

SANTIAGO, 1999.

M



LABORATORIO DE SEDIMENTO

O

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

**MANUAL DE TERRENO
Y
CENTROS DE FILTRADO**

P

1999

**DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
LABORATORIO HIDROLOGICO**

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

MANUAL DE TERRENO Y CENTROS DE FILTRADO

**WALDO SOLAR MUNDACA
JEFE LABORATORIO DE SEDIMENTOS**

INDICE

	PAG.
1.- Medición de Sedimentos en Suspensión	2
2.- Tipos de Muestras	3
2.1.- Muestras Superficiales o Abreviadas	3
2.1.1.- Muestreo con Canastillo	3
2.1.2.- Muestreo de Orilla con Vadeo	4
2.1.3.- Muestreo de Orilla sin Vadeo	4
2.2.- Muestras en Profundidad	5
2.2.1.- Integrador DH-48	5
2.2.2.- Integrador D-49 o D-74	7
2.2.3.- Integrador D-59	8
2.2.4.- Metodología	8
3.- Responsabilidades del Hidromensurador	10
4.- Obligaciones del Observador	11
5.- Instrucciones Complementarias	13
5.1.- Lectura Limnómetro	13
5.2.- Estado del Tiempo	13
5.3.- Temperatura del Agua	14
5.3.1.- Temperatura del Agua con Vadeo	14
5.3.2.- Temperatura del Agua sin Vadeo	14
6.- Instrucciones para Centros de Filtrado	15
6.1.- Operaciones Preliminares	15
6.2.- Preparación del Filtro	16
6.3.- Determinación del Volumen de la Muestra	16
6.4.- Instrucciones Complementarias	16
7.- Filtración y Calcinación	17
8.- Determinación de la Granulometría del Sedimento	18
9.- Trabajo de Laboratorio	18

10 Análisis de Bouyoucos	19
11 Determinación de la Granulometría del Lecho	20
12 Determinación del eje Hidráulico	22
13 Tablas	23

1.- MEDICION DE SEDIMENTO EN SUSPENSION

Este manual describe las técnicas de terreno para la medición de sedimentos fluviales. La diversidad de los medios ambientes hidrológicos y físicos, además de la exigencia respecto de los datos, han hecho necesario que la persona a cargo de las mediciones de sedimentos este familiarizada con los conceptos básicos relativos a los sedimentos, a los equipos y a las técnicas que deben ser usadas para realizar una oportuna y eficiente medición de ellos;

El conocimiento del sedimento en suspensión en los ríos, hace necesario obtener un número suficiente de muestras superficiales e integradas en profundidad para definir la concentración, ya sea sobre una base continua o periódica, dependiendo de la naturaleza de la corriente y de la precisión exigida. En lugares en los cuales un registro de concentración diaria o continuo es requerido, muchos de los muestreos de rutina son realizados por observadores locales, contratados para recoger las muestras superficiales en una o dos verticales en la sección de la corriente y en una o varias ocasiones cada día. Estos observadores requieren una considerable supervisión. Se trata de lograr la meta de obtener el número y frecuencia deseada de muestras, para definir un buen registro de concentración de sedimentos en suspensión.

Además de la supervisión de control a los observadores, es necesario mantener un programa periódico de muestreo adicional, para relacionarlas con las de los observadores. Estas muestras adicionales son usadas para asegurar que las muestras de los observadores puedan ser ajustadas a la concentración real de la sección transversal. Semejante programa requiere de un personal técnicamente entrenado.

Por esta razón, la Dirección General de Aguas por intermedio de sus Directores Regionales deben designar en esta labor a sus respectivos hidromensores, cuya obligación, junto con otras que mencionaremos mas adelante, será velar porque los observadores a su cargo den adecuado cumplimiento de las obligaciones indicadas dentro del presente instructivo.

2.- TIPOS DE MUESTREOS

2.1.- Muestreos superficiales o abreviados

2.1.1.- Muestreo con canastillo

Se realiza desde un Puente o Carro de Aforo y en el centro de la corriente donde se obtienen las muestras más representativas.

Siempre se deben llevar dos botellas para realizar un muestreo con canastillo. Se introduce la botella sin tapa al canastillo de muestreo y se asegura con una lazada del cordel de sustentación. Se baja hasta tocar levemente con el canastillo la superficie del agua, de modo tal que se inicie un movimiento pendular en el sentido longitudinal del escurrimiento, y en una ubicación aproximada a un metro aguas arriba, se deja alargar el cable de modo que la botella se sumerja completamente en el agua, sacándola al observar que se ha alcanzado el volumen correcto.

Una vez izada la botella, antes de retirarla del canastillo, y aprovechando que la botella es semi-transparente, se verifica que el volumen de muestra recogido este dentro del rango aceptable (3/4 de envase). Si no se cumple esta condición, por estar llena al máximo, se deberá tapar antes de retirarla del canastillo. Se anota en el formulario la observación correspondiente y se repite el muestreo con la otra botella limpia. Por otro lado, si la botella quedara bajo la mitad de su volumen se remuestra en la misma botella para completar el volumen indicado.

Luego de verificar que el nivel esta en el rango aceptable se tapa y se retira del canastillo. Se anotan en el formulario todos los parámetros solicitados, mas las observaciones, si es que se producen, y se da por terminado el muestreo.

2.1.2.- Muestreo de Orilla con Vadeo

La técnica recomendada para realizar un muestreo superficial vadeando desde la orilla, consiste en adentrarse en el escurrimiento hacia la vertical de mayor velocidad tanto como sea posible sin arriesgar la seguridad del operador. Luego debe ubicarse mirando hacia aguas arriba con el brazo extendido hacia adelante sosteniendo la botella inclinada en un ángulo tal que permita, al estar dentro del agua, la salida del aire sin burbujeo. La botella se sumerge parcialmente en el escurrimiento, y se retira al observar que el volumen de la muestra alcanza el nivel deseado. Enseguida la botella se tapa y recién el operador sale del agua. El muestreo se termina solo después de haber realizado las correspondientes anotaciones en el formulario respectivo.

2.1.3. - Muestreo de Orilla sin Vadeo

El aspecto fundamental que hay que tener presente para la adecuada realización de un muestreo de orilla sin vadeo es determinar la mejor ubicación posible del observador en el momento de muestrear. Naturalmente no existe regla general aplicable a todos los casos posibles que se pueden dar en los distintos ríos, y aun, en un mismo río para distintas condiciones de escurrimiento. Sin embargo, se puede establecer algunas condiciones indeseables que se deben evitar al ubicar los puntos de muestreo, tales como: sectores de aguas muertas; remansos; remolinos; sectores de excesiva vegetación, etc.

El observador deberá ubicarse en un lugar lo mas cerca de la corriente que sea posible, sin correr riesgos innecesarios, de modo de alcanzar una zona del escurrimiento que tenga un flujo paralelo a la dirección principal (plenamente desarrollado), teniendo presente de evitar las condiciones indeseables antes mencionadas. Una vez ubicado en el punto de muestreo, el observador sosteniendo firmemente una botella limpia y destapada, debe extender su brazo hacia el centro de la corriente, colocando la botella en un ángulo que permita al estar dentro del agua, la salida del agua sin burbujeo. La botella se sumerge paralelamente a la dirección principal y se retira al observar que el volumen de la muestra alcanza el nivel deseado. La botella se tapa y se anota en el formulario, las observaciones correspondientes.

2.2. - Muestreos en profundidad

El muestreo en profundidad se puede realizar a través de 2 métodos:

- Muestreo puntual a diferente (s) profundidad (es)
- Muestreo de llenado continuo de la botella en toda la vertical, en su viaje de Descenso y ascenso.

Este último, método es el que ocupa actualmente en forma regular por la D.G.A. para ello se cuenta con los siguientes instrumentos.

2.2.1. - Integrador DH-48

El muestreador portátil DH-48, fue diseñado para integrar muestras de sedimentos en suspensión en corrientes lentas $v < 1.0$ m/s. Y poco profundas. Con este instrumento el operador toma muestras de sedimentos mientras vadea la corriente o bien, en condiciones más convenientes y recomendables desde un puente bajo.

El muestreador consiste, esencialmente de un casquete de aluminio sujeto a una barra de 1 mt. De largo y de un peso aproximado de 2 Kg. que contiene el vaso o botella para muestra, lo que permite un fácil descenso y ascenso del muestreador en la vertical seleccionada.

El muestreador está soportado por una barra de acero standard de 12,7 mm. De \varnothing (1/2"), cualquier tipo de barra o tubo deseada puede ser utilizada para soportar el muestreador, siempre que se usen las uniones (\varnothing o hilo) apropiadas.

Instalar dentro del casquete muestreador una botella de vidrio graduado. La botella es afirmada por un soporte posterior, a presión, la mantiene fija a la cabeza del tomador de muestras sellada por una empaquetadura de neopren esponjoso

El soporte posterior puede ser movido o retirado de la parte posterior y la presión de este sobre la botella puede ser ajustada, aumentando o disminuyendo la presión de la tuerca. El contenedor está inclinado en un ángulo de 72.5° , con respecto a la vertical, lo que permite muestrear desde los 90 mm. (3,5") del lecho. Con el instrumento orientado en la dirección del flujo (toma o boquilla horizontal y apuntada aguas arriba) se llena con flujo continuo la botella durante el periodo de inmersión.

El aire desplazado por la muestra es eyectado a través de un escape de ventilación en la cabeza del instrumento orientado aguas abajo. Un valor estático fijo diferencial de 17.5 mm. Entre la entrada y la salida del aire facilitan el muestreo en flujos de baja velocidad y en los remansos. Los muestreadores portátiles vienen equipados normalmente con una boquilla de 1/4" de \varnothing . Sin embargo, se pueden utilizar tomas de menor \varnothing .

El muestreador, mientras está sumergido, continuamente estará tomando muestras en agua corriente incluso cuando la botella se llene. Si la botella llegara a llenarse, la muestra no será representativa y deberá desecharse. En todo caso la capacidad de la botella es de 470 cc. Y el punto de quiebre es tal que cualquier muestra que contenga más de 400 cc. De mezcla agua-sedimento, estaría errática. En orden de proveer suficientes muestras para un análisis de laboratorio, el lapso de tiempo que el instrumento permanecerá sumergido debe calcularse para lograr un muestreo superior a 375 cc. Pero que no exceda los 400 cc. Generalmente es preferible salvar un muestreo inicial inferior a 375 cc. Pero, superior a 300 cc. Que descartar un muestreo de botella llena y efectuar otro en la misma botella. Se sugiere muestreos mínimos de 350 cc. En todo caso una extensión suficiente de muestreos mínimos en volumen pueden ser aceptables para evitar tener que volver a tomar un gran número de muestras.

El volumen de muestras coleccionadas a través de un flujo en la vertical depende, principalmente, de la velocidad vertical media del flujo, del \varnothing de la boquilla y del tiempo que se tiene al instrumento sumergido.

El operador deberá regular el tamaño de la muestra estableciendo un periodo de tiempo apropiado en el cual deberá ser tomada la muestra. Así, el volumen de la muestra puede crecer variando adecuadamente el tiempo de muestreo. Las Fig. N° 1, 2 y 3 muestran la relación entre la velocidad del flujo y el tiempo de llenado para lograr muestras de 400 cc. De volumen con tres Ø diferentes de boquillas.

El tiempo de llenado en segundos representa el tiempo total de inmersión del instrumento e incluye el tiempo utilizado en atravesar, verticalmente, el flujo en ambas direcciones. Por ejemplo, si la velocidad media del flujo en una corriente vertical es de 1.2 m/seg. El gráfico indica que para un equipo muestreador equipado con una boquilla de 1/4" de Ø acumulara un volumen de muestra de 400 cc. En 10 seg. De inmersión.

El tiempo a ocupar en atravesar verticalmente el flujo no tiene por que ser el mismo en ambas direcciones. Sin embargo, la razón a la cual se mueve el muestreador verticalmente debe ser uniforme en ambas direcciones. Así, en el ejemplo dado arriba, el muestreador puede bajarse a una razón constante de 4 seg. Y subirse a una razón, también constante, de 6 seg. El periodo total de inmersión sigue siendo 10 seg.

2.2.2- Integrador D-49 o D-74

Este muestreador de 62 libras de peso, debe ser suspendido de un torno, para tomar muestras de sedimentos en ríos de no más de 6 metros de profundidad.

Tiene una forma aerodinámica de 24 pulgadas de largo, en el cual va encerrada la botella.

La cabeza del muestreador esta engoznada para permitir el acceso a la botella. Se le ha provisto de cola y aleta para orientar el instrumento hacia el flujo del río. La cabeza del muestreador esta taladrada y apta para recibir boquillas de 1/4", 3/16" y 1/8" de diámetro para coleccionar, la muestra.

NOTA El modo de operar de este muestreador es el mismo ya explicado para el DH -48.

2.2.3. - Integrador D-59

Este muestreador liviano fue diseñado para ser suspendido por una cuerda sujeta a mano en ríos demasiado profundos para ser vadeados. Este también, solo cubre parcialmente el recipiente de la muestra. El cuerpo del muestreador tiene 38 cm. de largo, está fabricado de bronce con forma hidrodinámica, y pesa aproximadamente 11 kg. Debido a su ligero peso, su uso está limitado a corrientes menores de 1,5 metros por segundo. El timón de cola se extiende bajo el cuerpo del muestreador, esta extensión fuerza a la boquilla del muestreador a orientarse por sí misma hacia el flujo antes de sumergirse.

2.2.4.- Metodología

- Se muestreará en verticales elegidas de tal forma que entre ellas no escurra más del 10% del caudal total. (Similar a aforos).
- En cada vertical se medirá la velocidad media del flujo y la profundidad.
- En cada vertical se tomará 1 muestra.

Cada muestra se dejará en el mismo frasco usado en el muestreador.

- Las curvas de tarado del muestreador deben dar, para un cierto punto de la sección y para una determinada velocidad y nivel del río, el tiempo de llenado de la botella. Este tiempo es además función del tipo de boquilla que se emplea. (Figs. N°1, 2 y 3).
- El tiempo que transcurre entre el momento en que el muestreador se introduce en el agua y cuando emerge de ella debe ser igual al señalado por las curvas de tarado del muestreador.

- El tipo de boquilla debe elegirse de modo que el ascenso o descenso del muestreador se haga entre los siguientes límites: 1 metro de descenso o ascenso cada 5 segundos a un metro de descenso y ascenso cada 10 segundos.

- Únicamente en los casos en que no sea posible utilizar velocidades comprendidas entre los límites indicados, debido a no contar con una boquilla menor, se podrán aumentar las velocidades señaladas en el punto anterior.

$$V_T \leq 0.4 V_m$$

- Es conveniente que el frasco se llene por lo menos hasta el 75% de su capacidad. Se puede aceptar un máximo de 2 muestras sacadas con un volumen inferior al 75% pero mayor que el 50% de su capacidad.

- Deberá desecharse todo frasco que llegue lleno a la superficie, y se muestreara de nuevo en otro frasco limpio.

- En ríos poco profundos y velocidades bajas, es más exacto reintegrar más de una vez, para lograr el volumen deseado.

- Cada botella de muestra, cuando sea sacada del muestreador debe ser tapada inmediatamente e identificada apropiadamente.

- Una vez terminado el muestreo integrado se tomará una muestra superficial en las dos verticales centrales del cauce.

- En ríos con profundidad superior a 6 metros o en ocasiones de caudales muy altos, que no permitan la realización del aforo en la estación, tampoco se hará el muestreo integrado. En su reemplazo se tomara una muestra superficial en tres verticales donde regularmente se haga el aforo.

- Debe evitarse todo tipo de obstrucciones sumergidas aguas arriba o adyacentes al muestreador para no tener interferencias con el flujo próximo, a la boquilla.

3. - **RESPONSABILIDADES DEL HIDROMENSOR**

- El hidromensor determinara al observador el punto de muestreo. Lo hará de tal forma que permita su clara identificación en cualquier condición del escurrimiento (lo ideal es identificar una vertical sobre el cable transportador).
- Deberá controlar regularmente el modo de operar del observador para que siga el procedimiento adecuado.
- Debe mantener un correcto control de: fecha de entrega de botellas y formularios, duración y fecha de intercambio de botellas, en cada una de las estaciones a su cargo.
- Se preocupara por la buena mantencion del material entregado al observador y de su reposición cuando corresponda, vigilar también el lugar donde el observador guarda las cajas a objeto de que estas no sean dejadas a la intemperie o en lugares húmedos, lo que acelera su deterioro.
- Al retirar las cajas con muestras revisará, en conjunto con el observador, que concuerde lo muestreado con lo anotado en el formulario, con el objeto de aclarar en el terreno mismo, cualquier discrepancia o falta de muestreo.
- Entregará las muestras en total conformidad al centro de filtrado.
- Cuando realice el intercambio de cajas, tomará dos muestras en la misma vertical de rutina y con el mismo método del observador.

- Será responsabilidad del hidromensor, la obtención de muestras integradas, junto con el aforo líquido, indispensable para el cálculo de la concentración de sedimento.
- Para realizar el muestreo integrado se remitirá a lo indicado en 2.2;
- Deberá preocuparse de entregar al centro de filtrado los formularios (rutinario y detallado) con todo los datos en ellos solicitados.
- También deberá velar, por la buena presentación y legibilidad de estos formularios. Si así no fuera, deberán ser pasados en limpio, antes de ser despachados al laboratorio central.

4. - OBLIGACIONES DEL OBSERVADOR

- Efectuar los muestreos rutinarios todos los días, incluyendo domingos y festivos. Debe darse especial importancia al muestreo en los días de lluvia y/o nieve.
- Sacar las muestras siempre en el mismo punto de la corriente, el cual ha sido previamente especificado por el hidromensor a cargo de la estación.
- Las botellas están dotadas de un número de orden que las hace únicas y están ordenadas en las cajas de menor a mayor, lo cual, da un orden de trabajo tanto en terreno como posteriormente en el laboratorio, por lo tanto el observador debe revisar el orden al momento de recibir las cajas y debe respetar esta al momento de realizar los muestreos.
- Cada una de las muestras debe ser recogida en una botella que debe estar limpia al momento de introducirse en el canastillo metálico que se usará para muestrear.

- El volumen del agua contenido dentro de la botella de muestreo debe quedar comprendido entre la mitad y tres cuartas partes de capacidad máxima. Si una botella se llena hasta rebasar, esta debe ser tapada y sacada del canastillo. Se anota en el formulario la observación correspondiente, luego de lo cual se debe recoger otra muestra en una botella limpia.

- Una vez sacada la muestra, la botella debe ser cuidadosamente tapada y se anota en el formulario, claramente la siguiente información: fecha, hora efectiva que realizo el muestreo (no anotar la hora en que debería haberse realizado), temperatura, altura limnimétrica, N° de la botella y estado del tiempo.

- El observador deberá completar el formulario con todos los antecedentes en el solicitados: nombre de la estación, región, hoyo hidrográfica, día de inicio del formulario y día del cierre, mes, año, N° de la caja, distancia de la orilla al punto de muestreo y orilla de la cual se hace referencia.

- También el observador anotará en el margen o al pie del formulario, cualquier anomalía que él vea en el río como: gran turbidez y/o cambio de coloración sin explicación.

- En caso de pérdida de una botella, se realizara el muestreo en la botella siguiente, ya que esto, no es causal para no muestrear.

- Las botellas y el equipo entregado al observador, solo debe ser usado para los fines de extracción de muestra. Por ningún motivo se debe llenar con otros líquidos extraños a su uso.

- Finalmente, es de suma importancia que el trabajo del observador sea realizado con gran honradez, es decir no debe cambiar la hora ni los puntos de muestreo, no debe hacer doble muestreo cuando en alguna ocasión y por un motivo muy justificado, dejo de muestrear. Es preferible anotar la constancia en el formulario de dicha omisión.

5. - INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

5.1. - Lectura Limnómetro

Para determinar la altura limnimétrica, observara a lo menos durante 30 segundos la oscilación de la superficie del agua sobre la regla. A partir de los valores máximos y mínimos observados durante ese lapso de tiempo, aplicara un promedio aritmético simple, que corresponde al valor de la altura limnimétrica del escurrimiento.

5.2. - Estado del tiempo

También es importante anotar el estado del tiempo puesto que las variaciones de este, especialmente las lluvias, se reflejarán en la cantidad de sedimento presente en las muestras y ayuda a comprender las posibles variaciones de la concentración.

Los estados de tiempo se denominaran para este fin como:

Despejado (D) Se considerará el estado del tiempo como despejado, si en el periodo de Tiempo comprendido entre el muestreo anterior y el que corresponde a la Presente anotación ha predominado el número de horas de cielo despejado Sobre el cielo nublado.

Nublado (N) Se define como nublado cuando el cielo presenta, a lo menos, la mitad Cubierto con nubes de cualquier tipo. Se considera el estado del tiempo Como nublado cuando predomina, en número de horas, el cielo nublado

Lluvia (L1) Se considera el estado del tiempo come lluvia, si durante el periodo de Tiempo comprendido entre el muestreo anterior y el presente se produce Una precipitación por mínima que sea, despreciando el estado del tiempo Anterior a la lluvia.

5.3. - Temperatura del Agua

Los datos de temperatura del agua pueden parecer poco importantes en comparación con los datos de sedimento. Sin embargo, tiene una creciente lista de usos, fuera de hacer falta para ayudar a evaluar las características del transporte de sedimentos en la corriente. La temperatura o viscosidad del flujo, afecta la suspensión y depósito de sedimentos y puede afectar la rugosidad en una corriente con lecho de arena.

5.3.1. - Temperatura del agua con vadeo

El mejor método para obtener la correcta temperatura del agua, es sumergir el termómetro mientras se vadea. El termómetro es mantenido bajo el agua aproximadamente medio minuto, para permitir que la temperatura del termómetro se equilibre con la temperatura del agua. El bulbo del termómetro debe siempre permanecer en el agua, hasta después que la lectura sea obtenida. La lectura de un termómetro mojado cuando es expuesto al aire puede disminuir varios grados en cuestión de segundos, debido a la evaporación, si el aire está seco o el viento está soplando. Asegúrese que la ubicación en la corriente donde se toma la temperatura no este afectada por un manantial o un tributario.

5.3.2. - Temperatura del agua sin vadeo

Cuando no es posible vadear dentro de una corriente y tampoco se puede acceder a la orilla, la temperatura del agua debe ser tomada de una botella de muestra. Para ello el termómetro debe ser sumergido dentro de una botella ya ambientada a la temperatura aproximada del río. Se debe dejar aproximadamente 15 segundos y leer la temperatura. El termómetro deberá ser leído mientras el bulbo este sumergido. Es recomendable usar los muestreos de las verticales del centro del escurrimiento.

6. - INSTRUCCIONES PARA CENTROS DE FILTRADOS

Se necesitan los siguientes elementos:

- Embudo Buchner de 11,5 cm. Ø.
- Matraz de filtración (kitasato 10 L.).
- Tapón perforado para ajuste de embudo al matraz.
- Bomba de vacío.
- Manguera de presión.
- Frasco lavador con agua limpia.
- Pinza.
- Papel filtro.
- Sobres para sedimento.

6.1. - Operaciones Preliminares

- Al llegar las muestras al Centro de Filtrado, ingresar a un libro y registrar nombre De la estación, fecha de inicio y termino del muestreo, numero de botellas y Numeración de estas.
- Separar siempre las muestras a filtrar por estaciones, guiándose por el formulario De muestreo.
- Para mayor facilidad y evitar errores, ordenar cronológicamente y correlativamente Dichas muestras.
- Preparar los sobres, completando los datos en los solicitados.
- Pesar las botellas con agua y sin tapa.

6.2. - Preparación del filtro

Colocar una hoja de papel filtro seco sobre el embudo Buchner y mojar con agua destilada del frasco lavador para que se adhiera bien, y se conecta la bomba de vacío. Luego se derrama la muestra sobre la extensión filtrante. Para remover el sedimento adherido a las paredes de la botella se utiliza el chorro del frasco lavador. Se espera de que pase todo el líquido por el filtro y se lanza un chorro de agua a las paredes del embudo para que el sedimento adherido se centre en el filtro. Finalmente los filtros se retiran del embudo con ayuda de la pinza y se doblan en cuatro utilizando la punta del filtro para retirar los sedimentos adheridos al embudo; los filtros húmedos se introducen en los sobres para sedimento los que posteriormente se secan en el horno de secado.

6.3. - Determinación del volumen de la muestra

- Pesar la botella vacía seca.
- La diferencia entre el peso de la botella llena y vacía corresponde al volumen de la muestra (agua, $d=1$). Anotar este valor en litros, con tres decimales.

6.4. - Instrucciones Complementarias

- Todos los implementos que se utilizan en la filtración deben estar rigurosamente Limpios.
- Guardar las botellas vacías, prolijamente lavadas y en orden correlativo en sus Respectivas cajas, quedando de esta manera listas para salir nuevamente a terreno.
- Llevar un registro de las salidas de botellas a terreno, N° de ellas, periodo de Duración y fecha de reposición por pérdida o deterioro.
- Hacer llegar oportunamente al Laboratorio Hidrológico los sobres conteniendo las Muestras del mes.

- El paquete con sobres de sedimentos, debe venir con el formulario de muestreo, Pasado en limpio, con el objeto que el formulario del observador quede en la región, Como constancia de lo que se envía.
- Los formularios deben venir completos, vale decir con todos los antecedentes en el Solicitados.

7.- FILTRACION Y CALCINACION

Este método es de aplicación generalizada por su rapidez y por eliminar las materias orgánicas. Puede ofrecer inconvenientes cuando los sedimentos son ricos en materias calcarias, se necesitan los siguientes elementos:

- Balanza analítica 0,1 mg.
- Estufa de secado.
- Horno de mufla para calcinación.
- Disecador.
- Tenazas para tomar crisoles.

El volumen de la muestra se determina según 6.3. La filtración se opera según 6.2. Los crisoles con los filtros húmedos se secan convenientemente y se calcinan en el horno mufla a 550° o 600° C. Por espacio de dos horas. Por su importancia para la evaluación de los resultados, se deja constancia de la temperatura efectiva de calcinación en los formularios correspondientes a las muestras. Antes de enfriarse se trasladan los crisoles al disecador de donde se sacan una vez fríos y se pesan en la balanza analítica anotando su peso en el formulario correspondiente.

)

8.- DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO

TRABAJO DE TERRENO:

- Las muestras se tomaran en un punto fijo de la sección de control, que en lo posible no variara durante el periodo de muestreo.

- Las muestras se tomaran en baldes de 15 Lts. De capacidad tarado.
- La muestra mínima deberá ser de 105 Lts.
- Cada balde de agua se hará pasar por un tambor de tamices.
- Este tambor contara de tamices con las siguientes mallas: 40, 100 y 200 de la serie ASTM.
- Se tomaran tres muestras de 0,5 Lts. de tres baldes diferentes.
- Una vez terminado el muestreo se cerrara el tambor t se llevara al laboratorio mas cercano.
- En el tambor de tamices cerrado se pegara una etiqueta con los siguientes datos: Sección, Fecha, Hora, Lectura linmimetrica, Frascos con muestras números y Volumen de la muestra.

9.- TRABAJO DE LABORATORIO

- Se secara el tambor de tamice en un horno a 105°, procediendo a realizar el Pesaje de las mallas por separado (40,100 y 200).
- El residuo se calculara por diferencia, es decir restando el peso total de gasto sólido calculado con las muestras de 0,5 Lts., el peso de gasto sólido retenido en las mallas 40, 100 y 200.

10.-ANALISIS DE BOUYOUCOS

FINALIDAD:

Determinar el diámetro de las partículas finas y el porcentaje correspondiente en suspensión de una muestra de 100 grs.

ELEMENTOS QUE SE UTILIZAN PARA EL ENSAYO

- 1.- Baño termostático.
- 2.- Motor controlador de temperatura.
- 3.- Probetas de 1 Lt. (cuatro o cinco).
- 4.- Densímetro de Bouyoucos (registra gramos en suspensión por litro de agua).
- 5.- Motor homogenizador (nueve a catorcemil revoluciones por minuto).
- 6.- Matraz
- 7.- Agua destilada
- 8.- Agua Oxigenada.
- 9.- Floculantes.

OPERATORIA

- Se escoge una muestra de 100 gr. Secos que pase por malla de 200.
- Se deja reposar durante 19 Hrs. Con solución de agua destilada.
- Se le agrega 20 cc. De floculantes.
- Se dispersa la solución con motor durante 2 Min.
- Se completa la dispersión con agua destilada hasta 1 Lt. En probeta tarada.
- Se coloca en baño térmico con temperatura constante de 18 a 21 °.
- Se agita la dispersión durante 1 Min. En forma manual.
- Se coloca nuevamente en el baño térmico y se lee con el aerómetro en:
 - 1 minuto.
 - 2 minutos.
 - 5 minutos.
 - 10 minutos.
 - 15 minutos.
 - 30 minutos.
 - 60 minutos.
 - 1.440 minutos.
- Se ejecutaran las correcciones por:
 - Temperatura.
 - Peso específico real.
 - Constante del Aerómetro.

11.- DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DEL LECHO

ELECCION DE LA ZONA DE MUESTREO

- El punto de muestreo debe quedar preferentemente en algún banco activo de depósito, si no existe un banco de este tipo como ocurre generalmente en los ríos de alta cordillera, debe hacerse en la orilla del río.

CRITERIOS PARA SELECCIONAR UN BANCO ACTIVO DE DEPÓSITO

- Se llama así a todo aquel material que durante el estiaje queda a la vista y que En la próxima crecida va a formar parte del arrastre del río.
 - Se reconocen por que aparecen ubicados en el centro del río. (banco-isla).
 - Superficialmente aparecen desprovistos de vegetación. El material que lo Constituye esta lavado y sin rasgos de meteorización.
 - El material es redondeado, característica de su origen fluvial, y que a la vez Sirve para distinguirlo de detritus locales (como material que se desprende de Las laderas.

TOMA DE LA MUESTRA

- En la zona elegida se define un área de 1,0 m X 1,0 m.
- Se procede a pasar por tamices el material de los primeros 20 cm. Anotando los pesos retenidos en cada una de las mallas.
- En igual forma se tamizaran dos capas más de 20 cm. De espesor cada una, hasta llegar a la profundidad de 60 cm.

TAMICES A USAR

- Debe emplearse la serie de tamices siguientes: 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 mm.

TRABAJO A REALIZAR EN EL LUGAR DE MUESTREO

- En el pozo de muestreo se recomienda hasta la malla de 8mm.

El material bajo 8mm se procesara de la siguiente manera:

- Se acumula sobre una capa o una plancha de zinc, todo el material que pasa por la Malla de 8mm. Proveniente de cada capa de 20 cm.
- Debe anotarse el peso total de este material.
- Se revuelve a pala, hasta conseguir que sea una mezcla homogénea.
- Se separa de el una muestra superior a 5.0 kg.

- Esta muestra debe ser enviada a laboratorio, envuelta en bolsas de polietileno, para evitar la pérdida del material fino y debidamente identificada.
- Se envía además el formulario con los pesos retenidos hasta la malla de 8mm., y el peso total de material, bajo 8 mm. extraído en esa capa.
- En igual forma se procede con cada una de las otras dos capas.

En resumen se envía a oficina, 3 formularios y 3 muestras por cada pozo.

TRABAJO A REALIZAR EN LABORATORIO

- El laboratorio se encargara de continuar con el tamizado y llenar la columna de pesos retenidos desde la malla de 4 mm. hasta la ultima. Para esto se procede en la siguiente forma:
 - La muestra de aproximadamente 5 kg. Se pesa con su humedad natural (ya que La envoltura de plástico impide que cambie) y también seca. Si la variación de Peso es mayor de 1% respecto al peso húmedo, se corrige el peso total de Muestra bajo 8mm. En este mismo porcentaje.
 - Se procede al tamizado de la muestra.
 - Se multiplica cada uno de los pesos retenidos procedentes de este tamizado, por Un factor K.

$$K = \frac{\text{Peso corregido del total de mat. Bajo 8 mm.}}{\text{Peso seco de la muestra (5kg.)}}$$

- Estos valores así obtenidos pasan a llenar el resto de la columna de pesos Retenidos llegados desde terreno.
- Se dibuja luego la curva granulometrica en el formulario respectivo.

INFORMACION ANEXA

- Debe acompañarse un croquis indicando la ubicación de la zona muestreada y dentro de ella la del pozo.
- Es conveniente acompañar fotografías del lecho del río, mostrando laderas, vegetación etc.

12.- DETERMINACION DEL EJE HIDRAULICO

Debe medirse la pendiente del eje hidráulico por lo menos dos veces en el año. Una vez en estiaje y otra en la época de aguas máximas. En ambos debe medirse además el gasto y la altura limnimétrica.

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL EJE HIDRAULICO

- La nivelación del eje hidráulico se hace tomando puntos cada 20 mt. Y por una distancia no menor de 400 mt.
- Esta nivelación debe ser cerrada y relacionada con el P.R.
- Cuando es posible se hace la nivelación por el centro del río tomando la superficie libre y el fondo. En caso contrario se hace una nivelación por ambas orillas.

INFORMACION QUE DEBE ENVIARSE A OFICINA

- Se envía a oficina el detalle de la nivelación con las cotas calculadas en relación a la cota del P.R., además el dibujo en papel milimetrado del o los perfiles obtenidos.
- Al principio, en el medio y al final del eje hidráulico se medirán perfiles transversales, tomando la orilla de agua y en lo posible el fondo del lecho. Estos perfiles deben llegar hasta una cota superior a la crecida máxima.

LT 74

DEPTH-INTEGRATING SUSPENDED-SEDIMENT SAMPLER, US D-74

This is a 62-pound sampler for suspension by cable, reel, and crane to take suspended-sediment samples in streams not greater than 18 feet in depth.

The sampler has a cast bronze streamlined body 24 inches long, in which a pint or quart glass sample container (not furnished) is enclosed. The head of the sampler is hinged to permit access to the sample container. Tail vanes are provided to orient the instrument into the stream flow. The head of the sampler is drilled and tapped to receive the 1/4-inch, 3/16-inch, or 1/8-inch intake nozzle which projects into the current for collecting the sample. A port which points downstream is provided on the side of the sampler head from which air escapes as it is displaced by the sample being collected in the container.

The instrument is suspended on a hanger bar attached to a 1/8-inch steel cable and is lowered and raised by means of a reel mounted on a crane. None of the equipment for suspension of the sampler is furnished.

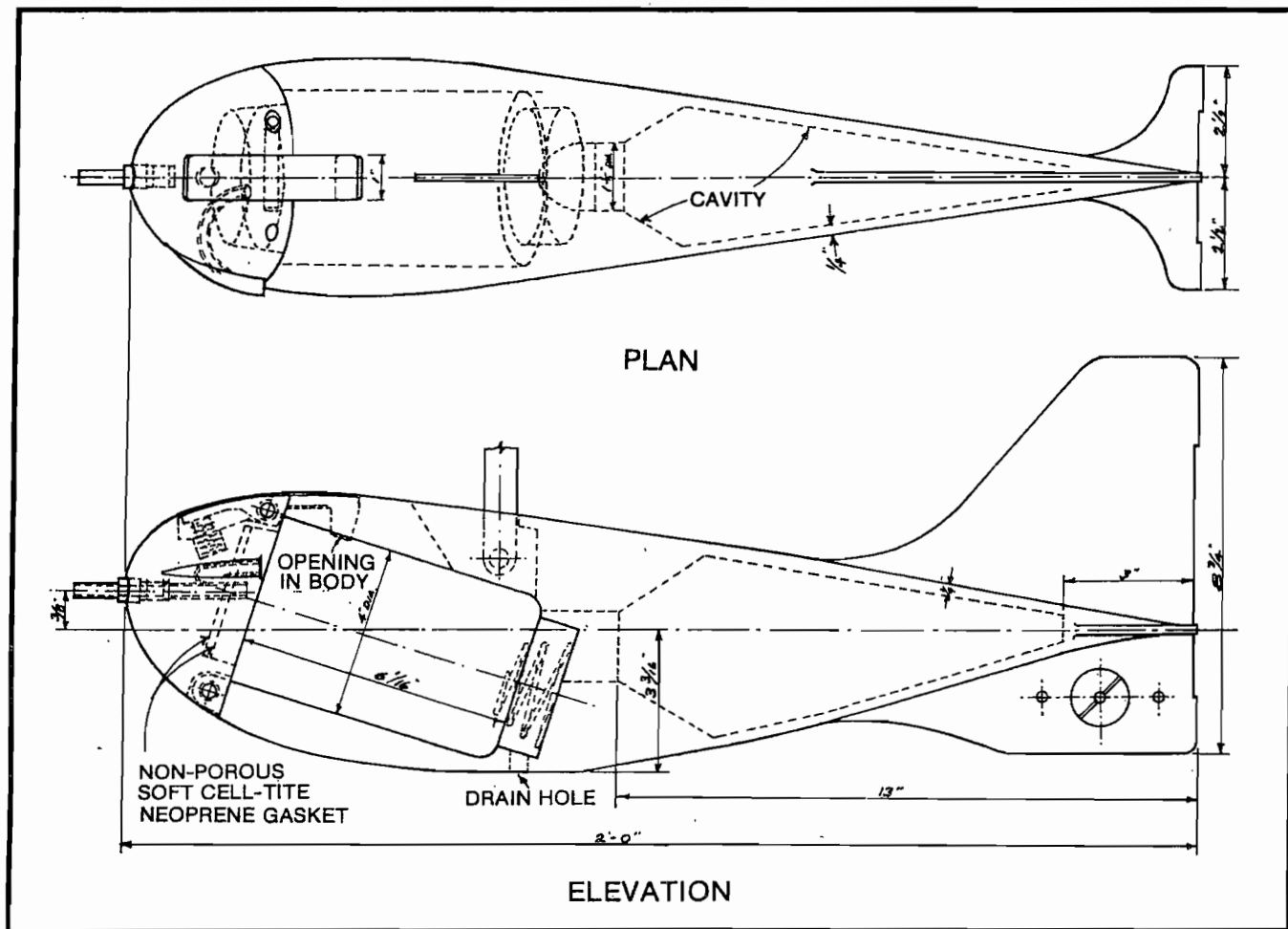
This instrument is generally operated from a bridge or cableway.

To obtain a sample, a bottle is inserted in the sampler and the instrument is lowered at a uniform rate from the water surface to the bottom of the stream, instantly reversed, and then raised again to the water surface at a uniform rate. The sampler continues to take its sample throughout the time of submergence. At least one sample should be taken at each vertical selected in the stream cross section. A clean bottle is used for each sample.

Each sampler is calibrated and furnished with three 1/4-inch, three 3/16-inch and three 1/8-inch nozzles.

Shipment is made in a hinged wooden box suitable for storing and transporting.

Net Weight 62 Lbs. (28 kg)
Shipping Weight 82 Lbs. (37 kg)
Shipping Container- 8 1/2" x 10 1/2" x 28 1/2"
(1.5 cu. ft.)



MANUFACTURED BY:

PRODUCT
MANUFACTURING CO.

[612] 484-8427

MAPLEWOOD INDUSTRIAL PARK
2515 HIGHWAY 61 NO. ST. PAUL, MN 55109

950,-

5

DEPTH-INTEGRATING HAND-LINE SUSPENDED-SEDIMENT SAMPLER, US DH-59

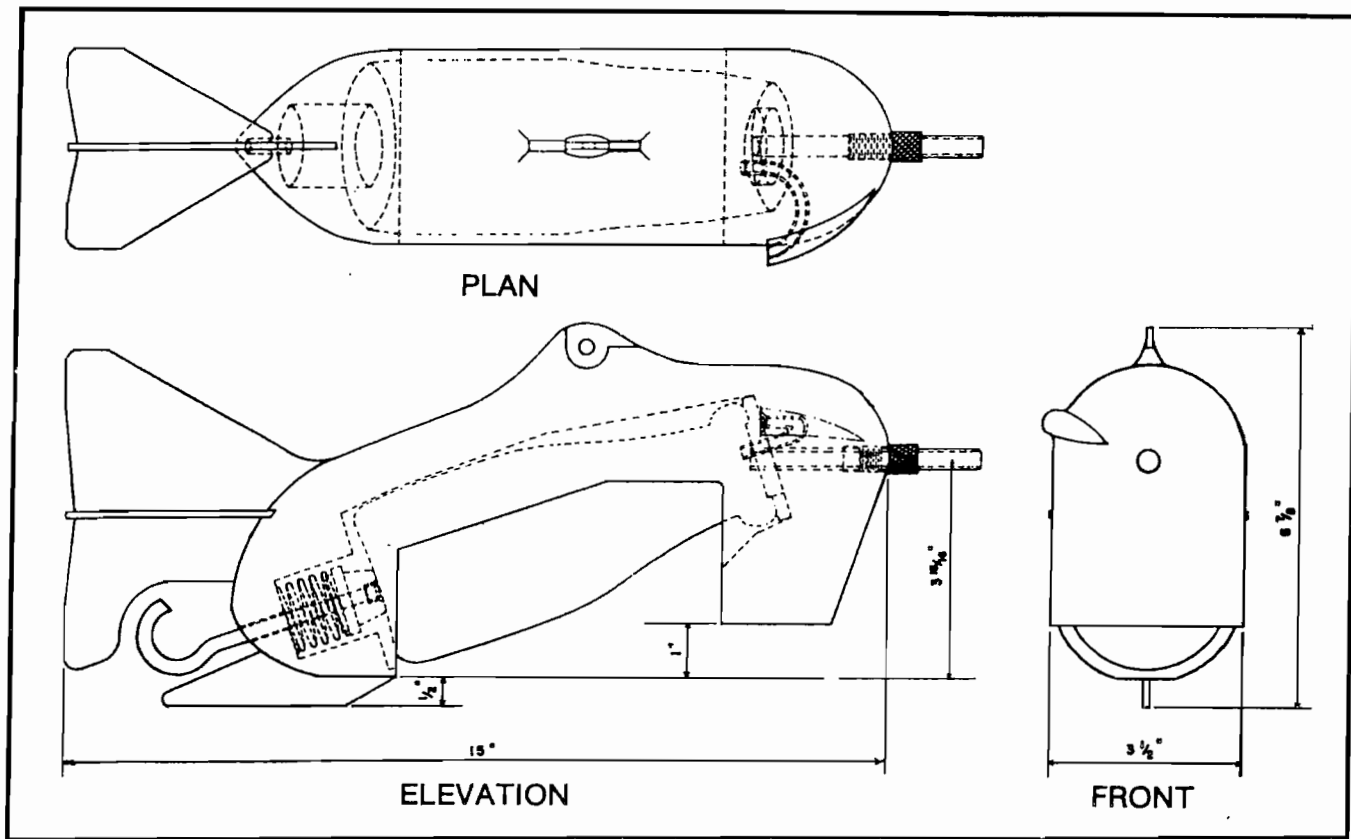
This is a medium-weight suspended-sediment sampler for attachment to a hand-line type of suspension. The sampler can be lowered and raised by hand power with a flexible suspension line and hand over hand operation.

This sampler comprises a stream-lined bronze casting, 15 inches long, which partially encloses a pint-size glass bottle. This sampler weighs approximately 22-pounds and is equipped with a tail vane assembly to orient the intake nozzle of the sampler into the approaching flow as the sampler enters the water. The glass-bottle sampler container is sealed against a gasket in the head cavity of the casting by pressure applied to the base of the bottle by a hand-operated spring-tensioned pull-rod assembly at the tail of the sampler. Suspended-sediment samples, collected by the intake nozzle projecting horizontally upstream from the head of the casting, are discharged into the bottle containers. The air in the bottle which is being displaced by the accumulated sample is ejected downstream through an air exhaust tube cast integrally with the body casting and protected by a streamlined projection alongside the head of the sampler. The sampler is calibrated and supplied

with two 1/4 inch, two 3/16 inch and one 1/8 inch inside diameter nozzles. Sample container bottles and the suspension are not furnished with the hand-line suspended-sediment sampler.

In operation, a clean bottle for each sample is securely sealed within the body of the sampler. The appropriate nozzle is selected and seated in the threaded recess of the sampler head, and the sampler lowered and raised at a uniform rate between the water surface and the bottom of the stream. On contacting the stream bed the direction of travel is reversed instantly and the sampler raised at the same or some other uniform rate. This sampler continues to take its sample throughout the period of submergence and must be removed from the stream before the bottle has completely filled. Bottled samples are carefully removed from the sampler, properly capped and marked, and shipped to the laboratory for analysis. Each sampler is shipped in a hirad wooden box suitable for storing and transporting.

Net Weight 22 Lbs. (11 kg)
Shipping Weight 35 Lbs. (16 kg)
Shipping Container—6" x 9" x 19" (.6 cu. ft.)



MANUFACTURED BY:

PRODUCT
MANUFACTURING CO.

MAPLEWOOD INDUSTRIAL PARK
2515 HIGHWAY 61 NO. ST. PAUL, MN 55109

(612) 484-8427

400

4

DEPTH-INTEGRATING SUSPENDED-SEDIMENT WADING-TYPE HAND SAMPLER, US DH-48

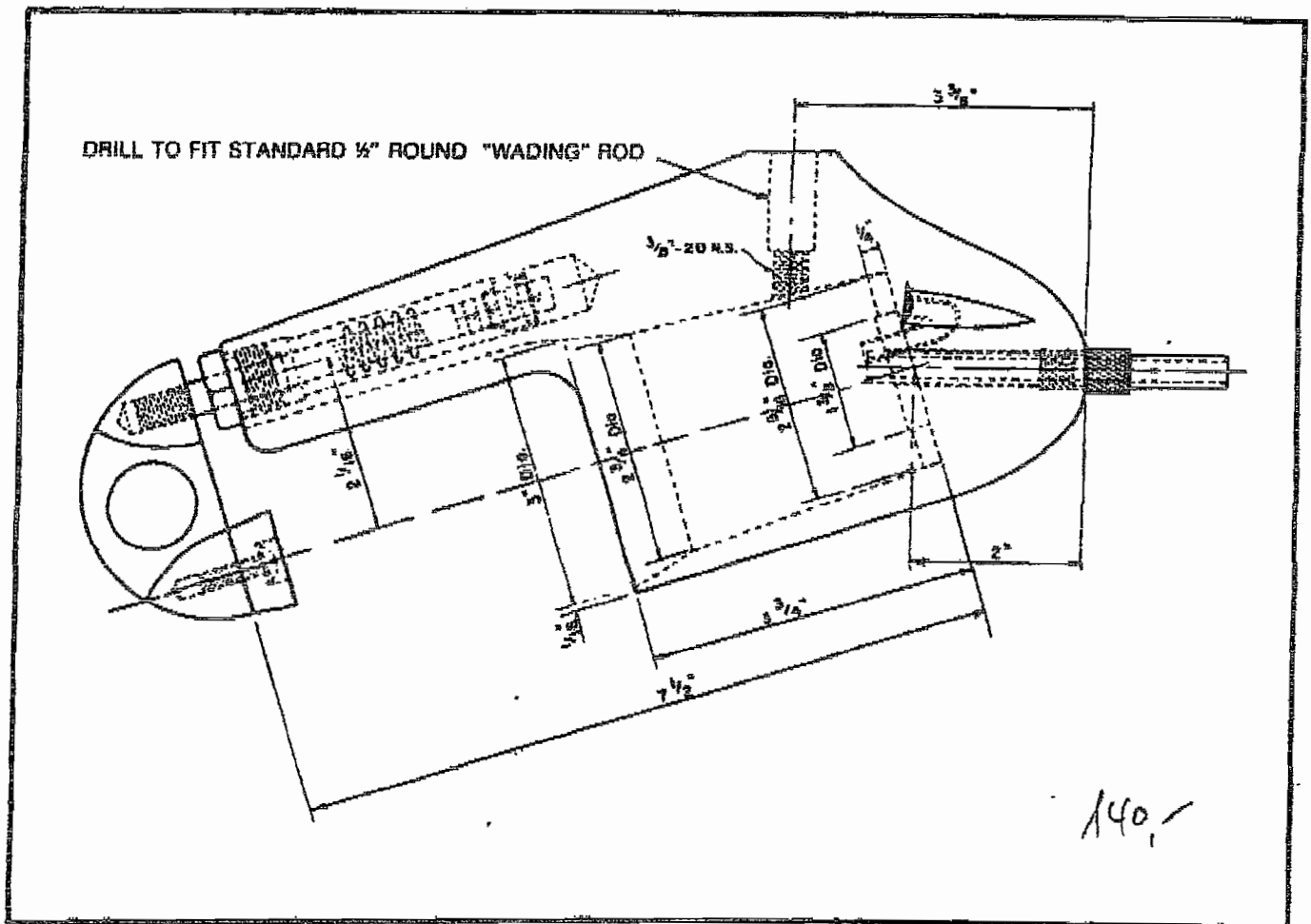
This is a light-weight sampler for collection of suspended-sediment samples where wading rod sampler suspension is used.

The sampler consists of a streamlined aluminum casting, 13 inches long, which partially encloses a pint bottle sample container (not furnished). The sampler weighs 4½ pounds including sample container. An intake nozzle extends horizontally from the nose of the sampler body. A streamlined projection, pointing toward the rear on the side of the sampler head, accommodates the air exhaust port from which air may escape from the bottle as the sample is being collected. A standard ½-inch wading rod (not furnished) is threaded into the top of the sampler body for suspending the sampler. The sample container is held in place and sealed against a rubber gasket in the sampler head, by a hand-operated spring-tensioned clamp at the rear of the sampler. The instrument can sample to within 3½ inches of the stream bed. The sampler

is calibrated and supplied with two ¼" inside diameter nozzles.

In the sampling operation, the intake nozzle is oriented into the current and held in a horizontal position while the sampler is lowered into the stream. The sampler is lowered at a uniform rate from the water surface to the bottom of the stream, instantly reversed, and then raised again to the water surface at a uniform rate. The sampler continues to take its sample throughout the time of submergence. At least one suspended-sediment sample should be taken at each vertical selected in the stream cross section. A clean bottle is used for each sample.

Net Weight 4 Lbs. (2 kg)
Shipping Weight 9 Lbs. (4 kg)
Shipping Container—5" x 5" x 12" (.25 cu. ft.)



MANUFACTURED BY:

PRODUCT
MANUFACTURING CO.
MAPLEWOOD INDUSTRIAL PARK

[612] 484-8427

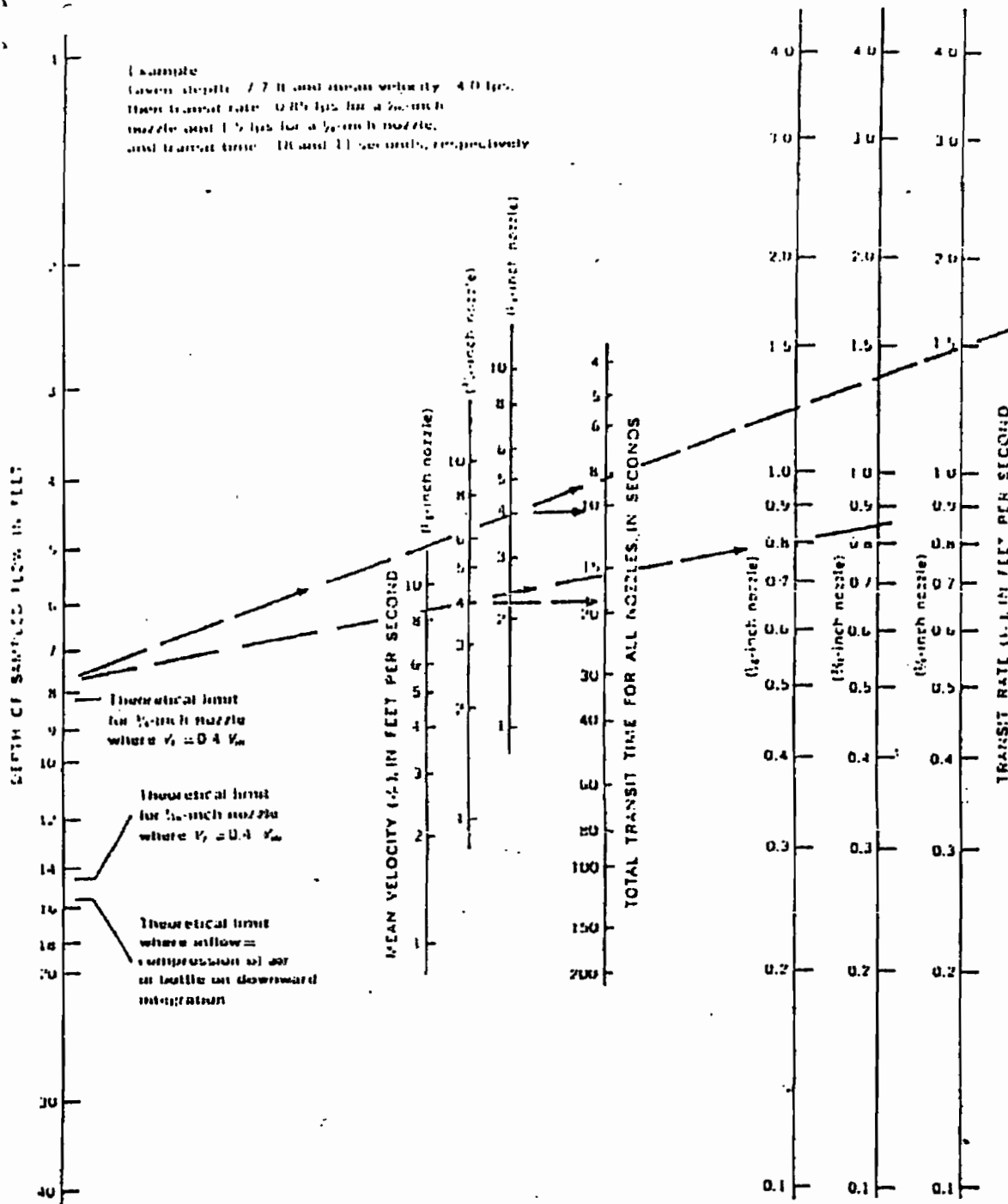
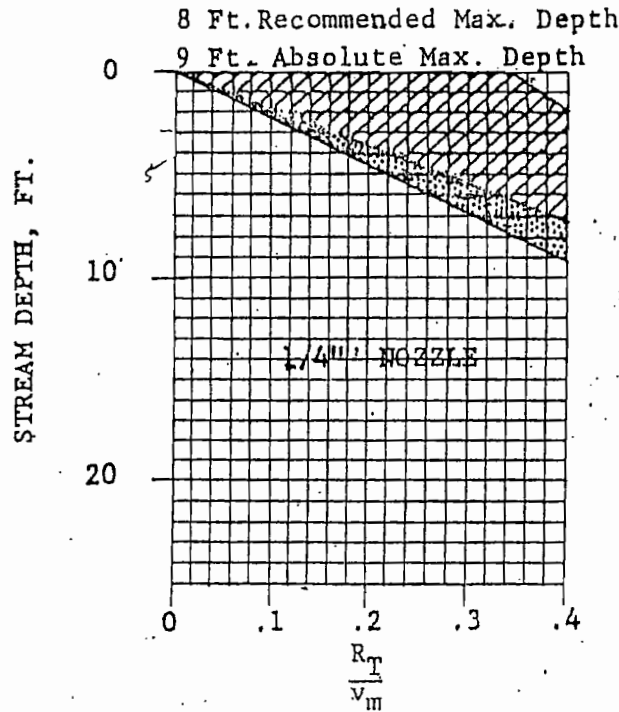
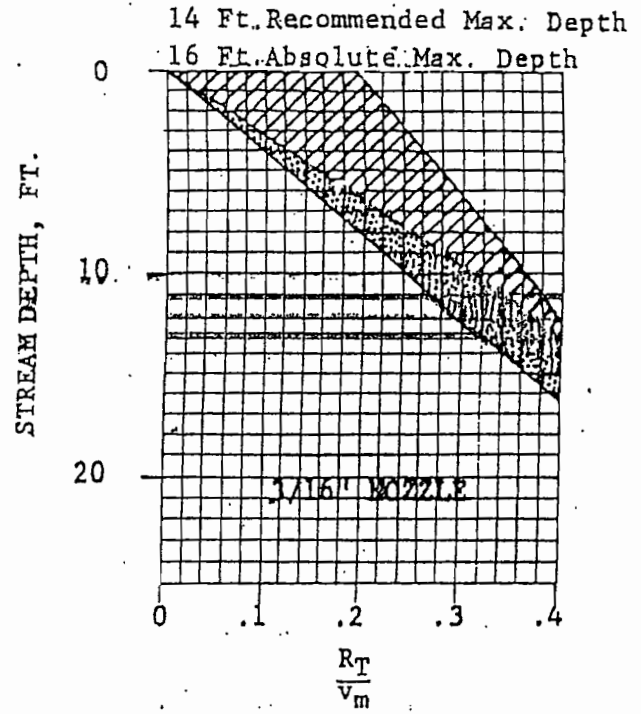
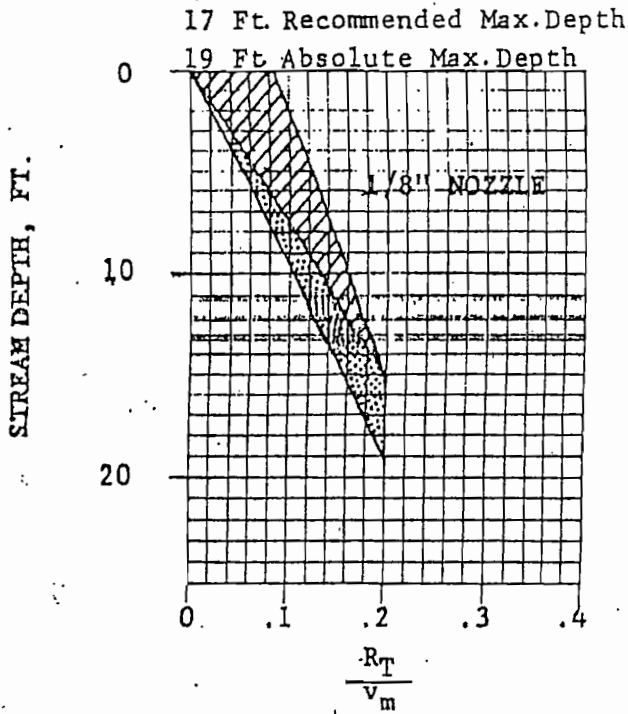


Figure 22.—Round trip (stream surface to bed and return) suspended-sediment sampler transit rate and transit time for 1/8-, 1/4-, and 1/2-inch intake nozzles, given the sampling depth and mean velocity of flow. The assumed volume of sample is equal to 395 cc and the sampling ratio is equal to 1.0.


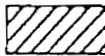
TRANSIT RATES FOR DEPTH-INTEGRATING SAMPLERS
D-74, D-74AL, D-74TM, AND D-74AL-TM

PINT SAMPLE CONTAINER
350 ml < Sample Volume < 440 ml



$Prof = TABLA = \frac{RT}{v_m}$

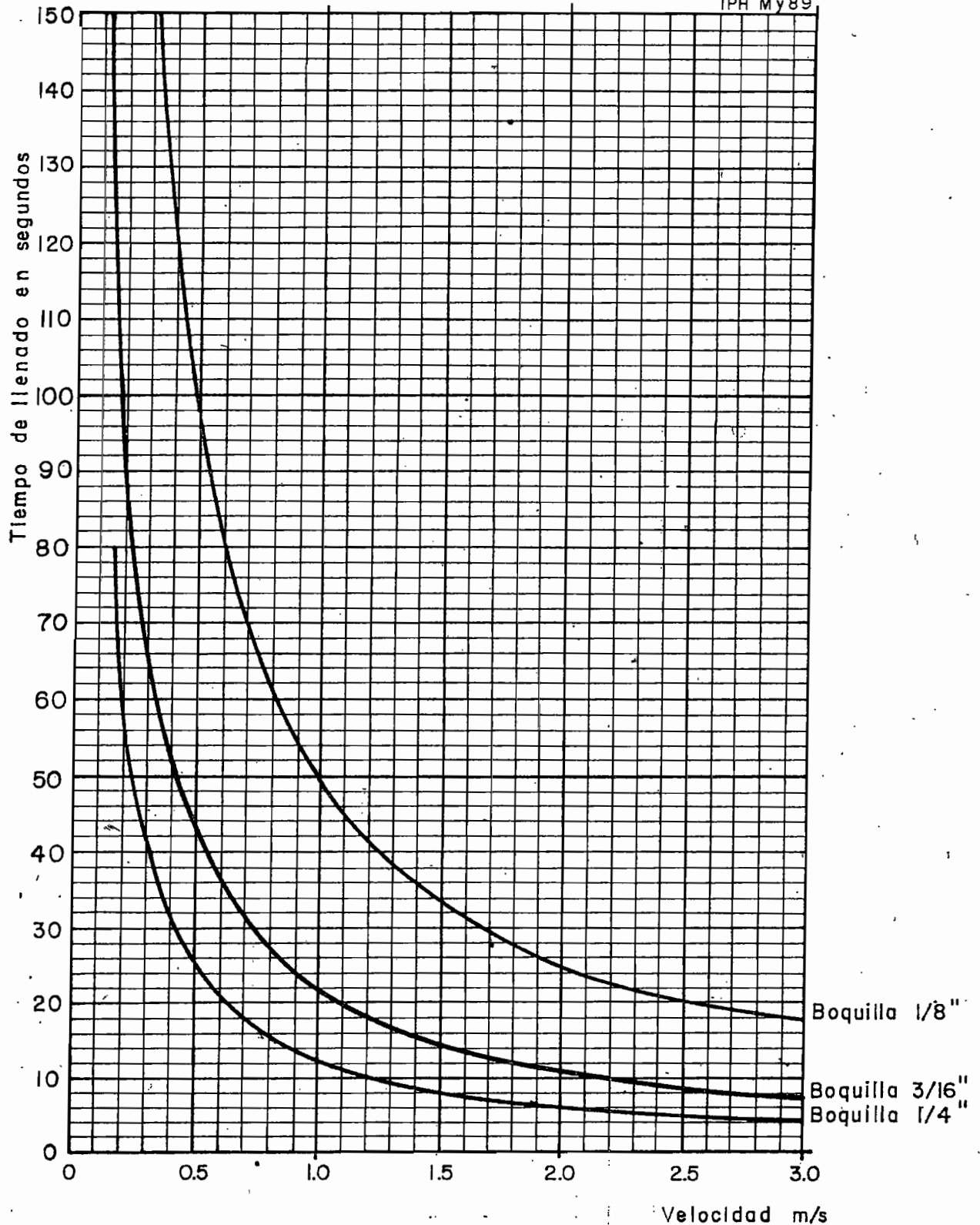
$\frac{RT}{v_m} \times v_m = VT \rightarrow \frac{2 \times Prof}{VT} = TT$

-  Optimum Range for Single Integration.
-  Permissible Range for Single Integration.

R_T = Transit Rate of Sampler.

v_m = Mean Stream Velocity in Vertical.

FIGURE 2



MUESTREO INTEGRADO
TIEMPO DE LLENADO ENVASE
400 cc

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS



3 5617 00005 4668