



COMISION NACIONAL  
DEL AGUA



**PROGRAMA AGUA LIMPIA**  
PROGRAMA AGUA LIMPIA  
PROGRAMA AGUA LIMPIA  
PROGRAMA AGUA LIMPIA  
PROGRAMA AGUA LIMPIA  
PROGRAMA AGUA LIMPIA

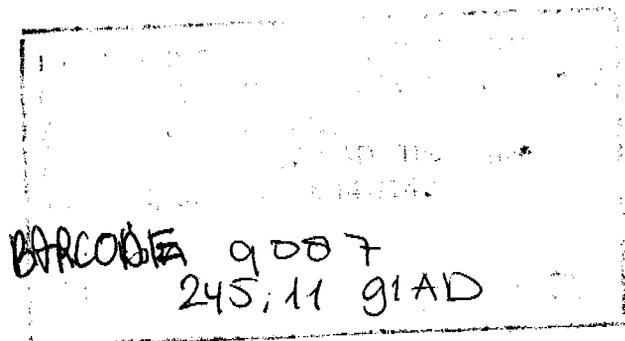
REFERENCE CENTRE  
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND  
SANITATION (IRC)

# **ORGANIZACION DEL TRABAJO Y MUESTREO EN CAMPO**



COMISION NACIONAL  
DEL AGUA

## ADIESTRAMIENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES EN EL SECTOR AGUA



MANUAL No. 4  
**ORGANIZACION DEL TRABAJO  
Y MUESTREO EN CAMPO**  
1a. edición, 1991

**IMTA**   
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

Coordinación de Tecnología Hidráulica Urbano-Industrial  
Subcoordinación de Calidad del Agua

CIECCA

Autores:

Eric Gutiérrez, Jesús García

Colaboradores:

Alicia Lerdo de Tejada, Javier Sánchez

Revisor:

Blanca Jiménez

## PROLOGO

El Programa Agua Limpia tiene como objetivo apoyar la estrategia puesta en marcha el 5 de abril en San Luis Potosí por el Lic. Carlos Salinas de Gortari referente a la atención de los problemas de contaminación del agua.

El Programa, en su primera etapa, se basa en cuatro acciones:

1. Proporcionar agua desinfectada en todos los sistemas de distribución.
2. Evitar que se rieguen hortalizas que se consumen crudas con aguas residuales no tratadas.
3. Garantizar que los hielos y el agua embotellada tengan la calidad adecuada para consumo humano.
4. Asegurar que las plantas de tratamiento de aguas residuales funcionen correctamente y que sus efluentes no contaminen los cuerpos receptores.

Estas medidas seguramente influirán en la disminución de las enfermedades diarreicas en el país. Sin embargo, éstas aún pueden propagarse a nivel de epidemia y en ocasiones provocar situaciones de emergencia.

Para capacitar a quien debe tomar decisiones en forma rápida y eficaz, el INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA ha preparado el curso ADIESTRAMIENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES EN EL SECTOR AGUA que tiene como material de apoyo una serie de manuales, los primeros de ellos se citan a continuación:

1. Las enfermedades diarreicas.
2. Acciones para el control de enfermedades diarreicas en el sector agua.
3. Medidas prácticas de Ingeniería Ambiental para combatir enfermedades diarreicas.
4. Organización del trabajo y muestreo en campo.
5. Habilitación de un laboratorio de emergencia.
6. Determinación del cloro residual.
7. Determinación de coliformes fecales.
8. Identificación y cuantificación de Vibrio cholerae 01.
9. Sistema de información.

Debido a la situación que vive actualmente el país, en esta primera etapa se hace énfasis en el cólera. En manuales subsecuentes se abordarán otras enfermedades diarreicas que en su momento tengan carácter prioritario.

## C O N T E N I D O

- 1 INTRODUCCION
- 2 OBJETIVO
- 3 BRIGADAS DE MUESTREO
  - 3.1 Brigada prospectiva
  - 3.2 Brigada de trabajo
    - 3.2.1 Grupos de muestreo
- 4 MUESTREO
  - 4.1 Planteamiento técnico
    - 4.1.1 Criterios y diseño de muestreo
    - 4.1.2 Definición de sitios de muestreo
      - 4.1.2.1 En corrientes de agua
      - 4.1.2.2 En lagos, presas, lagunas, estuarios y aguas marinas
      - 4.1.2.3 En estuarios
      - 4.1.2.4 En mar
      - 4.1.2.5 En redes de distribución de agua potable
  - 4.2 Tipo de muestras. Agua y producto biológico
    - 4.2.1 Agua para consumo humano
    - 4.2.2 Agua residual doméstica
    - 4.2.3 Agua natural
    - 4.2.4 Producto biológico
  - 4.3 Procedimiento
    - 4.3.1 Método de concentración por filtración con membrana
    - 4.3.2 Método del hisopo de Moore
      - 4.3.2.1 Preparación del hisopo de Moore
      - 4.3.2.2 Colocación del hisopo de Moore en la estación de muestreo
      - 4.3.2.3 Colecta del hisopo de Moore
    - 4.3.3 Método de colecta de muestras en tomas domiciliarias
    - 4.3.4 Método de muestreo en producto biológico
  - 4.4 Muestreo de indicadores bacteriológicos de contaminación
    - 4.4.1 Muestreo de bacterias coliformes
      - 4.4.1.1 Muestreo en tomas de agua potable
      - 4.4.1.2 Muestreo en ríos, arroyos, lagos, etc.
      - 4.4.1.3 Transporte y preservación de las muestras

- 4.5 Determinaciones que se realizan en el campo
  - 4.5.1 Potencial de hidrógeno (pH)
  - 4.5.2 Temperatura
  - 4.5.3 Oxígeno disuelto
  - 4.5.4 Conductividad
  - 4.5.5 Disco Secchi
- 4.6 Equipo
  - 4.6.1 Medios de transporte
  - 4.6.2 Equipo de campo

5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL PARTICIPANTE

6 BIBLIOGRAFIA

7 ANEXO A. FORMATO DE INFORME PARA ACTIVIDADES DIARIAS  
ANEXO B. DETERMINACION DEL GASTO

## I N D I C E   D E   T A B L A S

TABLA 1. NECESIDADES DE INFORMACION DEL AREA AFECTADA

TABLA 2. HOJA DE REGISTRO DE CAMPO

TABLA 3. SIGNIFICADO SANITARIO DE LOS PARAMETROS DE CUADRO AMBIENTAL

## I N D I C E   D E   F I G U R A S

FIG. 1. SISTEMA DE FILTRACION SWINEX

FIG. 2. HISOPO TIPO PLUMERO DE CHILE

FIG. 3. HISOPO TIPO PLUMERO (RODIER et al., 1981)

FIG. 4. HISOPO DE MOORE (GIONO, et al. 1991)

FIG. 5. COLOCACION DEL HISOPO EN LA BOYA

FIG. 6. COLOCACION DEL HISOPO EN RIOS

FIG. 7. COLOCACION DEL HISOPO EN PRESAS, LAGUNAS, ESTUARIOS Y AGUA MARINA

FIG. 8. COLECTA DEL HISOPO DE MOORE

FIG. 9. DISCO SECCHI

ANEXO

ANEXO A. BITACORA DE ACTIVIDADES DIARIAS

ANEXO B. DETERMINACION DEL GASTO

## 1 INTRODUCCION

La realización de un muestreo sistemático de aquellos componentes ambientales en donde resulta más probable detectar de forma temprana la presencia de Vibrio cholerae 01 en el ambiente, permitirá identificar los factores de riesgo y reforzar de manera inmediata las medidas de control destinadas a interrumpir las vías usuales de transmisión de la enfermedad.

La implementación de una estrategia ambiental para el control del cólera en el sector agua, se basa principalmente en la evidencia de que la transmisión de la enfermedad se realiza mediante el consumo de agua y alimento contaminado (Feachem et al., 1983).

Dado lo anterior, el análisis de laboratorio de muestras tomadas en puntos estratégicos es esencial para confirmar la presencia de Vibrio cholerae 01 y determinar las características evolutivas del brote en el sentido de como se propaga, por qué puede persistir o desaparecer en un ambiente dado (OPS/OMS, 1991).

La toma de muestras es por tanto una operación importante que debe ser llevada a cabo con el mayor cuidado, ya que esto condiciona los resultados analíticos y la interpretación que de ellos se haga.

El tratamiento eficaz del cólera no depende en modo alguno del muestreo y los análisis de laboratorio; sin embargo, la planeación y administración eficiente de un programa para el

control del cólera, requieren datos confiables y suficientes para que a partir de su adecuado manejo, análisis e interpretación se generen las alternativas de acción que deban emprenderse en un área determinada.

## 2 OBJETIVO

El objetivo de este manual es presentar una serie de recomendaciones prácticas para la organización de los equipos de trabajo (brigadas), el desarrollo de un programa de muestreo y las necesidades de información, equipo y material mínimos necesarios para cumplir las labores de campo ante un brote de cólera.

### 3 BRIGADAS DE MUESTREO

#### 3.1 Brigada prospectiva.

Las campañas de muestreo se definen como la organización de un grupo de especialistas técnicos cuyo objetivo es la colecta de muestras representativas obtenidas metódica y sistemáticamente en un tiempo y espacio determinados.

#### **Brigada prospectiva.**

Habiendo definido el área problema, se organiza una brigada prospectiva, cuyas funciones son:

- i) Investigar los antecedentes generales que conforman el ambiente físico y socioeconómico de la zona (TABLA 1).
- ii) Definir el universo de trabajo.
- iii) Realizar un muestreo preliminar (prospectivo) que defina un programa formal de colecta de muestras y análisis bacteriológico.
- iv) Preparar el programa formal de colecta de muestras y análisis de laboratorio.
- v) Establecer las necesidades de infraestructura y personal para desarrollar el programa.

TABLA 1. NECESIDADES DE INFORMACION DEL AREA AFECTADA

AMBIENTE	INFORMACION REQUERIDA
FISICO	<p>Localización geográfica.  Hidrología subterránea y superficial.  Regiones hidrológicas.  Clima.  Topografía.  División municipal y principales comunidades.  Vías de comunicación:      Carreteras.      Ferrocarriles.      Aeropuertos.      Puertos.</p> <p>Agricultura (Cultivos).  Infraestructura hidráulica.  - Disposición de residuos.  - Tratamiento.  - Calidad del agua.  - Contaminación.  - Suministro de agua potable.  Usos del agua:  - Riego agrícola.  - Pesca.  - Uso doméstico.  - Turismo.  - Recreación.</p>
SOCIOECONOMICO	<p>Demografía:  - Urbana y Rural: Número, densidad, distribución, inmigración y emigración.  - Población flotante.  Tendencias de la variación de las poblaciones.  Características socio-económicas.  Epidemiología.  Actividades productivas.</p>

- vi) Implantar acciones coordinadas con las instituciones con posibilidades de participar tanto en el trabajo de campo como de laboratorio, tales como la Secretaría de Salud (SSa), la Comisión Nacional del Agua (CNA), Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y otras.
  
- vii) Llevar a cabo una encuesta del personal que esté preparado para apoyar el trabajo de laboratorio y campo de manera inmediata y a corto plazo a través de una capacitación. Se incluirán todas las instituciones posibles.
  
- viii) Elaborar una base de datos que incluya el nombre del personal, institución donde labora, puesto, profesión, nivel de escolaridad, teléfono y tipo de apoyo que puede ofrecer (Manual de base de datos).
  
- ix) Establecer los medios de comunicación entre el laboratorio central y las instituciones involucradas.
  
- x) Brindar asesoría a las instituciones que lo soliciten.

La brigada prospectiva se integra al menos con un responsable y dos colaboradores de campo y laboratorio. Se requieren especialistas con un nivel mínimo de licenciatura en áreas relacionadas con la microbiología, ingeniería ambiental y calidad del agua (biólogos, ingenieros químicos, otros).

**Características del responsable:**

- Experiencia en campo y laboratorio.
- Alta capacidad de organización y supervisión.
- Habilidad en el manejo de personal.
- Liderazgo, iniciativa, creatividad y excelente respuesta de trabajo bajo presión.
- Conocimiento básico de los objetivos de su institución y sectores involucrados.
- Conocimientos de la administración pública en general.

**Requerimientos de los colaboradores:**

**De campo:**

- Experiencia en técnicas de muestreo en diversos cuerpos de agua.
- Conocimiento del manejo de equipo de campo.
- Experiencia en proyectos de investigación sobre calidad del agua.
- Capacidad de organización y diagnóstico de necesidades.
- Capacidad de trabajo bajo presión.
- Buen estado físico y adaptación al trabajo pesado.

De laboratorio:

- Experiencia en el análisis bacteriológico (Vibrio cholerae 01).
- Conocimiento de la infraestructura del laboratorio.
- Capacidad de supervisión técnica del personal del laboratorio.
- Experiencia en proyectos de investigación microbiológica.
- Capacidad de organización y diagnóstico de necesidades.
- Capacidad de trabajo bajo presión.

### 3.2 Brigada de trabajo.

Contando con la información del muestreo preliminar y habiendo generado el programa de actividades del muestreo formal, se organizan las brigadas de trabajo, cuyas funciones son:

- i) En caso de no existir un laboratorio de análisis bacteriológicos en el área de estudio, establecer su instalación (Manual No. 5 de esta Serie).
- ii) Ejecutar los trabajos de muestreo y análisis de laboratorio.

El número total de participantes en esta brigada se definirá de acuerdo con las características del área de estudio y a la capacidad de procesamiento de muestras en el laboratorio.

La estructura de la brigada se conformará de la misma manera que la brigada prospectiva más el personal de laboratorio y campo.

Como ejemplo, se tiene que para procesar 15 muestras diarias con la técnica del hisopo de Moore aplicada en 14 estaciones de muestreo en un mismo cuerpo de agua (presa), se requieren cuatro analistas de laboratorio y tres especialistas en el muestreo de campo, además de los responsables que serán apoyados por tres personas más a nivel técnico, sumando un total de 13.

### 3.2.1 Grupos de muestreo.

El responsable del grupo de muestreo seleccionado bajo las características anotadas en la brigada prospectiva, tendrá las siguientes funciones:

- Organizar, coordinar y supervisar tanto el equipo y los materiales necesarios para llevar a cabo el muestreo como al personal participante en él.
- Ejecutar las labores de muestreo bajo los lineamientos establecidos en el programa formal.
- Elaborar informes de los resultados generados en el monitoreo, así como aquellos solicitados por el responsable de la brigada.
- Elaborar una bitácora de actividades diarias (Anexo I).
- Prever las necesidades de personal, equipo y material.

Las características del resto del personal de muestreo se establecen a partir de las siguientes recomendaciones:

a) Biólogo, Químico farmacobiólogo, Ingeniero ambiental o de áreas relacionadas con la calidad del agua.

Deben cumplir los siguientes requisitos:

- Experiencia en el muestreo de aguas (ríos, presas, descargas, otras).
- Capacitado en el manejo de equipo de campo (oxímetro, potenciómetro, lancha, otros).
- Experiencia en proyectos de investigación (no indispensable).
- Excelente respuesta al trabajo bajo presión.
- Disponibilidad del trabajo en equipo.
- Buen estado físico y adaptación al trabajo pesado.

b) Técnico en el área de calidad del agua con:

- Excelente respuesta al trabajo bajo presión.
- Disponibilidad de trabajo en equipo.
- Buen estado físico y adaptación al trabajo pesado.

c) Personal de apoyo con:

- Disponibilidad incondicional de tiempo.
- Capacitado en el manejo de vehículo.
- Conocimientos de mecánica.
- Buen estado físico y adaptación al trabajo pesado.

Bajo una organización establecida, se definirán los tiempos que permanecerán las brigadas de trabajo en el área problemática. La selección de personal se llevará a cabo considerando las siguientes recomendaciones:

- a) Que se encuentren capacitados en el momento de requerirlos.
- b) Disponibilidad de tiempo para el trabajo de laboratorio y campo, con aptitudes de participación dentro de un programa de capacitación a otros colaboradores.
- c) Capaces de intercambiar ideas y experiencias en el campo de su competencia.
- d) Disposición para sostener relaciones interpersonales.

## 4 MUESTREO

### 4.1 Planteamiento técnico.

El muestreo y su posterior análisis tiene como propósito:

- Detectar el agente principal de la enfermedad (Vibrio cholerae 01).
  
- Evaluar los riesgos de contaminación por la bacteria.

#### 4.1.1 Criterios y diseño de muestreo.

El planteamiento de un programa de muestreo requiere tener una visión clara de cuáles son los datos por obtener, cuál es su amplitud y/o su número. Asimismo, cuáles son las exigencias mínimas de estos datos.

Conviene tener en mente como premisa que siempre es preferible obtener un gran número de datos de pocos puntos de colecta o de pocos tipos de determinaciones químicas y biológicas que a la inversa, pocos datos de muchos puntos de muestreo o de una gran variedad de determinaciones, que podrían resultar dudosos.

Para trabajos en áreas restringidas puede utilizarse equipo modesto a través del cual se consigue obtener una precisión razonable de resultados con un mínimo de material y operación.

Se recomienda que se tomen muestras una sola vez en varios puntos seleccionados según las condiciones del sitio. Para ello, se

define un cierto número de segmentos de la masa de agua en los que se sospecha la presencia de la bacteria. En función de los factores de fluctuación que se pongan de manifiesto en el curso del muestreo prospectivo, el método de toma de muestras rutinario (programa de muestreo) podrá llevarse a cabo de modo que los análisis a efectuar sean lo suficientemente representativos de toda la masa de agua involucrada.

Para localizar sitios de muestreo representativos en un área particular, es conveniente llevar a cabo un barrido general tomando en cuenta varios puntos próximos entre sí y obtener los datos in situ de parámetros básicos que permitan la selección de las estaciones definitivas.

Los parámetros básicos a considerar están incluidos dentro de lo que se conoce como cuadro ambiental que comprende la determinación de la conductividad eléctrica, temperatura, pH, oxígeno disuelto y lectura del disco de Secchi, parámetros que están relacionados con la sobrevivencia de la bacteria y son de importancia fundamental en estudios de calidad del agua. Los métodos de muestreo para éstos y su interpretación se describen en la sección de procedimientos.

El determinar la variación de estos parámetros entre los sitios seleccionados, permitirá establecer de forma definitiva la localización de los puntos más representativos del área que está

siendo investigada.

El muestreo involucra la transferencia de agua desde el punto de origen hasta otro cualesquiera, sin causar ningún cambio en sus propiedades (IHD/WHO, 1978). Se tiene que recordar que es inútil realizar un análisis detallado de una muestra mal obtenida.

Dado que no existen procedimientos de muestreo totalmente estandarizados, la experiencia, la intuición y creatividad del responsable del muestreo es de fundamental importancia.

La técnica de muestreo será adaptada principalmente a las condiciones físicas del área de estudio y los objetivos anotados anteriormente. El muestreo del Vibrio cholerae 01 requiere técnicas y precauciones especiales. Los siguientes párrafos presentan los métodos y materiales necesarios para una investigación de rutina.

#### 4.1.2 Definición de sitios de muestreo.

El muestreo debe estar diseñado de manera que los puntos seleccionados sean accesibles en todas las épocas del año (lluvia y estiaje) y que respondan a un plan de trabajo con base en criterios apropiados.

##### 4.1.2.1 En corrientes de agua.

Los sitios de muestreo se seleccionarán tomando como base lo siguiente:

- Localización (cartas de hidrología superficial, subterránea y topográfica para identificar la accesibilidad de la zona).
- Fuentes de contaminación puntuales y dispersas del área afectada.
- Registro y localización de las posibles fuentes de contaminación bacteriológica, además de las descargas.
- Características importantes que se detecten sobre el cauce de la corriente tal como represas, zonas de riego, poblaciones servidas, drenajes.
- Afluentes.
- Gasto y velocidad de corriente, otras.

Las muestras serán tomadas solamente donde la composición del agua sea homogénea, sobre la sección transversal.

El registro y localización de las características más importantes del cauce, permiten segmentarlo de manera que un número mínimo de muestras sea representativo de cada segmento.

Se recomienda revisar la información disponible sobre los usos del agua lo que, complementado con los recorridos de campo, permite ubicar las estaciones de muestreo. Es importante conocer los rasgos socioeconómicos del área con el propósito de identificar las poblaciones de alto riesgo, intensificando el

muestreo en esa área.

#### 4.1.2.2 En lagos, presas, lagunas, estuarios y aguas marinas.

Los sitios de muestreo se seleccionarán tomando como base el mapa batimétrico del embalse y las cartas de hidrología superficial y subterránea, identificándose las aportaciones antropogénicas que recibe el cuerpo de agua.

El establecimiento de un programa de muestro se enfocará hacia la localización de sitios que provean una cobertura general, con estaciones auxiliares en todos los puntos donde se sospeche que el medio ha sido alterado por la acción del hombre y se deberá examinar los siguientes puntos:

- Influentes antes de su desembocadura en el cuerpo de agua.
- En el interior del cuerpo de agua, donde se considera que la mezcla con los influentes es completa.
- Frente a concentraciones urbanas (detección de descargas clandestinas)
- En los efluentes.
- Patrón de circulación de las corrientes.

#### 4.1.2.3 En estuarios.

En caso de estuarios, además se debe considerar:

- Depósito de sedimentos de aluvión, diques, obras civiles e hidráulicas, influencia de cuña salina.

- Patrón de circulación de las corrientes.

#### 4.1.2.4 En mar.

En caso de mar, además se debe de considerar:

- Zona de influencia de los ríos.
- Zona de cultivo de mariscos.
- Zonas productivas (pesca).
- Zona turística.
- Descargas registradas y clandestinas.
- Zonas urbanas.
- Zona de intermareas.
- Profundidad.
- Area portuaria.
- Patrón de circulación de las corrientes.

#### 4.1.2.5 En redes de distribución de agua potable.

Los sitios de muestreo se seleccionan con base en el mapa de las redes de distribución y población abastecida, atendiendo los siguientes criterios:

- Población abastecida.
- Grupos expuestos. Características de los habitantes y la vivienda.
- Grupos de alto riesgo (hospitales, escuelas, mercados, aduanas, aeropuertos, centrales camioneras, etc.).

- Condiciones físicas de la red de distribución.
- Localización de las plantas potabilizadoras (en su caso).
- Demanda del líquido para uso potable.
- Estadísticas sobre incidencia de enfermedades gastrointestinales y segmentación epidemiológica de la zona.
- Definición de población susceptible de ser contaminada severamente (niños y ancianos).

#### 4.2 Tipo de muestras. Agua y producto biológico.

##### 4.2.1 Agua para consumo humano.

El muestreo del agua potable debe ser frecuente y regular con base al programa previamente establecido. La frecuencia dependerá de la calidad de la fuente, el tratamiento del agua, los riesgos de contaminación y el tamaño de la población servida. Las muestras de agua deben ser tomadas en ciertos puntos fijos tales como estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento o sitios que al haber sido muestreados con anterioridad hayan revelado problemas de contaminación. Otras muestras deben ser tomadas al azar a través de las redes de distribución. El muestreo debe incrementarse cuando se presenten epidemias, en tiempo de lluvias, después de interrupciones por trabajos de reparación, en operaciones de emergencia, etc. (Giono, et al., 1991).

Para evitar pérdida de tiempo y dinero, se recomienda determinar el cloro residual y coliformes fecales, con objeto de asegurar la ausencia de cualquier organismo patógeno y por ende la buena calidad del agua (Manual No. 6 y 7 de esta serie). La técnica de

muestreo del grupo coliforme, se describe posteriormente.

#### 4.2.2 Agua residual doméstica.

Las características de las aguas residuales domésticas revisten especial importancia dado que es un medio de transporte ideal para las bacterias patógenas, ya que conduce materia orgánica que conforma un medio de cultivo para su desarrollo y dispersión. A esto se agrega el hecho de que acarrean bacterias procedentes de enfermos del cólera y otras enfermedades diarreicas, las cuales inoculan fuentes de agua no contaminadas.

#### 4.2.3 Agua natural.

Las aguas naturales constituyen una fuente potencial de agua potable, por lo que su monitoreo puede estimar el grado de riesgo a poblaciones que de alguna manera hacen uso de ellas. Además, al estar expuestas a una mala disposición de los desechos provenientes de los núcleos urbanos, pueden constituir un riesgo potencial a las poblaciones no expuestas directamente a la epidemia del cólera, aunado al hecho de que sostienen otro tipo de recursos como la pesca, la que puede ser afectada por este tipo de problemas.

#### 4.2.4 Producto biológico.

Los alimentos congelados, mariscos frescos, vegetales y frutas frescas y alimentos de origen animal pueden actuar como reservorios del Vibrio cholera por lo que se recomienda realizar un análisis de éstos productos en las áreas afectadas por esta

enfermedad.

#### 4.3 Procedimiento.

Aun cuando exista un brote de cólera, se tiene la posibilidad de que el Vibrio cholerae 01 se encuentre en pequeña cantidad en el agua para analizar. Por lo tanto, se utiliza un tipo de muestreo que requiere una previa concentración de bacterias.

La concentración se obtiene por dispositivos que captan las bacterias contenidas en un gran volumen de agua y que permitan aislarlas de este medio líquido.

##### 4.3.1 Método de concentración por filtración con membrana.

El procedimiento consiste en dirigir el flujo del líquido a analizar (agua potable distribuida por un grifo, agua superficial captada por una bomba, etc.), sobre una membrana de porosidad (0.45  $\mu$ ) tal que todas las bacterias queden retenidas. Este procedimiento tiene el inconveniente de que todas las partículas insolubles de dimensiones iguales o superiores a la de las bacterias, quedan retenidas y pueden provocar la colmatación del filtro. El método de concentración por filtración será recomendado siempre que sea posible operar en campo un dispositivo de este tipo sin sufrir una colmatación severa.

Uno de los métodos recomendados para el filtrado es una bomba manual conectada a una jeringa Swinnex, la cual contiene la membrana y su cojinete (FIG. 1). Se bombea el agua teniendo la

precaución de no romperla con el filtrado. Se sugiere un volumen inicial de filtrado de 20 a 40 litros dependiendo del contenido de sólidos del agua y de la concentración de bacterias.

#### 4.3.2 Método del hisopo de Moore.

Este método realiza la separación de bacterias por absorción sobre un soporte. Existen numerosos soportes, pero se han tenido buenos resultados utilizando una pieza de gasa que recibe el nombre de hisopo de Moore, cuyo propósito es obtener una muestra enriquecida de bacterias utilizando el líquido exprimido de la gasa hidrófila sumergida en el agua durante un tiempo dado.

Se recomienda utilizarlo en aguas naturales y aguas negras y puede ser útil para la determinación de otros enteropatógenos como Salmonella typhi, S. paratyphi, Campylobacter, etc. (Giono et al., 1991).

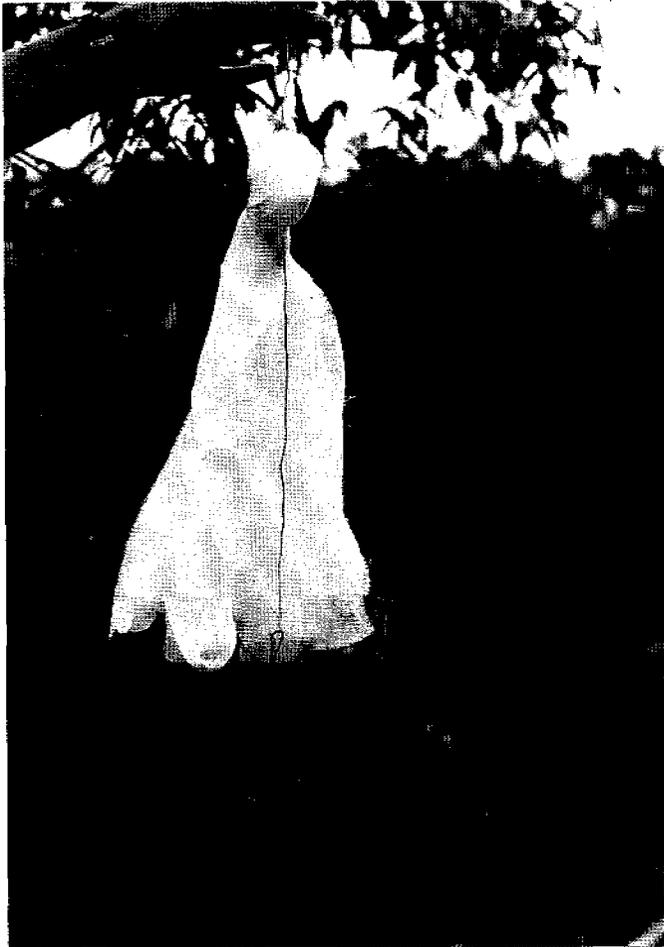
##### 4.3.2.1 Preparación del hisopo de Moore.

Existen varios tipos de hisopos que han sido probados y recomendados en otros países como es el caso del Ministerio de Salud de la República de Chile y Rodier et al. (1981) denominado tipo "plumero" y aquellos recomendados por APHA (1981), SSA (1991).

Instrucciones para la confección del hisopo tipo "plumero" (Ministerio de Salud, Chile, 1991) (Fig. 2).



FIG. 1 Sistema de filtración Swinex



**Fig. 2**  
**Hisopo tipo plumero**  
Fuente Ministerio de salud de Chile



**Fig. 3**  
**Hisopo tipo plumero**  
Fuente Rodier et al. 1981.

- 1.- Cortar la gasa en tiras de 180 cm de largo y 24 cm de ancho.
- 2.- Doblar la tira cinco veces, cada dobléz de 36 cm de largo.
- 3.- Una vez doblada, cortar en tiras de 4 cm de ancho y 26 cm de largo, dejando 10 cm sin cortar (cabezal).
- 4.- Con el cabezal, formar el plumero amarrándolo fuertemente, hilvanar un hilo grueso para fijar el plumero en el punto de muestreo o para unir con hilo nylon o cordel de sujeción. Es conveniente dejar también un hilo para colgar un peso que permita mantener el plumero sumergido en el curso de agua.
- 5.- Para los efectos de formar y amarrar el plumero puede utilizarse alambre dejando dos asas, una para amarrar el cordel o hilo nylon de sujeción y la otra para amarrar un peso.
- 6.- Envolver en papel tipo kraft y poner en autoclave a  $121\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos.

Tipo "plumero" (Rodier et al., op. cit.).

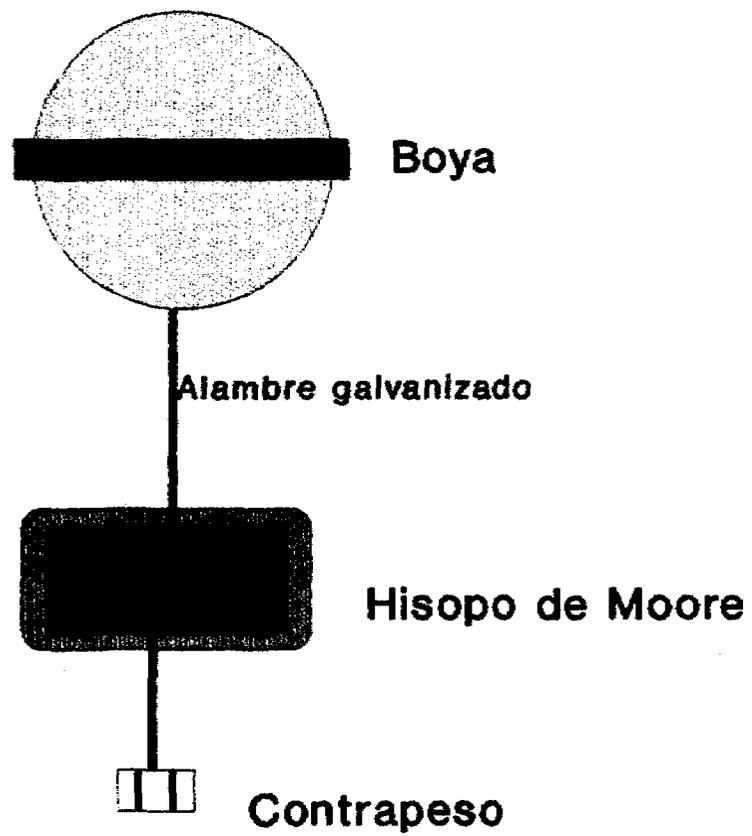
De una gasa de 3 X 0.64 m, cortar seis trozos de 0.64 X 0.50 m y superponerlos. A lo largo de la zona media de 0.50 m y en un ancho aproximado de 0.08 m y perpendicular a ella, cortar de cada

lado bandas de aproximadamente 0.28 X 0.10 m. Unir los dos lados, uno sobre otro y a continuación las bandas en forma de acordeón. Fijarlas sólidamente con un cordón, primero pasando entre los dos lados cerca del plegado mediano y después encogido exteriormente de manera que forme una especie de "cabeza"; las extremidades libres se atan para formar un bucle (FIG.3).

Así se forma un hisopo compuesto de 72 jirones reunidos juntando las extremidades libres del uno con las del otro. Despegarlos unos de los otros a fin de dar al hisopo un mayor volumen y permitir un mejor paso del agua y sobre todo una mejor fijación de partículas y bacterias. Si se carece de autoclave, el hisopo empaquetado en papel filtro se esteriliza por permanencia en horno a 150½C durante dos horas.

La Secretaría de Salud de México (Giono, et al.,1991), recomienda el uso del hisopo de Moore confeccionado de la siguiente manera (FIG. 4):

Se construye empleando pedazos de gasa de algodón de malla cerrada (15 cm de ancho y 60-120 cm de largo), doblándolo de forma longitudinal varias veces para formar rollos cilíndricos compactos, atando el centro firmemente con un alambre. Se envuelve el hisopo en papel de estraza y se esteriliza en autoclave 15 lb/15 minutos.



**Fig. 4 Hisopo de Moore**

Los métodos estándar para análisis de aguas y aguas de desecho (APHA et al., 1981) recomienda el siguiente procedimiento para prepara los hisopos de Moore:

Se corta una pieza de gasa de un metro de ancho, y se dobla hasta formar un cojínete de aproximadamente 25 x 18 cm, así doblado, se enrolla sobre sí mismo para formar un cilindro, que es atravezado en su parte media por un extremo del alambre galvanizado (parte inferior del hisopo) éste deberá ser aproximadamente de 20 cm, el otro extremo del alambre galvanizado (parte superior del hisopo) aproximadamente de 60 cm, rodeará 3 veces el hisopo (con objeto de darle estructura de sostén) este extremo se utilizará para fijar el hisopo a una boya. Ya formado el hisopo se envuelve en el papel de estraza y se esteriliza en autoclave por 15 minutos a 121½C.

#### 4.3.2.2 Colocación del hisopo de Moore en la estación de muestreo.

Una vez elegida la localización de la estación de muestreo, se determina la profundidad total del sitio con una cuerda con lastre previamente marcada cada medio metro. Se procede a instalar una boya que está conformada por una pieza flotante (p. ej. unicol) unida a una cuerda resistente (piola) cuya longitud obedece a la profundidad promedio de un área de 10 m de diámetro con una longitud extra de acuerdo a las variaciones del nivel del agua.

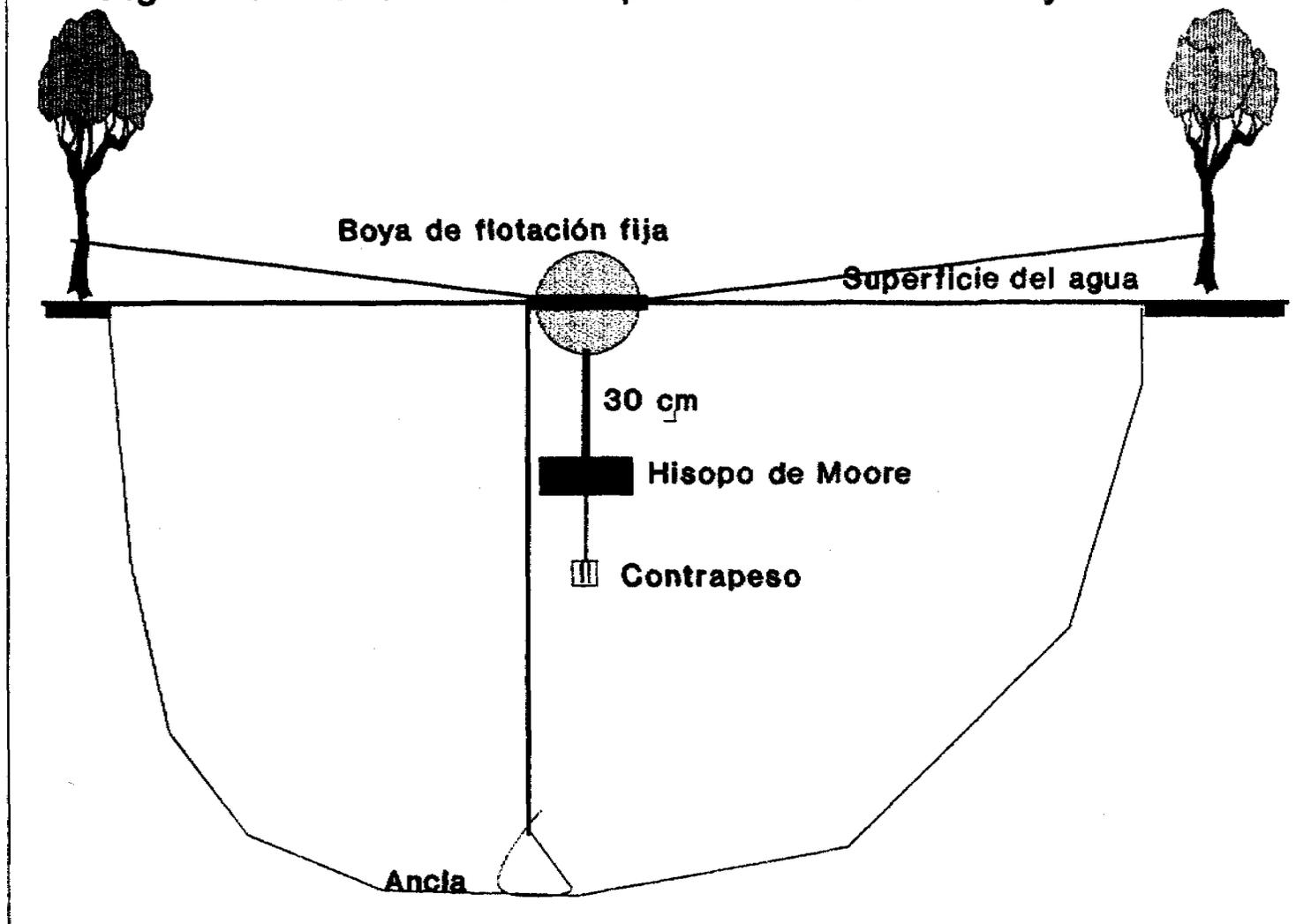
Posteriormente, el hisopo se desenvuelve y se fija por el extremo superior a la boya y por el extremo inferior se instalan contrapesos para mantenerlo en una posición vertical colocándolo a 30 cm de la superficie (FIG. 5). Esto se realiza con el fin de que el hisopo esté contra corriente y atrape la flora microbiana presente en el cuerpo de agua por un periodo de uno a tres días (Ministerio de Salud, 1991).

La corriente en el sitio de muestreo debe ser suficiente para que haya circulación de agua a través del hisopo; sin embargo, ésta no debe ser lo suficientemente fuerte para que éste sea lavado o arrastrado. En ningún caso debe de sumergirse en agua inmóvil. Por otro lado, la colocación del hisopo debe ser de preferencia al centro del río, canal o colector y en un sitio en el cual la turbulencia asegure una muestra homogénea y representativa (Fig. 6).

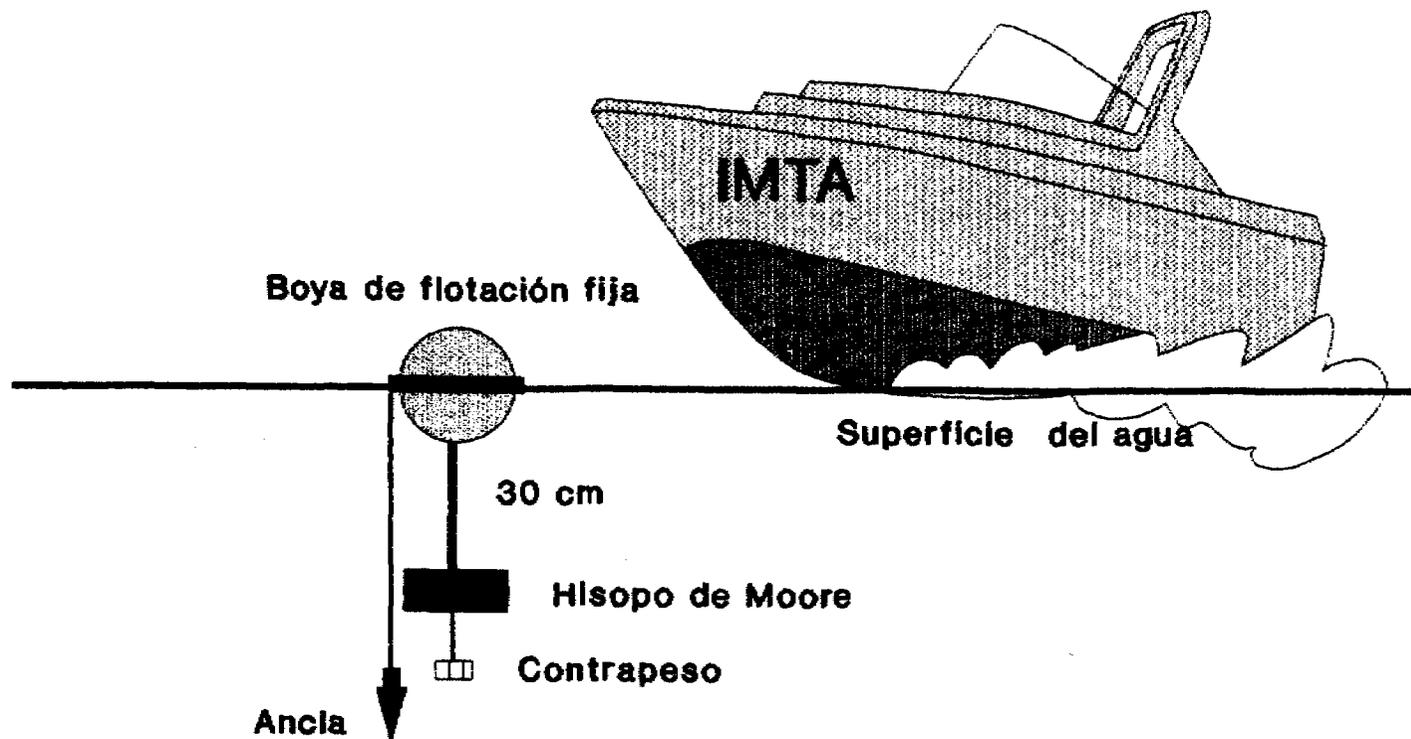
En el caso de presas, lagunas, estuarios y agua marina, deben identificarse las corrientes predominantes asegurando que filtre la mayor cantidad de agua posible (FIG. 7).

Se pueden de considerar modificaciones a este procedimiento de acuerdo con el sitio en que se vayan a instalar los hisopos y la hidrología del sistema, así como el tiempo de permanencia de éstos en función de las determinaciones del laboratorio.

**Fig 6. Colocación del hisopo de Moore en ríos y canales**



**Fig 7. Colocación del hisopo de Moore en embalses, lagunas, estuarios y mares.**



Se puede estimar el volumen filtrado en corrientes de agua a través de la medida del gasto en la sección transversal donde está colocado el hisopo, determinando el área de contacto de éste con respecto al total de la sección. El procedimiento para obtener el gasto en una sección transversal se presenta en el ANEXO B.

#### 4.3.2.3 Colecta del hisopo de Moore.

El hisopo deberá ser colectado con guantes estériles. Se corta y se separa el alambre con ayuda de unas pinzas y se coloca en un frasco de boca ancha con capacidad de 1 litro que contenga 500 mL de agua peptonada alcalina normal a pH 9 de preparación reciente que previamente ha sido esterilizada (Consultar Manual de Técnicas de análisis para Vibrio cholerae 01.) (FIG. 8).

El frasco previamente etiquetado para su identificación es colocado en recipientes isotérmicos para su transporte en refrigeración al laboratorio. Las etiquetas deben ser adheridas y marcadas con tinta indeleble. De no contarse con el medio enriquecido, los hisopos pueden ser transportados en bolsas estériles de polietileno.

El análisis deberá realizarse en el menor tiempo posible después de tomada la muestra. Si esto no es posible, se recomienda no exceder de seis horas del tiempo entre la colecta y el inicio del análisis. Se sugiere que las muestras sean transportadas en un intervalo de temperatura de 4 a 10½C (Ministerio de Salud.

República de Chile, 1991; Giono, et al., 1991).

Se toman los datos correspondientes a las condiciones ambientales de la estación de muestreo y se anotan en un formato que contenga fecha y hora de muestreo, localización exacta de la estación, cuadro ambiental, profundidad a la que fueron tomados los datos ambientales (en su caso), nombre del muestreador, etc. (TABLA 2).

Se recomienda que en presas, lagos, estuarios y mar, se lleven a cabo determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura y conductividad a diferentes profundidades tal como a 0.5, 2.0, 4.0, 6.0 y 0.5 metros arriba del fondo. Estos perfiles permitirán identificar las características de la columna de agua en cuanto a la estratificación térmica, capas aerobia y anaerobia y corrientes profundas.

#### 4.3.3 Método de colecta de muestras en tomas domiciliarias.

Rodier et al., 1981, mencionan una variante del uso del hisopo de Moore para el muestreo de tomas domiciliarias. El procedimiento se describe a continuación.

Se coloca un hisopo de gasa preparada como se anotó anteriormente en un tubo de plástico de aproximadamente 35 y 40 cm de longitud y 10 cm de diámetro tapado por los dos extremos por cubiertas atornilladas. Cada cubierta lleva en su centro una embocadura de un centímetro de diámetro y de dos a tres centímetros de longitud sobre la que puede fijarse una manguera



de polipropileno uniéndola por una parte al grifo de distribución y por el otro lado a un sistema de evacuación del agua. El conjunto del sistema debe esterilizarse en autoclave a 15 p.s.i. por 15 minutos.

Para la toma de esta muestra, será necesario dejar correr el agua por un tiempo mínimo de tres minutos. Una vez colocado el dispositivo en su sitio, abrir la llave de distribución y asegurar una lenta circulación del agua por el tubo. Con un caudal demasiado rápido se perjudicaría la fijación de partículas sólidas o se corre el riesgo de arrastrar las ya fijadas.

Se puede determinar el caudal del agua circulante en la manguera en función de su diámetro y la duración del paso del agua a través de este dispositivo.

#### Observaciones:

Si el agua por analizar es susceptible de estar muy contaminada (caso de las aguas residuales ricas en materias fecales de enfermos de cólera), el método de concentración por filtración con membrana o hisopo de Moore no sólo es inútil, sino que eventualmente puede resultar peligroso (Rodier et al. 1981).

Para estos casos se recomienda emplear una muestra por toma directa (consultar el Manual No. 8 de esta Serie).

#### 4.3.4 Método de muestreo en producto biológico.

Las muestras se colectan al azar de alimentos sospechosos. En el caso de los peces y mariscos, se pueden obtener a través de:

- a) Cooperativas.
- b) Personas independientes.
- c) Por muestreo directo.
- d) Por producto comercializado.

El transporte de éstos se realiza en bolsas de plástico limpias y en refrigeración pero sin llegar jamás a congelar las muestras hasta su recepción en el laboratorio.

Los criterios fundamentales que se deben considerar al elegir un producto biológico son:

- a) Que sean productos consumidos en varias partes del país.
- b) Que sean productos consumidos en una gran parte de la región.
- c) Que sean productos de consumo local.
- d) Que sean productos de consumo doméstico.

#### 4.4 Muestreo de indicadores bacteriológicos de contaminación.

Los indicadores bacteriológicos de contaminación son organismos de un grupo específico que por su sola presencia demostrará que ha ocurrido contaminación.

Se usan para demostrar la contaminación del agua por organismos originados por los desechos de animales de sangre caliente incluyendo el hombre, por lo que su presencia pudiera dar una indicación de la existencia de la bacteria del Vibrio cholerae 01. Por este hecho, se incluirá dentro del muestreo tanto preliminar como formal la determinación de los indicadores bacteriológicos del grupo coliforme (fecales).

Las técnicas de identificación y evaluación cuantitativa de los coliformes son relativamente sencillas, por lo cual pueden ser empleados fácilmente y de manera rutinaria en el laboratorio de microbiología. Aunque parezca paradójico, el control bacteriológico del agua no se basa en la identificación y recuento de organismos patógenos, pues la ausencia de ellos verificada en una muestra, difícilmente podría garantizar su ausencia en toda el agua de consumo. En cambio, los coliformes, por estar presentes en la materia fecal (incluso en la que proviene de personas sanas), se encuentran en el agua que recibe este material siempre en proporciones mucho mayores que los patógenos, de tal forma que si están ausentes es muy poco probable que éstos últimos estén presentes (Murgel, 1984).

Es posible llevar a cabo la eliminación de bacterias aplicando un buen germicida capaz de disolverse o mezclarse homogéneamente en el agua sin perjudicar su potabilidad. Generalmente se trata de una sustancia de alto poder oxidativo, como cloro, permanganato de potasio u ozono. El cloro y sus derivados tiene, por lo menos,

una ventaja sobre los otros dos: pueden ser mantenido en concentración residual a lo largo de toda la red de distribución del agua, impidiendo así la posible recontaminación, frecuentemente provocada por la rotura de tuberías, lo que es inevitable en una red extensa y compleja.

El empleo del cloro como eficiente agente de descontaminación patógena ( por lo tanto de Vibrio cholerae), permite obtener agua de calidad segura para su distribución pública a gran escala. Ante esta evidencia, se sugiere determinar cloro residual en agua potable y cuando éste se encuentre por debajo de 0.5 mg/L, se deben determinar coliformes fecales que, de demostrar su presencia, se deberá obtener muestras para la detección de Vibrio cholerae. Para la determinación de cloro residual en campo, se debe consultar el Manual No. 6 de esta Serie.

#### 4.4.1 Muestreo de bacterias coliformes.

**Material:** Las botellas deben ser resistentes a las condiciones de esterilización y a la acción de solventes. Se deben utilizar botellas de vidrio o plástico no tóxico de boca ancha, con tapa protectora y cierre hermético. Después de la esterilización no deben producir compuestos nutritivos o bacteriostáticos.

Las botellas de vidrio deben ser de borosilicato u otro vidrio neutro, de preferencia de tapa de rosca hecha de metal o plástico. Las tapas de metal deben ser forradas con un protector no tóxico que evite el contacto directo entre el metal y la

muestra. También se pueden usar los tapones de vidrio esmerilado, cubriéndose antes de la esterilización con papel aluminio o impermeable.

Se recomienda colocar una tira de papel entre la tapa y el cuello de la botella antes de la esterilización para facilitar su apertura durante el muestreo. Al destapar, desechar el papel tratando de no tocar el interior de la botella o la parte inferior de la tapa.

Las botellas de plástico ofrecen la ventaja de ser livianas y resistentes. Se recomienda que éstas sean de polipropileno o policarbonato. El polietileno no es aconsejable porque no resiste bien la esterilización en autoclave. Es importante que las botellas o tapas de plástico no provean sustancias tóxicas a la muestra.

La capacidad de las botellas debe ser, por lo menos, de 125 ml con el objeto de poder tomar una muestra de 100 ml y dejar un espacio vacío para tener un buen mezclado del agua antes del análisis.

#### 4.4.1.1 Muestreo en tomas de agua potable.

Las botellas que se utilicen para el muestreo de agua potable deben contener, antes de ser esterilizadas, tiosulfato de sodio para neutralizar la acción del cloro e impedir de esta manera, que continúe ejerciendo su acción bactericida. Adicionar a la

botella 0.1 mL (2 gotas) de una solución al 10 % de tiosulfato de sodio, por cada 100 ml de muestra. Esta concentración neutraliza aproximadamente 15 mg/L de cloro residual.

Antes de la colecta de la muestra se debe abrir la llave y dejar correr el agua durante dos a tres minutos para eliminar impurezas y agua acumulada en el interior de las tuberías. El flamear la llave antes de la toma de muestra no tiene ningún efecto letal adecuado en las bacterias. La llave se puede limpiar con una solución de hipoclorito de sodios para eliminar cualquier contaminación externa.

#### 4.4.1.2 Muestreo en ríos, arroyos, lagos, etc.

Cuando se toman muestras de agua que contienen cobre, zinc o aguas residuales domésticas o industriales con altos niveles de iones metálicos pesados (mayor a 0.01 mg/L), adicionar a las botellas de muestreo un agente quelante, antes de esterilizar. Adicional 0.3 mL de una solución al 15 % de ácido etiléndiaminotetracético (EDTA).

Se sumerge rápidamente el frasco debajo de la superficie del agua (15-20 cm) para evitar la colecta de material flotante y se dirige la boca del mismo en sentido contrario al de la corriente para prevenir el contacto del agua con las manos.



**Hisopo de Moore**  
Fuente Giono, et al, 1991  
S.S.A. México



**Fig. 5 Colocación del Hispo de Moore**



**Fig. 8 Colecta del hisopo de Moore**



**Colector eléctrico de S.S.a.**

#### 4.4.1.3 Transporte y preservación de las muestras.

Siempre que sea posible, el análisis bacteriológico debe iniciarse inmediatamente después del muestreo y preferentemente antes de una hora.

Cuando las condiciones no lo permitan y sea necesario retardar en análisis, las muestras deberán refrigerarse (4-10½C), hasta que sean analizadas. Se recomienda un tiempo máximo de seis horas para aguas contaminadas y de 30 para agua potable.

#### 4.5 Determinaciones que se realizan en el campo.

##### 4.5.1 Potencial de hidrógeno (pH).

Existen dos métodos de determinación para el potencial de hidrógeno: el colorimétrico y el electrométrico.

El método electrométrico se basa en que al poner en contacto dos soluciones de diferente concentración de iones hidrógeno, se establece una fuerza electromotriz. Si una de las soluciones tiene una concentración de iones conocida (pH), por medio de la fuerza electromotriz producida se puede conocer el pH de la otra solución (muestra) ya que esta fuerza electromotriz es proporcional al pH de la solución problema. Este método está considerado como Norma Oficial Mexicana (NOM-AA-8-1980).

Equipo: Medidor de pH.- Consta de un potenciómetro que contiene un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un

compensador de temperatura.

Reactivo.- Solución buffer de referencia para calibración (4, 7, 10).

Piseta para agua destilada para enjuague y papel suave para secar los electrodos después de cada lectura.

El ajuste y calibración del aparato es según el procedimiento indicado en el manual del mismo. En forma general, se puede practicar al menos con una solución buffer de referencia.

Procedimiento:

- a) Se introduce el electrodo combinado o ambos electrodos (vidrio y referencia) en la muestra. Se obtiene la temperatura de la muestra y se hace el ajuste en el aparato moviendo el botón correspondiente.
- b) Leer el pH de la muestra, esperando que el electrodo alcance el equilibrio (30 segundos). Regresar el botón de comando operacional a la posición de apagado.
- c) Enjuagar el o los electrodos con agua destilada.

#### 4.5.2 Temperatura.

Es una propiedad termodinámica que influye en gran proporción en las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, por lo que es importante hacer una determinación precisa de ella.

La temperatura de un punto específico en un cuerpo de agua se determina con un termómetro de mercurio con ámbito de -10 a 120½C.

#### Procedimiento:

La técnica para determinar la temperatura en un cuerpo de agua consiste en poner en contacto la parte sensible del sistema termal con el agua cuya temperatura se desea determinar (NOM-AA-7-1980).

#### 4.5.3 Oxígeno disuelto.

Para la determinación del oxígeno disuelto en aguas naturales y residuales existen dos métodos: el yodométrico y el electrométrico.

En campo se recomienda trabajar con el método electrométrico para el monitoreo de corrientes y lagos o cualquier curso de agua donde se desea obtener un registro continuo del contenido de oxígeno disuelto (SARH, 1982).

#### Equipo:

Oxímetro de campo con electrodo de membrana sensible al oxígeno de tipo polarográfico o galvánico con escala de cero a 20 mg/L.

#### 4.5.4 Conductividad.

El método conductimétrico se basa en la medición de la conductividad eléctrica de una muestra dada; debido a que bajo la influencia de una diferencia de potencial aplicada a través de dos electrodos, la especies iónicas presentes "acarrearán" la corriente eléctrica a través de la solución, con mayor o menor dificultad dependiendo de la cantidad y naturaleza de los iones presentes (SARH, 1982).

#### Reactivos y equipo:

Agua de conductividad conocida. Conductímetro de campo con ajuste de temperatura.

#### Procedimiento:

Para la calibración y funcionamiento del aparato, se recomienda seguir las instrucciones del fabricante.

#### 4.5.5 Disco Secchi.

El disco Secchi ha sido utilizado por mucho tiempo para caracterizar la transparencia del agua (Vollenweider, 1974). Este método permite estimar de forma cualitativa la disminución de la intensidad de la luz a través de la visibilidad en cuerpos de agua lénticos (presas, lagos, lagunas, etc.).

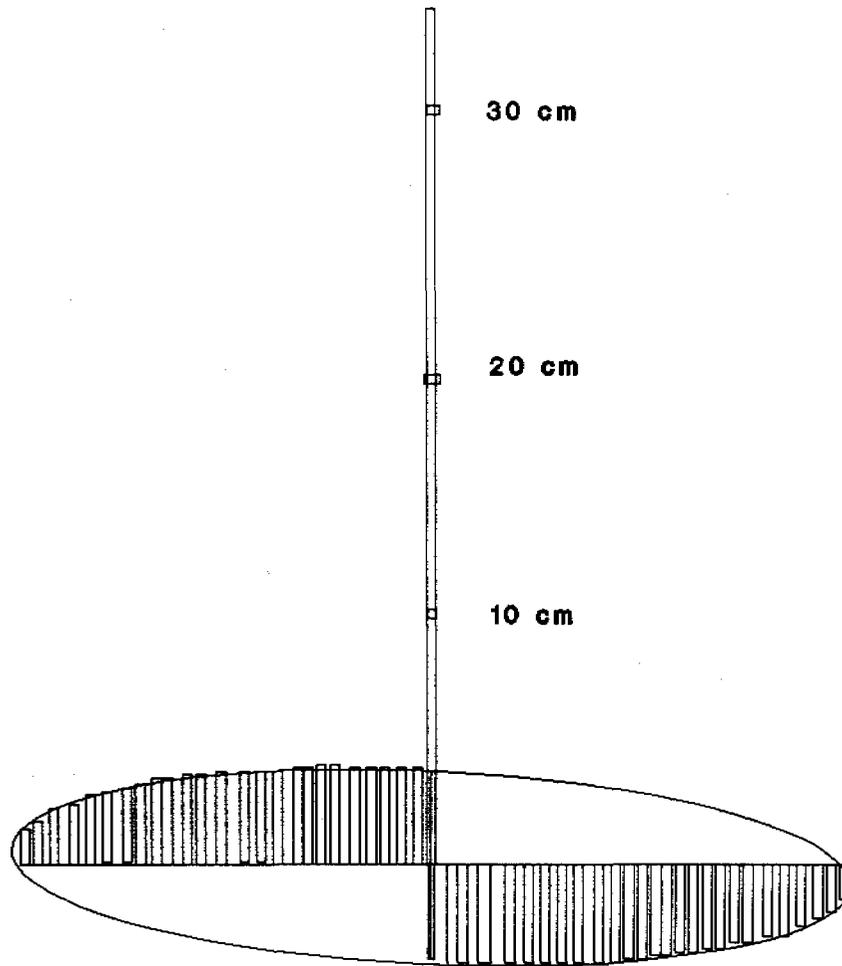
#### Equipo:

El disco de Secchi es una pieza de forma circular de 20 a 25 cm de diámetro con cuadrantes blancos y negros alternados, con un cable fijo en su parte central marcado cada 10 cm como se muestra en la figura 9.

#### Procedimiento:

- Introducir el disco en el cuerpo de agua hasta que desaparezca. Esto se hace en dirección contraria a la posición del sol para evitar la refracción de la luz.
- Registrar la profundidad en el punto de intersección entre el cable y la superficie del agua (profundidad no visible).
- Subirlo lentamente hasta que sea visible. Anotar la profundidad (profundidad visible).
- Registre en la hoja de campo la profundidad promedio que es el punto medio entre la profundidad no visible y la visible..

La importancia sanitaria de éstos parámetros con relación al Vibrio cholerae, se resume en la Tabla No.3.



**Fig. 9 Disco de Secchi**

TABLA 3. SIGNIFICADO SANITARIO DE LOS PARAMETROS DE CUADRO AMBIENTAL.

PARAMETRO	UNIDADES	RELACIONADO CON (McNeely, 1979)	<u>Vibrio cholerae</u> 01
TEMPERATURA	°C	Clima Velocidad de los procesos físicos químicos y biológicos Estratificación térmica Vida acuática Solubilidad de oxígeno Solubilidad de compuesto químicos Toxicidad de sustancias	Crece entre 16 a 42 °C Optima 37 °C (Freman, 1983) Resistencia hasta -70 °C 55 °C muere en 10 min. 80 °C muere en 5 min. 100 °C muerte instantánea
pH		Procesos químicos y bioquímicos Vida acuática Contaminación Balance entre ácidos-bases El poder solvente del agua	Ambito 6.4 a 9.6 Optimo 7.8 y 8.0 (Freman, 1983)
CONDUCTIVIDAD	µmhos/cm	Concentración de sólidos disueltos Temperatura Concentración iónica Composición mineral del agua	----
OXIGENO DISUELTO	mg/L	Descomposición de materia orgánica Oxidación de desechos inorgánicos Tributarios (naturales - descargas) Temperatura Salinidad Turbulencia Presión atmosférica Vida acuática Contaminación	Fuertemente aerobio y su desarrollo es muy escaso en anaerobiosis (Freman, 1983)
LUZ (DISCO Secchi)	metro	Turbidez Temperatura Microorganismos Sólidos Conductividad	La luz solar inhibe la sobrevivencia de <u>Vibrio cholerae</u> (Feachem et. al., 1983)
COLIFORMES FECALES	NMP/100mL	Temperatura Desechos domésticos Desechos de animales de sangre caliente	Indican la posibilidad de su presencia ya que estan asocia- dos con excremento humano
CLORO RESIDUAL	mg/L	Tratamiento del agua	En agua potable libre de cloro el tiempo de sobreviven- cia: 1 mes a 40 °C, 2-14 días a 20 - 30 °C Su presencia por arriba de 0.5 mg/l es un bactericida eficien- te

#### 4.6 Equipo.

##### 4.6.1 Medios de transporte.

Las necesidades de material y equipo para el muestreo en campo son las siguientes:

##### Medio de transporte.

Camioneta Pick Up de 6 o 8 cilindros con caseta y bola para transporte de lancha (muestreo en cualquier tipo de cuerpo de agua).

Lancha con remolque y motor fuera de borda de 55 hp y con capacidad para 4 personas (en el caso de muestrear lagos, lagunas, estuarios, presas, mar abierto). Se incluirá chalecos salvavidas, remos y ancla.

##### 4.6.2 Equipo de campo.

Oxímetro YSI modelo 64 con electrodo de 46 m de longitud y cable de 46 metros de longitud.

Conductímetro YSI modelo 33 con electrodo y cable de 46 m de longitud.

Potenciómetro de campo marca Digi-sense.

Termómetro de mercurio esc. - 20 a 110½C

Disco de Secchi con 15 m de cuerda (en el caso de muestrear lagos, lagunas, estuarios, presas, mar abierto).

Hieleras de preferencia isotérmicas para transporte de muestras bacteriológicas.

Boyas de unicel para fijar hisopos de Moore (la cantidad depende del número de puntos que se fijen).

Contrapesas (la cantidad depende del número de puntos que se fijen).

Rollo de cuerda (de preferencia piola de 0.5 cm de diámetro).

Altimetro.

Brújula.

Carta topográfica del o los municipios o la cuenca a escala de 1:50 000 o la que este disponible.

Plano batimétrico del embalse escala 1:5,000 (en su caso).

Carta de hidrología superficial y subterránea del área de influencia.

Plano de identificación de las redes de distribución de agua potable.

Plano de carreteras y caminos de acceso.

Las necesidades de material y equipo para el laboratorio se encuentran anotadas en el Manual No. 8.

## 5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL PARTICIPANTE

Considerando que el personal que labora en este tipo de trabajo (campo y laboratorio) se encuentra expuesto inevitablemente a ser infectado por la bacteria, se deben de conocer las medidas preventivas adecuadas, con la finalidad de disminuir el riesgo de infección.

En primer lugar, se deben observar las medidas básicas de higiene durante la realización de las labores de rutina como son:

- Lavarse las manos con detergente, antes de tomar alimentos y después de ir al baño.
- Hervir el agua de consumo y de preferencia consumir líquidos embotellados que contengan gas.
- No consumir mariscos y pescados crudos y semicrudos.
- No consumir verduras crudas de dudosa procedencia.
- Lavar con detergente los utensilios de cocina.
- No dejar alimentos de fácil descomposición a la intemperie.
- Se recomienda consumir alimentos preparados por los integrantes de la brigada o bajo su supervisión.
- Que el área destinada al comedor se encuentre fuera de la zona de influencia del laboratorio de bacteriología y del área de esterilización.
- Utilizar vasos, platos y cubiertos desechables.
- Consumir alimentos que requieran cocción o en su defecto, comida enlatada.

- Contar con recipientes para la basura con tapa, evitando así la proliferación de moscas.
- Contar con la información referente a las principales enfermedades de la zona de trabajo, para tomar las medidas preventivas.
- Seguir los lineamientos básicos de seguridad para la manipulación de muestras, considerando la posibilidad de adquirir enfermedades hidrotansmisibles.

## 6 BIBLIOGRAFIA

American Public Health Association (1981). Standard methods for the examination of water and waste water (16th ed.) Washington, D: C.: American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 1134 p.

Feachem, G. R.; Bradley, J. D.; Garelick, E. H. y Duncan, M. D. (1983). Vibrio cholerae and cholera. En: Sanitation and disease. Health aspects of excreta and wastewater management. Cap. 17. pp. 32-60. World Bank Studies in Water Supply and Sanitation 3.

Giono, C. S.; Gutiérrez, C. L. y Hinojosa, A. M. (1991). Manual de procedimientos para aislamiento y caracterización de Vibrio cholerae 01. Publicación Técnica del Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. No. 10. Subsecretaría de Organización y Desarrollo. Secretaría de Salud. México. 48 p.

IHD-WHO Working Group on Quality of Water. (1978). Water quality survey. UNESCO/WHO. United Kingdom. 351 p.

Leal, H. P. (1983). Indicadores de contaminación bacteriológica y biológica: Muestreo, presentación e interpretación de datos. En: Manual del curso: Estudios de calidad del agua. pp: 251-280. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. Subsecretaría de Planeación.SARH. México.

McNeely, V. P.; Neimanis, V. P.; Dwyer, L. (1979). Water quality source book. A guide to water quality parameters. Ottawa. Canadá. Inland Water Directorate. Water Quality Branch. 89 p.

Ministerio de Salud. (1991). Evaluación de las actividades de prevención y control del cólera. República de Chile. División de Programas de Salud. Documento Oficial. 7 p.

Murgel, B. S. (1984). Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 120 p.

Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud (1991). Pautas para el control del cólera. Doc. WHO/CDD/SER/80.4 Rev.2.

Pacheco, M. A. (1982). Gasto. En: Manual de técnicas de muestreo de aguas y detreminaciones en el campo. 4a. ed. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. Subsecretaría de Planeación. SARH. México. pp: 65-75.

Pacheco, M. A. (1983). Mediciones de campo: Gasto. En: Manual del curso: Estudios de calidad del agua. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. Subsecretaría de Planeación. SARH. México. pp: 163-201.

Rodier, J. (1981). Análisis de aguas. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 1059 p.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1982). Manual de: Técnicas de muestreo de aguas y determinaciones en el campo. 4a. ed. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. Subsecretaría de Planeación. SARH. México. 75 p.

Vollenweider, A. R. (1974). A manual on methods for measuring.  
Primary production in aquatic environments. 2th ed. IBP.  
Handbook No. 12. Blackwell Scientific Pub. Gran Bretaña.  
225 p.

A N E X O S

ANEXO A. FORMATO DE INFORME PARA ACTIVIDADES DIARIAS

Fecha: día y año

Actividades en el CIECCA

Participantes:

-Cada actividad iniciará después del guión

-

-

-

-

-etc.

En caso de envío de una brigada se mencionará después de los nombres el objetivo asignado

Actividades del laboratorio de Arcelia

Participantes:

DE CAMPO

-Cada actividad iniciará después del guión

-

-

-

-

-etc.

DE LABORATORIO

-Cada actividad iniciará después del guión

-

-

-

-

-etc.

OTRAS ACTIVIDADES (EN SU CASO)

-Cada actividad iniciará después del guión

-

-

-

-

-etc.

## ANEXO B. DETERMINACION DEL GASTO (Pacheco, 1982,1983).

### Definición:

Se llama gasto a la cantidad de un fluido, expresada en volumen, que pasa por una sección de referencia en una unidad de tiempo dada.

### Fundamento:

Consiste en calcular separadamente la sección transversal de la corriente y la velocidad del agua. Posteriormente con estos datos se realiza el cálculo del gasto.

### Método de sección y velocidad.

#### Reside en determinar:

##### a. El área.

El área de la sección transversal de la corriente en el tramo considerado para el aforo. El perfil de la sección transversal del cauce en el sitio del aforo, se determina por sondeos.

Una forma práctica por sondeo se realiza de la siguiente manera:

##### 1. Por vadeo.

Cuando el río se puede vadear (70 cm de tirante de agua y una velocidad de 1m/s) se efectúan los siguientes pasos:

- Se tiende un cable o cuerda resistente a lo ancho del río, perpendicular al sentido de la corriente.
- Se marca sobre el cable o la cuerda los límites de la corriente y se mide el ancho del río.
- Se segmenta el ancho del río en un número de partes seleccionadas a criterio (comúnmente 10), procurando que sean medidas cerradas y se marca la cuerda en esos puntos.
- Se miden las profundidades en cada punto empleando una sonda rígida, o bien con las varillas del molinete, colocando en el extremo de la primera varilla, la zapata de asiento, para que se hunda cuando esté el suelo fangoso.
- Se anota cada profundidad para que posteriormente se puedan calcular las áreas parciales de los segmentos seleccionados.

## 2. En puentes.

Cuando el río no se puede vadear, se utilizará siempre que sea posible, la estructura de un puente. Para medir la sección se efectúan los siguientes pasos:

- Se marcan los límites de la corriente sobre la estructura del puente mediante una plomada o utilizando la sonda.
- Se mide el ancho del río y segmento a criterio, procurando que sean medidas cerradas. Se marcan los segmentos sobre la estructura del puente.
- En cada punto marcado se mide la profundidad, empleando una sonda. Para lo anterior se baja la sonda hasta que se pose suavemente en el fondo, se marca sobre el cable el punto que coincide con el piso de la plataforma del puente. Se eleva la sonda con cuidado hasta que quede sobre el espejo de agua; se marca otra vez el cable, tomando la misma referencia. La distancia entre las marcas señaladas en las profundidades del tirante de agua.
- El área total es la suma de todas las áreas parciales.

### b. La velocidad.

La velocidad de la corriente en la sección transversal seleccionada se puede medir por medio de flotadores y molinetes.

#### 1. Flotadores.

Son cuerpos más ligeros que el agua y que conducidos por la corriente, adquieren una velocidad que resulta más o menos igual a dicha corriente.

Los flotadores superficiales son los que se desplazan en la superficie del agua y por lo mismo, con ellos se obtiene la velocidad superficial. Puede emplearse, entre otras cosas, recortes de madera, pedazos de unicel o algunos frutos, procurándose que la parte no sumergida presente la menor superficie expuesta a la acción del viento.

El cálculo de la velocidad mediante éste método se obtiene de la siguiente manera:

Se escoge un tramo de la corriente que presente la sección más uniforme.

Se mide una distancia sobre cualquiera de las margenes de la corriente, señalando sus puntos extremos.

Se arroja el flotador en uno de los puntos y se mide el tiempo en el cual el flotador recorre la distancia conocida.

Se repite el procedimiento cinco veces; se promedia el tiempo medido y se calcula la velocidad con la fórmula siguiente:

$$V = \frac{D}{t} \quad (1)$$

donde:

V = Velocidad (en m/s).  
D = Distancia (en metros).  
t = Tiempo (en segundos).

## 2. Molinete.

Es un aparato provisto de una hélice con copas que accionada por la corriente, gira alrededor de un eje montado en un dispositivo de suspensión que transmite su movimiento a un sistema registrador. Esto permite conocer el número de vueltas que da la hélice en un tiempo determinado.

En cada aparato, la relación entre el número de revoluciones que da la hélice en un tiempo determinado y la velocidad que lleva la corriente, se conoce por observaciones de laboratorio hechas con anterioridad.

Las fábricas de molinetes presentan tablas que relacionan el número de revoluciones de la hélice y la velocidad.

Para medir la velocidad con el molinete, se procede de la siguiente manera:

Al girar la hélice en el aire, se detecta el número de revoluciones por medio de un audífono conectado al aparato (Fig. B1).

Se coloca el molinete a la profundidad deseada y se mide con un cronómetro el tiempo que tarda en mandar un determinado número de señales o sonidos.

El método más común consiste en colocar el molinete a 6/10 de la profundidad total, contados a partir de la superficie del agua hacia el fondo y en el centro de cada una de las fracciones o segmentos seleccionados en la sección para la determinación del área.

Con el tiempo medido, generalmente un minuto, se observa en la tabla del fabricante del molinete el número de revoluciones contadas para calcular la velocidad.

## Cálculo del gasto

### 1) Gasto con flotadores superficiales.

Cuando la velocidad se mide con flotadores superficiales, la velocidad promedio se supone que se ve afectada por un coeficiente que varía de 0.8 a 0.9 (promedio 0.85).

Al obtener la velocidad promedio, se calcula el gasto con la fórmula siguiente:

$$Q = A (V_p) \quad (2)$$

donde:

$Q$  = Gasto de la corriente ( $m^3/s$ ).

$A$  = Area total transversal ( $m^2$ ).

$V_p$  = Velocidad promedio ( $m/s$ ).

La velocidad promedio se obtiene multiplicando 0.85 por la velocidad superficial.

### 2) Gasto por medición con molinetes.

Cuando se ha medido la velocidad por medio del molinete, el gasto total es igual a la suma de los gastos parciales medidos en cada segmento.

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots + Q_n \quad (3)$$

donde  $Q_t$  es el gasto total.

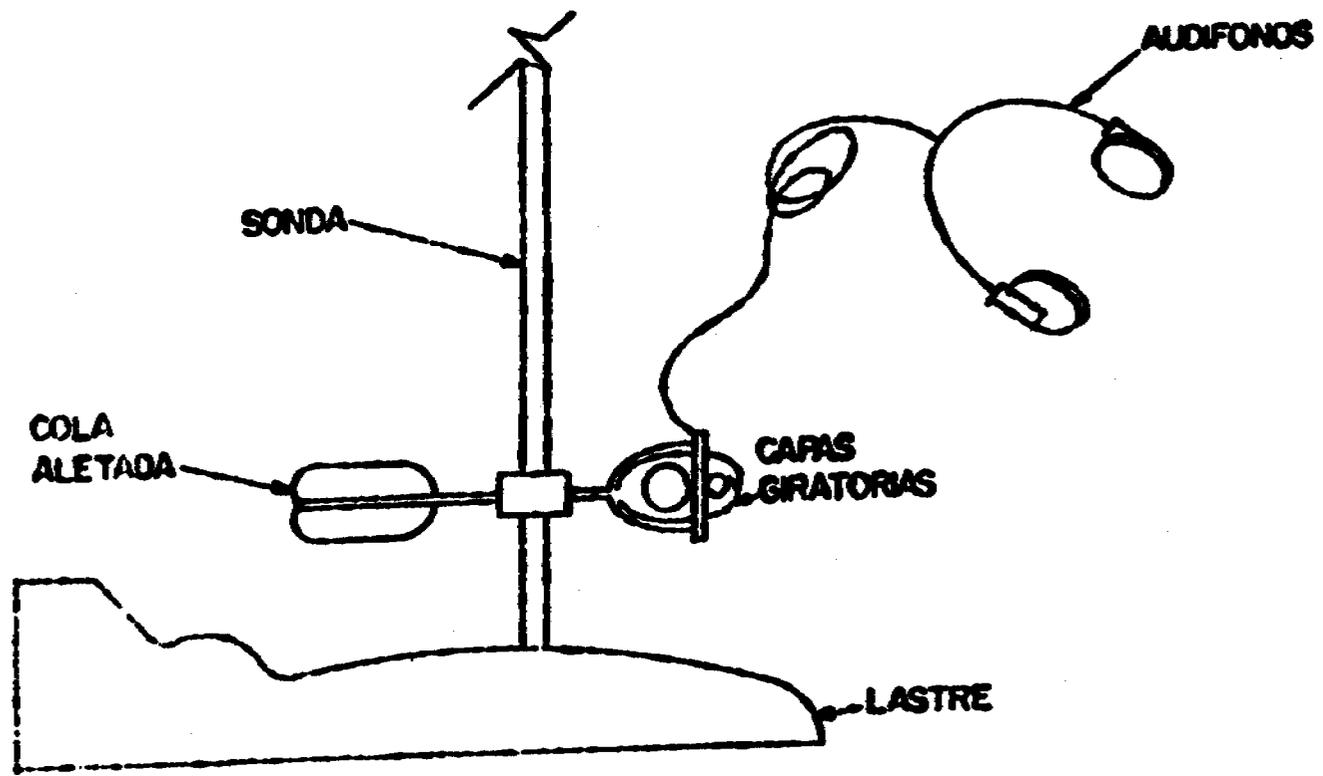


FIG. B1. MOLINENTE DE CAMPO.

## FE DE ERRATAS

$m^{<<}$  = metros cuadrados.

1/2 C = grados centígrados

I = micras.

I mohs/cm = micromohs/centímetro.