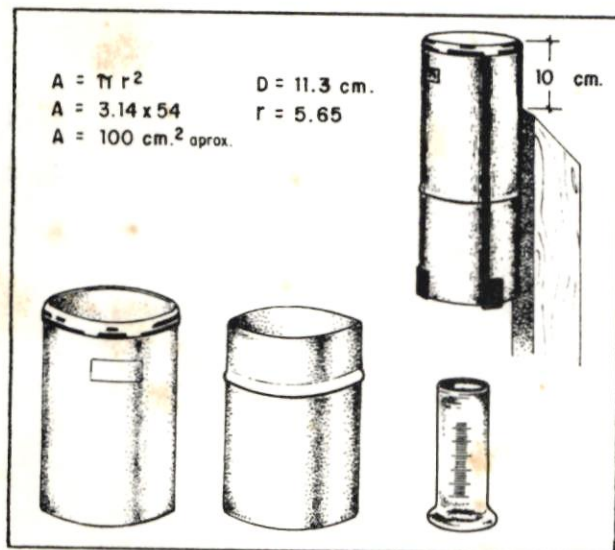


Fig. 16 Pluviómetro para zonas lluviosas.

La probeta tiene una capacidad de 25
mm de precipitación y está graduado en
mm y décimos de milímetros. La lectura
se realiza en forma similar a lo explicado
en la sección 1.8.

1.10 Registro pluviométrico

La observación del día debe registrarse
inmediatamente después de la lectura,
en la libreta de observaciones en forma
clara y legible, en original y dos copias.

Si por cualquier circunstancia de fuerza
mayor no se pudo realizar la observa-
ción, el observador debe tener la fran-
queza de anotar "no se realizó la
observación" antes que inventar y
registrar un dato falso.

Si no precipitó poner en el casillero una
rayita ó 0.0. En los anexos 1 y 2 se
muestran los formularios para el registro
de las observaciones pluviométricas y la
libreta de observaciones climatológicas.

1.11 Pluviógrafos

El pluviógrafo es un pluviómetro que
incluye un registro cronológico de la
cantidad de lluvia precipitada, de allí que
el origen del término pluviógrafo se de-
riva de pluvio = lluvia y grafo = registro;
en buena cuenta, el pluviógrafo permite
obtener el registro continuo de las caídas
de lluvia.

El pluviógrafo se utiliza para:

- Determinar las horas de comienzo y
término de la precipitación.
- Para evaluar la intensidad de la preci-
pitación en cualquier momento.

Existen tres tipos de pluviógrafos:

- pluviógrafo de peso o de gravedad.
- pluviógrafo de depósito basculante
o balancín.
- pluviógrafo de flotador.

En la Red Nacional se usa con más
frecuencia el pluviógrafo de flotador.

1.12 El pluviógrafo de flotador

El pluviógrafo de flotador consiste de las siguientes partes:

- Área de captación
- El elemento sensible: El flotador.
- El dispositivo amplificador: Sistema de ejes y palancas.
- El dispositivo registrador.
- La banda registradora con escala: Diagrama.
- Colector

1.12.1 El pluviógrafo de flotador tipo Hellmann

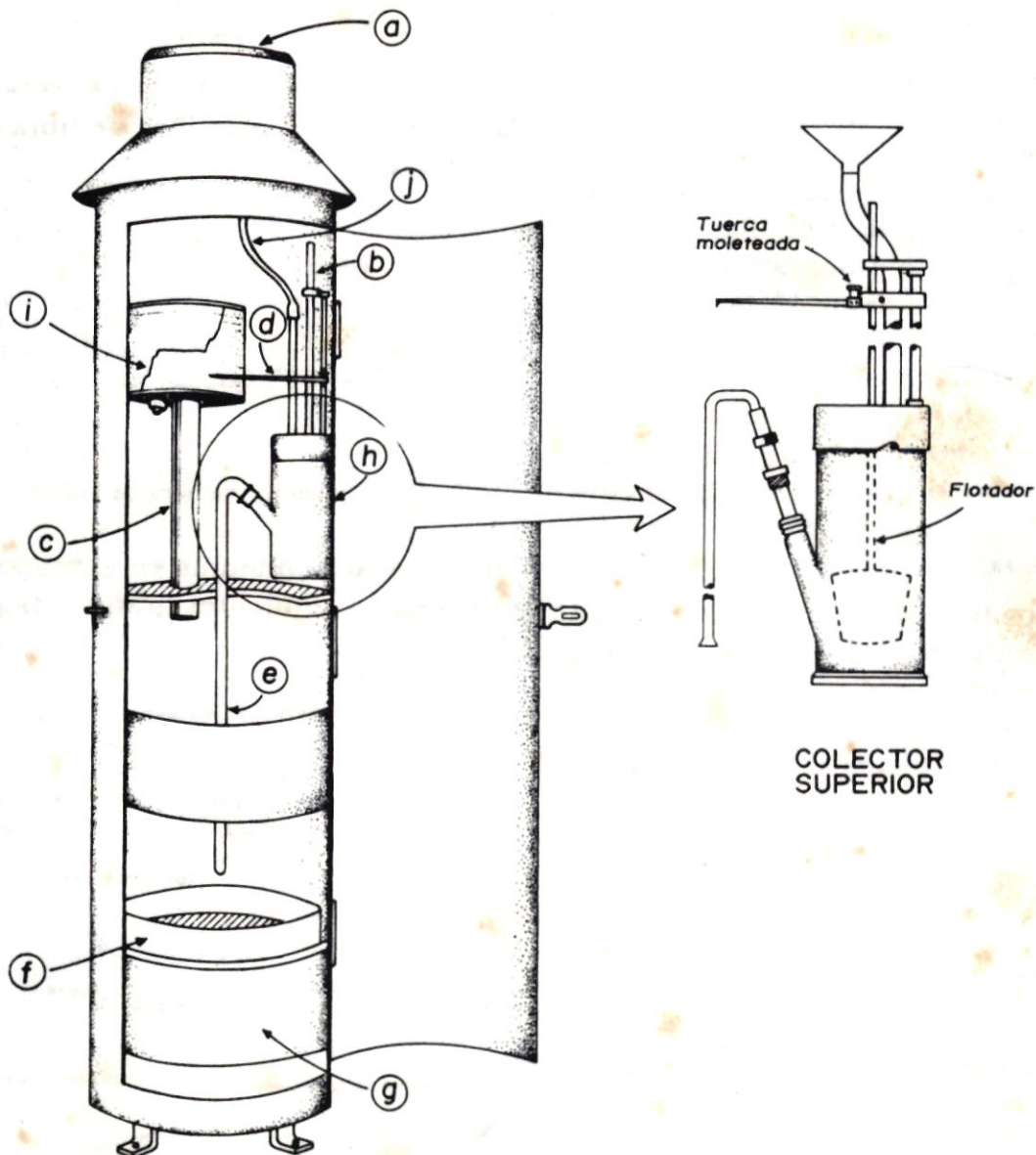


Fig. 17 Pluviógrafo de flotador tipo Hellmann

(a) área de captación, (b) eje vertical, (c) eje fijo, (d) brazo portaplumilla, (e) sifón, (f) embudo o tapa, (g) colector inferior, (h) colector superior, (i) tambor de rotación con sistema de relojería que lleva el pluviograma, (j) manguera.

El elemento sensible: El flotador

El flotador es el elemento más importante del pluviógrafo, las variaciones del nivel del agua en el colector superior durante un lapso de tiempo; experimenta una amplificación, en cuyo extremo se encuentra una plumilla registradora, la cual se desplaza sobre el pluviograma.

El dispositivo amplificador: Sistema de ejes y palancas.

Consiste en un conjunto de ejes y palancas, el cual mecánicamente transmiten los movimientos del flotador Fig.17-b. Para asegurar una transmisión exacta desde el flotador hasta la plumilla, se debe observar que el eje del flotador se encuentre completamente vertical a fin de reducir la fricción entre el eje y la tapa del colector superior Fig 17-h

La limpieza del sistema amplificador en sus soportes puede hacerse solamente al momento de desmontar completamente el pluviógrafo por el técnico instrumentalista.

No se debe lubricar ni engrasar, por que cada elemento lubricado al estar desprotegido del polvo, éste se acumula originando una mayor fricción. Cualquier cambio de ejes y tornillos por el observador, está terminantemente prohibido.

El dispositivo registrador comprende:

i) El brazo portaplumilla

Los movimientos verticales del flotador son transmitidos por el sistema de amplificación hacia el brazo portaplumilla. Fig. 18.



Fig. 18 Portaplumilla

ii) La plumilla registradora

La plumilla registradora se encuentra en la parte final del brazo fijado por dos abrazaderas Fig. 19.

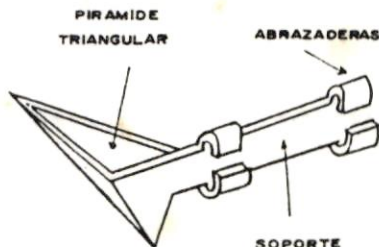


Fig. 19 Plumilla registradora metálica
También existen plumillas de fibra de vidrio Fig. 20.

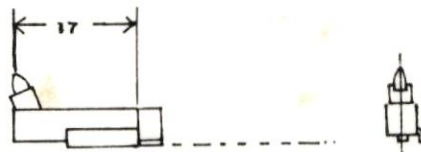
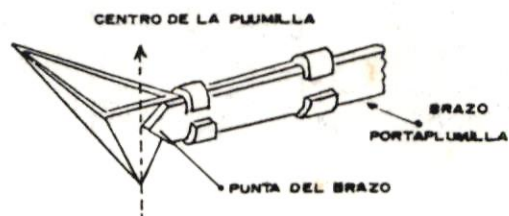


Fig. 20 Plumilla de fibra de vidrio

Para colocar la plumilla en el brazo observar los siguientes gráficos (Fig. 21-a-b-c).

COLOCACION CORRECTA



LA COLOCACION INCORRECTA DE LA PLUMILLA SOBRE EL BRAZO PUEDE APRECIARSE EN LOS SIGUIENTES GRAFICOS:

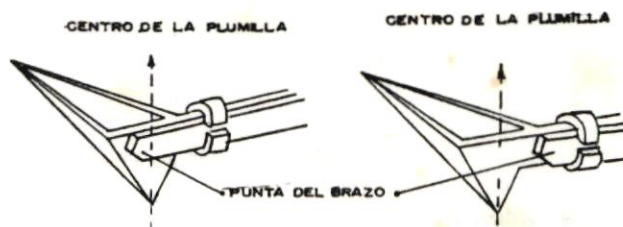


Fig 21 Colocación de la plumilla

La limpieza de la plumilla se efectúa cada 30 días, retirando la plumilla del brazo, luego sumergirlo en un baño de alcohol o agua jabonosa y pasarle con un pincel suave para limpiar las partículas de polvo. Esta operación efectuar con mucho cuidado para no abrir demasiado la abertura del fondo de la plumilla.

El modo de llenar con tinta la plumilla, debe realizarse de tal forma, que no se llene exageradamente con tinta. Fig. 22

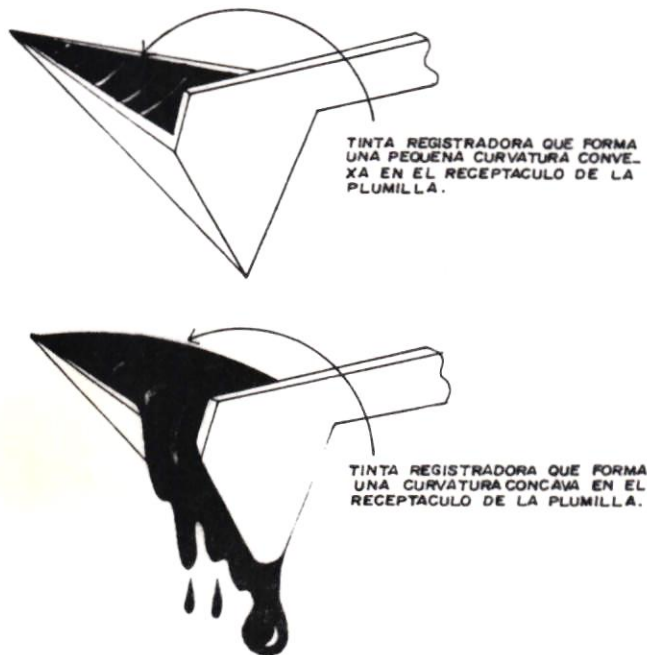


Fig. 22 Modo de llenar con tinta a la plumilla

El pluviograma y la plumilla

La plumilla no debe graficar una curva muy gruesa y sucia. Estos casos ocurre porque:

- La plumilla tiene la punta sucia, entonces hay que limpiarlo como se ha indicado anteriormente.
- La plumilla tiene demasiada tinta; en este caso, absorber la tinta con un pedazo de papel higiénico.
- Uso de tinta o diagramas inadecuados

La plumilla tampoco debe graficar una curva muy débil. Esto ocurre porque:

- La plumilla está sucia, entonces limpiarla.
 - Cuando el diagrama está impregnada con la grasa del sudor de la mano.
- Cuando la plumilla es de fibra de vidrio utilizar la misma tinta y llenarala con una jeringa. Fig. 23.

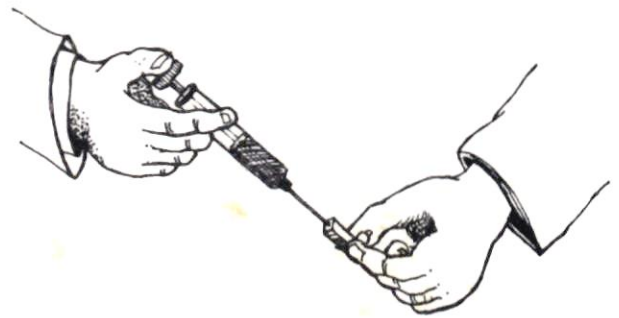


Fig. 23 Modo de cargar con tinta la plumilla de fibra de vidrio.

El tambor de reloj

El Tambor es un cilindro metálico, en el interior se encuentra un reloj y en el exterior se fija el pluviograma mediante una varilla llamada fleje. El borde saliente de la pestaña inferior del tambor sirve como base sobre el cual reposa el pluviograma. Fig. 24. El tambor se calza en su centro sobre un eje vertical fijo, asegurándola por medio de un tuerca muletada en la parte superior.

Las revoluciones del tambor se originan por medio de un piñón móvil engranado en los dientes del piñón fijo sobre el eje del tambor. El piñón móvil hace una revolución de 24 horas y de 7 días alrededor del piñón fijo.

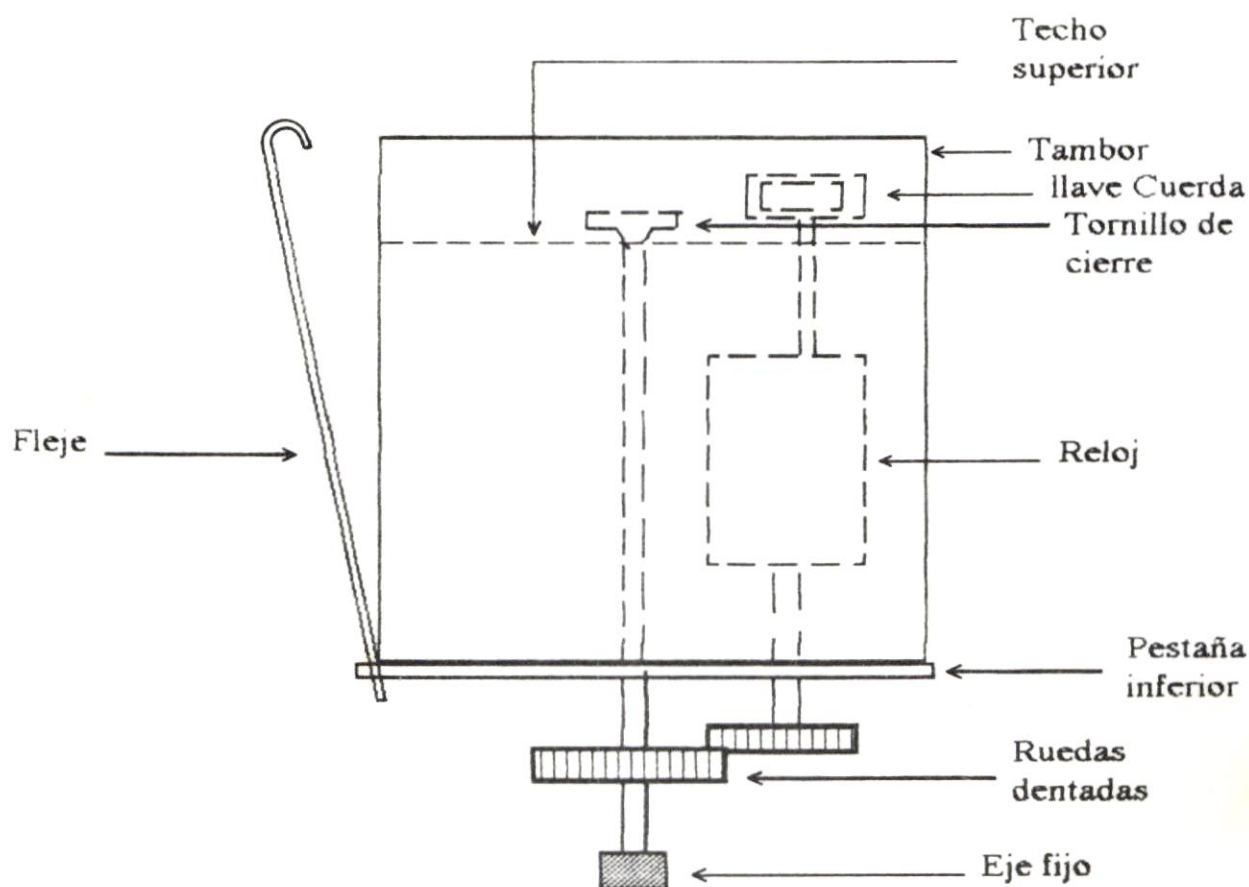
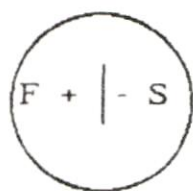


Fig. 24 Tambor de rotación con sistema de relojería

El reloj marcha por medio de una cuerda espiral. Se dá cuerda con una llave especial que se encuentra en el techo superior del tambor. La limpieza del tambor no debe hacer el observador, ni lubricarlo.

La regulación de las revoluciones del reloj, se efectúa por medio de un indicador que se encuentra en el techo superior del tambor; se abre la tapa protectora, moviendo el indicador visible según se adelante o retrase el reloj Fig 24. La regulación se efectúa después del cambio de la banda; en 24 horas se adelanta o retrasa más de 10 minutos. Las marcas de tiempo deberán efectuarse en las horas de observación para verificar la buena marcha del reloj y chequear las bandas.



+	+		
A	o	F	→ Indica reloj más rápido
-	-		
R	o	S	→ Indica reloj más lento

Fig.25 Indicador para regular el reloj

La banda registradora con escala

a) La escala en la abscisa:

Indica el recorrido del tiempo. El pluviograma para el registro de 1 día está graduadas en 24 horas, con subdivisiones por lo general para cada 10 a 15 minutos. El pluviograma para 7 días tiene subdivisiones por lo general para cada 2 horas del lapso total de 1 semana. La parte superior del pluviograma de 7 días indica los días de la semana que se inicia el lunes. Fig 26 y 27.

b) En la escala de la ordenada

Indica la precipitación y tiene divisiones para cada milímetro de 0 a 10 mm.

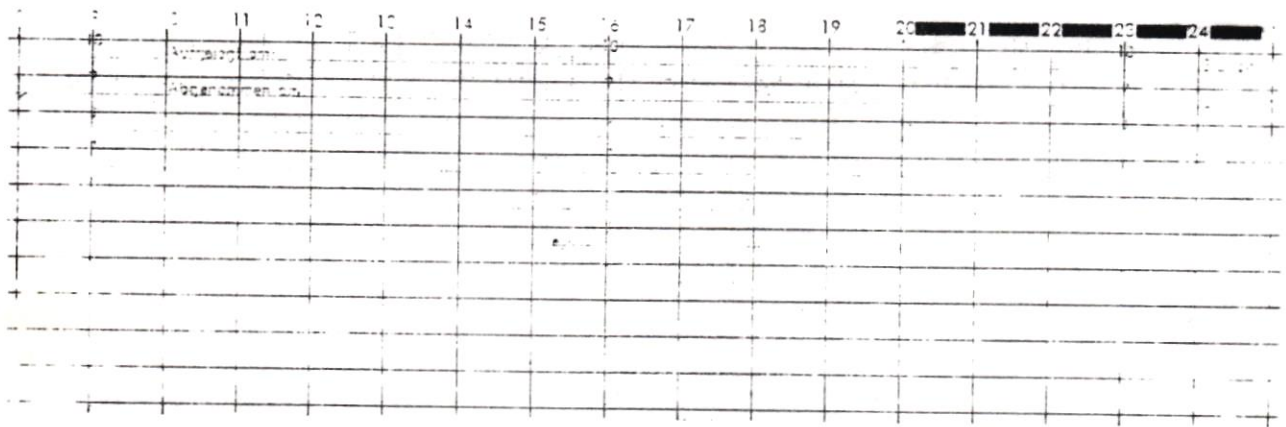


Fig. 26 Pluviograma de 24 horas

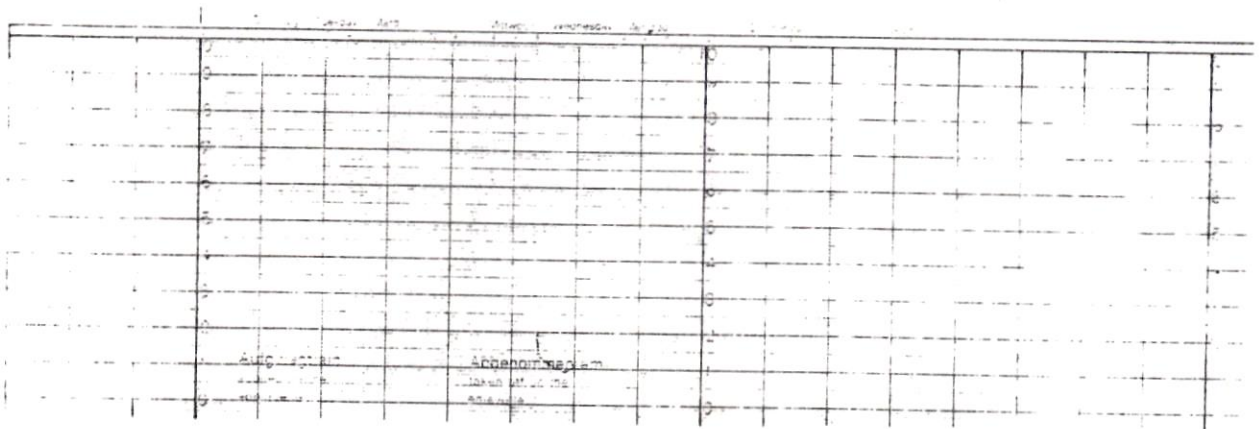


Fig. 27 Pluviograma de 7 días

1.12.2 Exposición

Para la exposición del pluviógrafo seguir las mismas recomendaciones específicas para la exposición del pluviómetro.

1.12.3 Instalación

- a) El área de captación debe de estar a una altura de 1.20 m. sobre el suelo.
- b) La puerta del instrumento debe estar orientado hacia el sur.

1.12.4 Funcionamiento

La lluvia que cae sobre el área de captación, va a través de una manguera hacia el colector Fig. 17-h en cuyo interior se encuentra el flotador de bronce con un eje vertical saliente. Antes de poner en funcionamiento, previamente se le grúa llenando 6 cm. de altura de agua al colector superior; de tal forma que el brazo portaplumilla Fig. 17-d fijado en el eje vertical, se ponga al punto **cero** del pluviograma; de este modo se aumenta la altura de la capa de agua en el colector superior.

El colector es el elemento más importante del pluviógrafo, las variaciones del nivel del agua en el colector superior, durante un lapso de tiempo, experimenta una ampliación por medio del brazo portaplumilla, que lleva en un extremo una plumilla registradora, la cual imprime una curva ascendente sobre el pluviograma colocada en el tambor de rotación.

Cuando la plumilla ha llegado a la escala máxima del pluviograma; es decir, 10 mm, en ese momento se descarga automáticamente el colector superior por medio del **sifón** Fig. 17-g bajando el flotador con el brazo portaplumilla en forma vertical hasta la línea cero del pluviograma. (En el colector superior siempre queda almacenada a una altura de 6 cm.).

Si la precipitación continúa, la plumilla comienza a subir de nuevo y va graficando una curva ascendente. En temporadas de lluvia cuando el sifón descarga al colector superior, con frecuencia se produce la descarga exactamente después de una caída de lluvia de 10 mm; cuando llueve muy fuerte o cuando el aparato sufre sacudidas; este proceso de descarga ocurre generalmente debajo de los 10 mm.

En cambio, cuando la primera descarga ocurre después de un período sin lluvias, la plumilla se detiene un poco por debajo de los 10 mm. debido a que el polvo y la sequedad han modificado las condiciones adhesivas dentro del sifón, ya que hace falta una cantidad de lluvia para producir la descarga. Por tal motivo, se debe hacer la descarga artificial, echando agua por el área de captación hasta producir la descarga justamente en el nivel de los 10 mm.

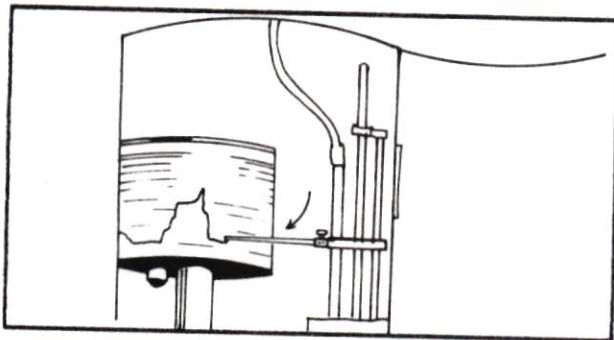
1.13 Cambio de pluviograma

Para el cambio del pluviograma seguir las siguientes operaciones.

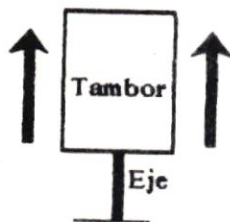
- a) Preparar el pluviograma:
Anotar en el reverso, el nombre de la estación, la fecha de colocación y retiro.

Pluviograma (nuevo)	
Estación :	
Colocación :	
Retiro :	

- b) Separar la plumilla del pluviograma, jalando con el dedo el brazo portaplumilla hacia adelante.



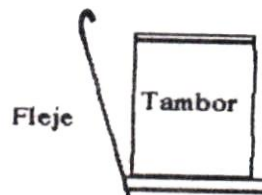
- c) Destornillar la tuerca muleteada del eje fijo de rotación, luego retirar el tambor, levantando verticalmente, sin forzarlo para que el eje no sufra deformaciones.



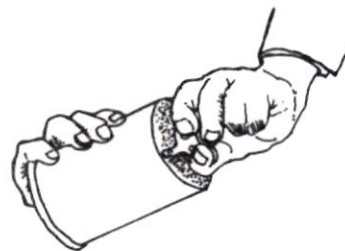
- d) Anotar la fecha de retiro en el pluviograma usado.

Pluviograma (usado)	
Estación:	
Colocación:	
Retiro:	

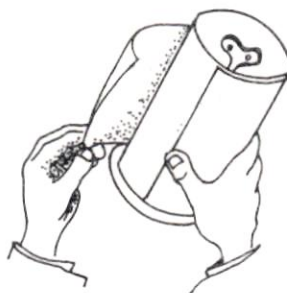
- e) Presionar la varilla elástica o fleje en el extremo inferior de la pestaña del tambor y retirar el pluviograma suado.



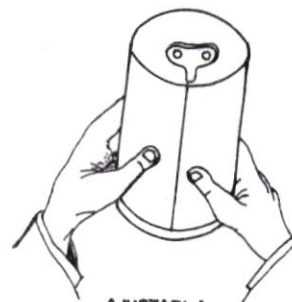
- f) Dar cuerda al mecanismo de relojería (de 4 a 5 vueltas) sin llegar hasta el tope para no saturar la cuerda.



- g) Colocar el nuevo pluviograma sobre el tambor, de modo que el extremo final de la misma se superpone al otro, y en una posición tal que el fleje los ajuste a ambos, sosteniendo el pluviograma con los dedos para que no se desplace. Al enrollar el pluviograma, cuidar que el borde inferior se apoye perfectamente sobre la pestaña inferior del tambor.



COLOCAR EL NUEVO PLUVIOGRAMA

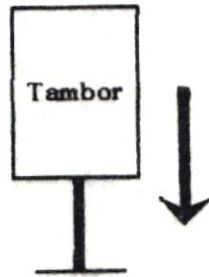


AJUSTARLA



FIJARLA CON EL FLEJE.

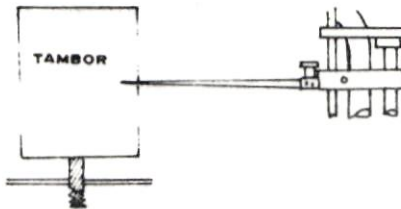
h) Calzar el tambor con el eje, de modo que la plumilla registradora señale media hora más temprano que la del momento.



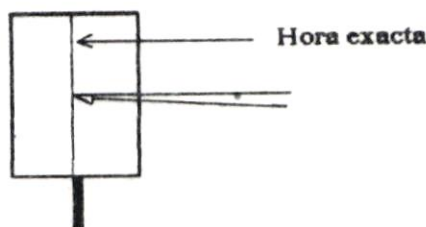
i) Llenar la plumilla con tinta, teniendo cuidado de no cargar excesivamente.



j) Poner con la mano la plumilla sobre el pluviograma.



k) Mover el tambor hasta que la plumilla coincida con la hora exacta. El movimiento debe ser en sentido horario, nunca mover en sentido antihorario; así se elimina el "juego muerto".



m) Anotar en el pluviograma la hora exacta.

Pluviograma	
Estación:	
Colocada:	
Retirada:	Hora

n) Colocar la plumilla a cero:

Cuando la plumilla esté indicando un valor por encima de cero y por debajo de los 10 mm, se procede a colocar la plumilla a cero, echando agua por la boca del pluviógrafo hasta lograr el sifonco. Finalmente verifique que la plumilla quede indicando exactamente en el nivel de 0 mm..

1.14 Mantenimiento

a) Cuando el sifón no descarga, es por que está sucio, hay que limpiarlo con agua jabonosa.

b) Limpiar el embudo de polvo, hojas o insectos con pluma de gallina o pincel.

c) Muchas veces las deformaciones del eje vertical guiadora causan demasiada fricción del flotador que está unido con el brazo portaplumilla.

d) Cuando no llueve la línea registradora debe ser paralela a la línea horizontal del pluviograma. También la línea registradora vertical de la plumilla debe ser paralela a las líneas verticales del pluviograma.

En casos de desviación ocurre porque: el pluviograma está mal colocada, el eje del tambor no es vertical, el flotador está inclinado o el sifón está sucio.

1.15 Formas de precipitación

La precipitación se presenta en las siguientes formas:

1.15.1 Por su naturaleza y aspecto

Pueden ser:

- a) Sólidas: nieve y granizo
- b) Líquidas: lluvia y llovizna

1.5.2 Por su intensidad

Pueden ser:

a) Lluvia

i) Lluvia débil:

- Precipitación poco intensa.
- La velocidad de acumulación de agua en el suelo o el pluviómetro es muy lenta.
- Menor de 0,5 mm por hora.

ii) Lluvia moderada

- Las gotas caen rápidamente para formar charcos de agua.
- La velocidad de acumulación de agua en el pluviómetro es de 0.5 mm a 4 mm por hora.

iii) Lluvia fuerte

- Los aguaceros producen un ruido sordo y continuo en los tejados y salpicaduras.
- La velocidad de acumulación de lluvia en el pluviógrafo es mayor que 4 mm por hora.
- Este término se utiliza para caracterizar no sólo las lluvias torrenciales acompañadas de tormentas eléctricas, sino también las violentas caídas de lluvia sin truenos.

b) Llovizna

i) Llovizna débil

- Se percibe su contacto con la piel o sobre las parabrisas de los carros.
- Algunas veces puede originar un ligero escurrimiento sobre las superficies de los tejados y caminos.

ii) Llovizna moderada

- El agua corre ligeramente sobre las superficies de las ventanas y los caminos.

iii) Llovizna fuerte

- Reduce la visibilidad en forma apreciable.

c) Nevada

i) Nevada débil

- Los copos son generalmente pequeños y esparcidos.

ii) Nevada moderada

- Los copos son más grandes y en cantidad suficiente para reducir notablemente la visibilidad.

iii) Nevada fuerte

- La visibilidad se reduce considerablemente.

d) Granizada

-Granizada débil

- Los pedriscos son generalmente muy pequeños y esparcidos, a menudo aparecen mezclados con gotas de lluvia.

ii) Granizada moderada

- Los pedriscos son suficientemente numerosos para cubrir y blanquear el suelo.
- La fusión de los pedriscos produce una precipitación apreciable.

iii) Granizada fuerte

- Está formada en gran parte por grandes pedriscos.
- Dañar los cultivos, arranca las hojas de los árboles

En el momento de la observación deben distinguirse tres tipos de precipitación por su duración.

a) Precipitación continua

Este tipo de precipitación proviene de capas de nubes muy densas que cubren completamente el cielo. Para que la precipitación pueda ser calificada como continua, debe haberse producido sin interrupción durante la hora precedente a la observación.

b) Precipitación intermitente.

Esta precipitación proviene de grandes capas de nubes que cubren totalmente el cielo. Estas lluvias caen de capas nubosas con variaciones en su color, densidad y cantidad.

c) Los chubascos o chaparres

Los chubascos provienen de nubes convectivas; se caracterizan por comenzar y terminar bruscamente y por variar de intensidad con mucha rapidez. Generalmente son de corta duración y durante los intervalos el cielo está despejado.

Las nubes presentes en el cielo, generalmente están aisladas y la nubosidad es muy variable. Se puede presenciar el desarrollo de la nube que dará origen a un chubasco e incluso distinguirlo a lo lejos antes de que alcance la estación. Cuando la nube que lo produce está muy desarrollada puede cubrir todo el cielo. Pero, en general, el chubasco es seguido de un claro total o parcial y puede verse cómo la nube se disipa o se aleja cuando el chubasco ha cesado en la estación.

1.16 Definición de términos

Los principales términos referentes a la precisión de la medida de la precipitación quedan definidos de la siguiente manera:

a) Medida

Es la acción que consiste en asignar un número como valor de una magnitud física en las unidades establecidas. Ejemplo, la precipitación se mide en mm.

b) Medida de referencia

Es la medida que se ha hecho utilizando el estado más avanzado de la ciencia y las últimas tecnologías. El resultado se usa para hacer una mejor aproximación al valor verdadero.

c) Valor verdadero

Es el valor que se supone característico a una magnitud en las condiciones que existan en el momento en que dicha magnitud es observada. Es un caso ideal que sólo podría ser conocido si todas las causas de error fuesen eliminadas.

d) Corrección

Es el valor que hay que añadir al resultado

de una medida para **compensar** cualquier error conocido y, por consiguiente, obtener una aproximación mayor al valor verdadero.

e) Precisión

Es la concordancia entre una medida y el valor verdadero. Esto supone que se han aplicado todas las correcciones conocidas.

f) Incertidumbre

Es el intervalo dentro del cual puede esperarse que esté comprendido el valor verdadero de una magnitud, dentro de una probabilidad establecida.

g) Exactitud.

Es la proximidad entre medidas independientes de una sola magnitud, obtenidas aplicando varias veces un procedimiento establecido de medida, en condiciones prescritas.

La precisión se relaciona con la proximidad a la verdad; la exactitud se refiere únicamente a la proximidad entre medidas.

h) Error de paralaje.

Este error se produce cuando el índice de un instrumento está a una cierta distancia de su escala y la línea de visión del observador no es perpendicular a dicha escala.

i) Error

Es la diferencia entre los resultados de una medida y el valor verdadero de la magnitud medida.

Este término se usa para expresar la diferencia que existe entre el resultado de una medida y la mejor aproximación al valor verdadero.

j) Tiempo

Estado de la atmósfera en un instante dado, definido por los diversos eventos meteorológicos.

k) Clima

Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado caracterizado por estadísticas a largo plazo (valores medios, varianzas, probabilidades y valores extremos), de los elementos meteorológicos en dicho lugar.

l) Ciclo del agua

Sucesión de etapas que atraviesa el agua en la atmósfera: evaporación a partir del suelo, el mar o las aguas continentales, condensación en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación.

ll) Sequía

- Ausencia prolongada o deficiencia marcada de la precipitación

- Período anormal de tiempo seco, suficientemente prolongado, en que la falta de precipitación causa un grave desequilibrio hidrológico.

m) Estación seca

Epoca del año caracterizada por la ausencia (casi) total de lluvias. Este término se usa principalmente, en regiones de latitudes bajas.

n) Período de sequía

Lapso con tiempo anormalmente seco de condiciones menos rigurosas que las de sequía.

1.17 Bibliografía

- Compendio de Apuntes Para la Formación de Personal Meteorológico de la Clase IV. B.J. Retallack. - OMM- N° 266 Ginebra, 1991
- Compendio de Instrumentos Meteorológicos Para la Formación de Personal Meteorológico Clase III y IV. D.A. Simidchiev. OMM - N° 622 Ginebra, 1986.
- Guía de Instrumentos y Métodos de Observación. OMM - N° 8 Ginebra, 1990.
- Guía de Prácticas Hidrológicas Volumen I OMM - N° 168.
- Glosario Meteorológico Internacional WMO/OMM/BMO - N° 182, Ginebra, 1992.
- Manual del Observador Meteorológico. J.M. Jansá Guardida Instituto Nacional de Meteorología de España Madrid, 1968.
- Manual del Observador Meteorológico de Superficie Instructivo N° 1 Pluviometría, Fuerza Aérea Argentina, 1984.
- Manual del Observador Meteorológico: Precipitación Instituto Colombiano de Hidrología y Adecuación de Tierras. HIMAT Colombia, 1988.
- Metodología de la Formación. Claude Vasamillet. Centro Internacional de Perfeccionamiento Profesional y Técnico de la Organización Internacional del Trabajo. OIT, Turín, 1988.
- Directrices Para la Enseñanza y Formación del Personal de Meteorología e Hidrología Operativa OMM - N° 286 Ginebra, 1989.

Apéndice N° 2

Libreta De Observaciones Meteorológicas

ESTACION N° CAT
 DIA MES AÑO

H O R A	TEMPERATURA DEL AIRE °C				EVAPORACION			PRECIPITACION mm	
	TERMOMETRO SECO	TERMOMETRO HUMEDO	MAXIMA	MINIMA	TERMIGRAFO	PICHE LECTURA DIRECTA	DIFERENCIA CON LECTURA ANTERIOR		
							m		mm
07									
13									
19									

H O R A	NUBOSIDAD (Octavos)					VIENTO		VISIBILIDAD Kms	TEMPERATURA AGUA DE MAR °C	
	CANTIDAD TOTAL	BAJAS		MEDIAS	ALTAS		DIRECCION			VELOCIDAD mseg
		FORMA	CANTIDAD	ALTURA	CANTIDAD	FORMA				
07										
13										
19										

H O R A	HUMEDAD ATMOSFERICA %			HELIOFANIA HORAS Y DECIMOS	METEOROS					
	HIGROGAFO				Hora de comienzo	Simbolo	Hora que Termina	Hora de Comienzo	Simbolo	Hora que Termina
	LECTURA	MAXIMA	MINIMA							
07										
13										
19										

NOTAS ADICIONALES _____

OBSERVADOR

Apéndice N° 1

Libreta de Estaciones Pluviométricas

REGISTRO DE OBSERVACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACION _____ DPTO _____ MES _____ AÑO _____
 N° _____ ALTITUD _____ MTS PROV. _____ PLUVIOM: _____ cm²
 CUENCA _____ DIST. _____ PROBETA _____ mm.

ALTURA DE LA BOCA DEL PLUVIOMETRO SOBRE EL SUELO _____ MTS.

DIA	HORA		TOTAL	FORMA DE PRECIPITACION		DIA	HORA		TOTAL	FORMA DE PRECIPITACION	
	07	19		DIA	NOCHE		07	19		DIA	NOCHE
1	X					21					
2						22					
3						23					
4						24					
5						25					
6						26					
7						27					
8						28					
9						29					
10						30					
Suma						31					
11						1	X	X			
12						Suma					
13						NUMERO DE DIAS DE :					
14						Formas de Precipitación	●	Lluvia		Precipitación	
15							☉	Llovizna		≅ 0.1 mm	
16							▲	Granizo		≅ 1.0	
17							⊞	Tormenta		≅ 10.0	
18							*	Nieve		≅ 30.0	
19							⊖	Chaparrón		≅ 50.0	
20							┌	Escarba		≅ 100.0	
Suma							△	Rocio			
Lluvia total del mes _____ mm. Número de días con lluvia _____ Máxima en 24 horas _____ mm. Día _____						OBSERVADOR Nombre _____ Firma _____					
Recibido _____ Revisado _____ Remitido Of. Central _____ V. B. Jefe de Centro _____						Of. Central-Revisor _____					

SERAMM-03-

Apendice N° 3

Cuestionario Para La Autoevaluación

Nota: Si ha terminado de estudiar y practicar el Módulo N° 1 de Pluviometría, contestar brevemente las preguntas y trabajos prácticos sin ver el Módulo, y luego verifique sus respuestas. Si ha cometido varios errores en sus respuestas, volver a estudiar nuevamente y desarrollar el cuestionario con más esmero, y remitirlos para su respectiva evaluación y certificación.

Nombres y Apellidos:Lugar y fecha.....

Dirección Regional.....Estación.....Nota.....

1) Haga un esquema del pluviómetro. En qué principio se basa éste instrumento?

2) Indique las condiciones para la instalación y cuidado del pluviómetro

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3) Indique cómo se opera el pluviómetro y qué entiende por error de paralaje?.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4) Haga un esquema del pluviógrafo indicando sus partes.

5) Explique cómo funciona el pluviógrafo.

6) Qué pasos se tienen que realizar para el cambio del pluviograma?

7) Establecer las diferencias entre: fotometeoros, electrometeoros y litometeoros.

8) Cuáles son los posibles errores que se cometen al momento de registrar la precipitación en la libreta de observaciones?

9) Haga un comentario sobre la importancia de la medida de la precipitación para desarrollo de su zona o región.

10) Definir los siguientes términos: Medida, precisión, y ciclo del agua.

Trabajo práctico:

Hacer 50 mediciones de lluvia, poniendo cantidades variables de agua en el pluviómetro.

Lectura
Declaración de Dublin - Irlanda Sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible

La escasez de agua y la utilización del agua dulce supone una grave y creciente amenaza para el desarrollo sostenible y la protección del entorno. La salud y el bienestar humanos, la protección de los alimentos, el desarrollo industrial y los ecosistemas de los que dependen, todos ellos están en peligro, a menos que los recursos hídricos y de la tierra se gestionen de forma más efectiva en el presente decenio y más de lo que se ha hecho en el pasado.

Los participantes en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente realizada en enero de 1992 en Dublin - Irlanda, consideraron desde el punto de vista crítico el panorama que se está configurando de los recursos hídricos mundiales como crítico. Los problemas sobre el agua, no son de naturaleza especulativa; ni es probable que afecten a nuestro planeta en el futuro lejano. Están aquí y afectan a la humanidad ahora. La supervivencia futura de millones de personas demanda una acción inmediata y efectiva.

Principios Rectores

Se precisa de una acción concertada para invertir las tendencias actuales al excesivo consumo del agua, de la contaminación y de las amenazas crecientes. Las conclusiones de la conferencia propone recomendaciones para la acción a nivel local, nacional e internacional; basados en cuatro principios rectores.

Principio N° 1: El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para el mantenimiento del desarrollo y del medio ambiente.

Puesto que el agua mantiene la vida, la gestión efectiva de los recursos hídricos demanda un método total, ligando al desarrollo social y económico con la protección de los ecosistemas naturales. La protección efectiva reúne la utilización del agua y el suelo en el conjunto de la cuenca o del acuífero subterráneo.

Principio N° 2: El desarrollo y gestión del agua debería basarse en un método de gestión múltiple incluyendo a usuarios, planificadores y políticos a todos los niveles.

El método de gestión múltiple implica un aumento de la conciencia de la importancia del agua entre los políticos y el público en general. Significa que las decisiones se toman en el nivel más bajo como una total consulta pública y participación de los usuarios en la planificación y puesta en práctica de los proyectos hídricos.

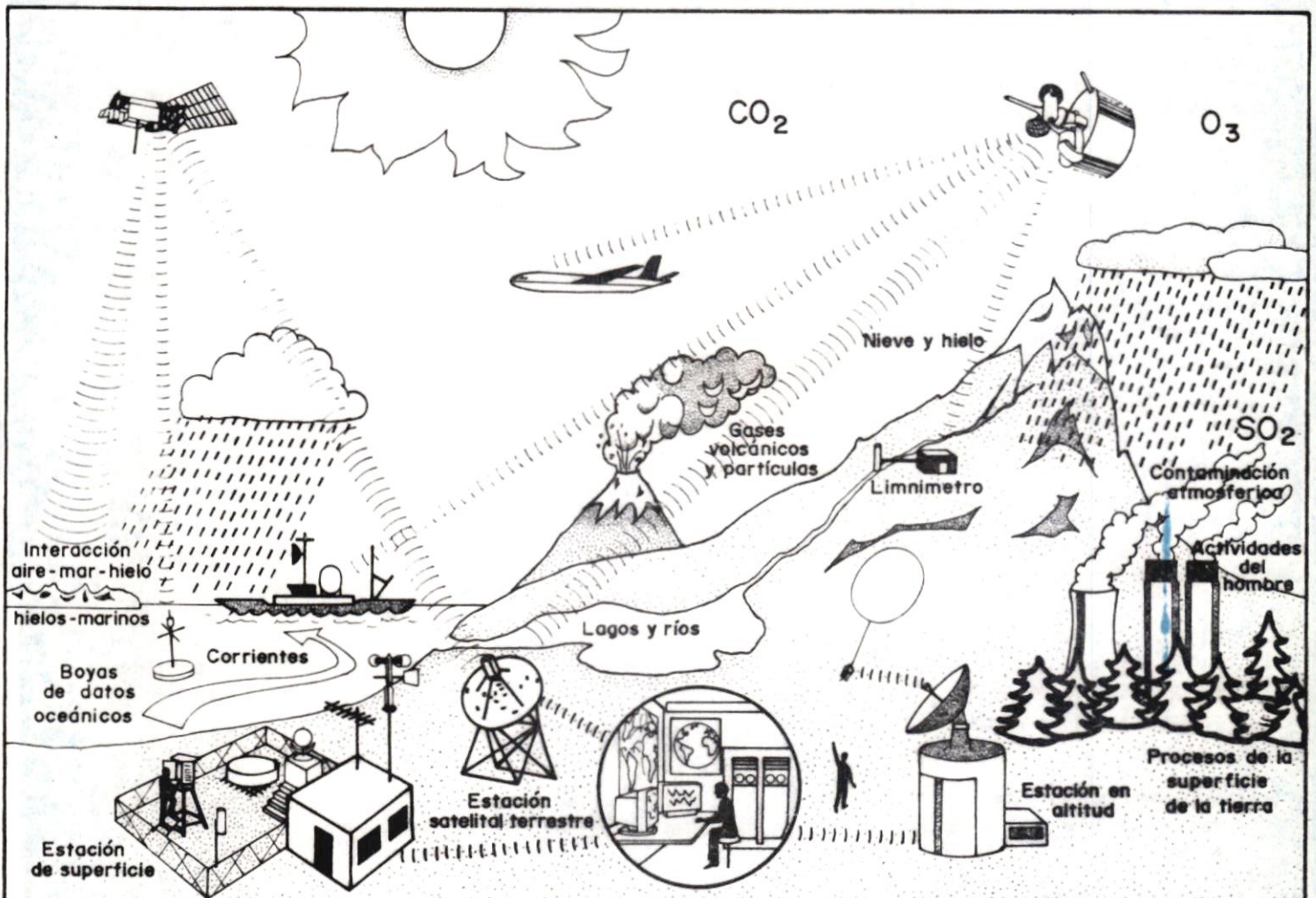
Principio N° 3 : Las mujeres juegan un papel central en la provisión, gestión y salvaguarda del agua.

La aceptación de este principio requiere de políticas positivas para satisfacer las necesidades de las mujeres a participar en la gestión del agua en todos los niveles de los programas de los recursos hídricos, incluyendo la toma de decisiones para la conservación del agua.

Principio N° 4 : El agua tiene un valor económico en todos sus usos y debería reconocerse como un bien económico.

En el marco de este principio, es vital reconocer primeramente el derecho básico de los seres humanos a tener acceso a agua limpia y saneamiento a un precio aceptable. El fracaso del pasado en reconocer el valor económico del agua ha llevado a una utilización de este recurso excesiva y peligrosa para el medio ambiente. La gestión hídrica como un bien económico es una forma importante de lograr una utilización eficiente y significativa y de estimular la conservación y protección del agua.

OBSERVACIONES DEL TIEMPO Y EL CLIMA



LAS REDES DE OBSERVACION DE HOY

En un día característico

5,000 estaciones meteorológicas, **600** estaciones de sondeo atmosférico, **2,000** buques y boyas, **600** aeronaves.

200 estaciones de medida del ozono y de la composición atmosférica, **4** satélites de órbita polar, **5** satélites meteorológicos geostacionarios y miles de estaciones hidrológicas facilitan observaciones fundamentales para comprender el clima y para predecir los cambios climáticos. Sin embargo subsisten todavía fallas en las observaciones y en las transmisiones, lo que produce incertidumbre.

SNMH
551.508.77

B.D. SENAM/0229
MFN = 171

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA e HIDROLOGIA
SENAMHI
CENTRO DE CAPACITACION

PROGRAMA DE CAPACITACION A DISTANCIA
EN OBSERVACIONES DEL
TIEMPO Y EL CLIMA

MODULO N° 1

PLUVIOMETRIA

DOCUMENTO DE INSTRUCCION ELABORADO POR

Nicéforo Ita Magaña	: Meteorólogo
Marco Tulio La Madrid Sánchez	: Técnico Instrumentalista
Rigoberto Gallo Carrasco	: Técnico Instrumentalista
Jorge Maldonado Ruiz	: Observador Meteorológico
Jesús Escalante Torres	: Dibujante