



MONITOREO DE AGUA

1. OBJETIVOS:.....	0
2. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA:.....	0
ELEMENTOS Y ACCESORIOS INDISPENSABLES EN TODAS LAS OPERACIONES DE CAMPO.....	0
3. RESPONSABILIDADES.....	0
MEDICION DE PARÁMETROS DE CAMPO.....	0
4. DESCRIPCION DEL PROCESO	0
Preparación del equipo y accesorios.....	0
Calibración de Instrumentos.....	0
Procedimiento de Calibración del HORIBA U-10.....	0
Error de Auto-calibración.....	0
Error de auto-calibración pH.....	0
OBSERVACIONES.....	0
MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL O EFLUENTE.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Preparación del equipo y accesorios para el muestreo.....	0
Procedimiento para realizar el muestreo.....	0
MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Preparación del equipo y accesorios para el muestreo.....	0
PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MUESTREO.....	0
Bombeo y purgado de 3 veces el volumen del pozo.....	0
Bombeo y estabilización de parámetros:.....	0
OBSERVACIONES.....	0
FILTRADO DE MUESTRAS DE AGUA.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Equipo y accesorios para el filtrado.....	0
Procedimiento para el filtrado.....	0
PRESERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Elementos y accesorios necesarios.....	0
Preservación de las Muestras.....	0
Proceso de acidulación.....	0
MEDICION MANUAL DE CAUDAL.....	0
METODOS UTILIZADOS.....	0
Operaciones de gabinete.....	0
MEDICION MANUAL DE CAUDAL EN RIOS CAUDALOSOS.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Cuando se materializan aforos sobre río Caudalosos aunque los pasos a aplicar sean los descritos en el Procedimiento de Medición de Caudal debe prestarse especial atención a las condiciones de seguridad y estabilidad del hidromensor que se encuentra dentro del cauce.....	0
DESCRIPCION DEL PROCESO.....	0
Equipo y accesorios necesarios.....	0
Procedimiento para medir niveles manuales.....	0
OBSERVACIONES:.....	0
RECOMENDACIONES.....	0
DEFINICIONES.....	0



MONITOREO DE AGUA

1. OBJETIVOS:

- Describir los procedimientos a seguir para realizar mediciones en terreno de los siguientes parámetros: temperatura del aire, temperatura del agua, pH, conductividad, turbiedad, salinidad y oxígeno disuelto, con el fin de realizar una mejor evaluación de los resultados de los análisis físico-químicos. Estas mediciones se deben hacer en todas las estaciones junto con el muestreo para laboratorio.
- Describir el procedimiento de calibración de instrumentos para medir parámetro de campo.
- Obtener una muestra representativa del agua superficial para la realización de análisis de parámetros físico-químicos y/o bacteriológicos, y que ésta no se deteriore ni contamine antes de llegar al Laboratorio
- Obtener una muestra representativa de efluentes de salida y entrada para la realización de análisis de parámetros físico-químicos y/o bacteriológicos en Plantas de Tratamiento de Efluentes y en Planta de Osmosis Inversa, y que ésta no se deteriore ni contamine antes de llegar al Laboratorio
- Obtener una muestra filtrada para el análisis de metales disueltos sin que por ello pierda la representatividad del punto analizado.
- Establecer las pautas generales sobre la preservación de las muestras recolectadas en el Proyecto Veladero.
- Realizar mediciones de caudal de agua, en lugares seleccionados de forma tal que reúnan las condiciones óptimas para que los resultados obtenidos sean un reflejo fiel de la realidad y para permitir que los valores obtenidos a través del tiempo puedan ser comparables.
- Permitir determinar el régimen de los cursos de aguas superficiales, mediante mediciones de caudal, efectuadas en forma regular y durante periodos de tiempo prolongado.
- Simplificar, homogeneizar y optimizar la metodología de las mediciones de pozos de monitoreo de aguas subterráneas, uso de instrumentos y forma de realizar la medición.

2. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA:

- Plan de Manejo Ambiental
- Plan de Monitoreo de Agua 2004-2005
- STANDARD METHODS (Edición en Español, 1992).
- Manual del Aqua Check, Rev. 2.0 –Septiembre 1999.
- Manual HORIBA U-10
- Norma Chilena 411/3.Of96, Calidad del Agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
- Norma Chilena 410. Of96, Calidad del Agua – Vocabulario.
- Norma Chilena 426/2.Of1997, Agua grado Reactivo para análisis – Especificaciones – Parte 2. Análisis físico-químico y microbiológico de agua potable, aguas crudas y aguas residuales.



MONITOREO DE AGUA

- Apuntes "Hidrometría" del Instituto de Investigaciones Hidráulicas, de la Universidad Nacional de San Juan.
- Manual de Price tipo "Mini" (Pygmy – Modelo 1205)
- Manual de PRICE tipo "AA", Modelo 1210.
- Manual Flo Mate modelo 2000.

ELEMENTOS Y ACCESORIOS INDISPENSABLES EN TODAS LAS OPERACIONES DE CAMPO

- Equipos de comunicación: radio y teléfono satelital
- Mapas indicando puntos de monitoreo
- Registros de monitoreo previos
- Máquina Fotográfica
- Linterna
- Hojas de Campo: una para cada sitio de monitoreo visitado
- Guantes de Látex esterilizados
- Papel toalla
- Bolsas de Plástico para muestras
- Cinta de embalaje
- Marcadores a prueba de agua.
- Guia de respuesta en caso de emergencia.

3. RESPONSABILIDADES

- Superintendente y Supervisor de Medio Ambiente:
 - ✓ Supervisar que este procedimiento se realice en forma adecuada.
- Técnicos Ambientales:
 - ✓ Asegurarse que los equipos necesarios para las mediciones en terreno estén en condiciones y que todos los elementos a utilizar estén disponibles.
 - ✓ Calibrar instrumentos.
 - ✓ Realizar las mediciones en terreno según este procedimiento.
 - ✓ Completar, ordenar y archivar documentación.

MEDICION DE PARÁMETROS DE CAMPO

4. DESCRIPCION DEL PROCESO

Preparación del equipo y accesorios.

- Instrumentos de medición de parámetros de terreno: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Turbiedad.
- Termómetro digital y/o termómetro de mercurio.
- Soluciones patrones para cada instrumento.



MONITOREO DE AGUA

- Buffers estándar de **pH**: para pH=4, pH=7 y pH=10.
- Soluciones estándares de **conductividad**, para Cond= 0.1 a 1mS, 1 a 10 mS y 10 a 100 mS.
- HORIBA U-10:
- Solución estándar de auto calibración pH=4.
- Solución almacenamiento sonda de pH. (KCl)
- Sondas de repuesto para cada instrumento, o un instrumento múltiple, como respaldo.
- Baterías de 9 volt para Horiba U-10.
- Papel para medir pH.
- Agua destilada y desionizada.
- Pizeta o atomizador para administrar agua destilada y desionizada.

Calibración de Instrumentos

- Se deberá verificar la calibración del equipo de terreno al comienzo de cada día de uso y/o en circunstancias especiales como: cambio de muestrear aguas ácidas a aguas alcalinas, después de obtener un resultado sospechoso, etc.
- Todas las lecturas de calibración de todos los equipos deben registrarse en la Hoja de Calibración.
- A continuación se describen los procedimientos de calibración para el HORIBA U-10 y para el AQUA CHECK.

Procedimiento de Calibración del HORIBA U-10

- El Medidor de Agua U10 se puede calibrar en forma manual o automática. El procedimiento de auto-calibración de cuatro parámetros resulta bastante práctico y debería ser suficiente para la mayoría de las operaciones de medición.
- El procedimiento de auto-calibración es extremadamente sencillo. El Medidor de Agua U-10 simplemente utiliza una única solución para realizar una calibración simultánea de cuatro parámetros: *pH*, *COND*, *TURB* y *DO*.

Procedimiento de auto-calibración

- Llene aproximadamente dos tercios de la cubeta de calibración con la solución estándar. Fíjese en la línea en la cubeta.
- Ubique el cabezal sobre la cubeta según se muestra en la figura. Observe que la cubeta está especialmente diseñada para evitar que el sensor DO quede sumergido en la solución estándar. Esto se debe a que la auto-calibración DO se realiza utilizando aire atmosférico.



Cubeta de Calibración

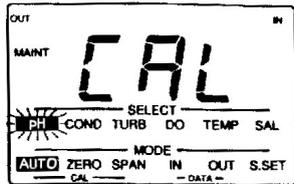


Con la unidad encendida, presione la tecla **MODE** para setear la unidad en el modo **MAINT**. El cursor inferior deberá estar en el Sub-Modo **AUTO**; si no lo estuviera, utilice la tecla **MODE** para llevar el cursor inferior a **AUTO**.

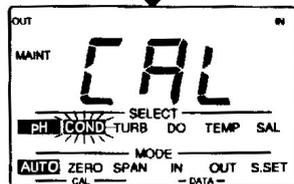


Con el cursor inferior en **AUTO**, presione la tecla **ENT**. En el visor aparecerá **CAL**. Espere un momento y el cursor superior pasará gradualmente por los cuatro parámetros de auto-calibración uno por uno: **pH**, **COND**, **TURB** y **DO**. Cuando la calibración se haya completado, el visor mostrará brevemente **End** y luego cambiará al modo **MEAS**.

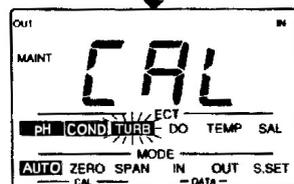
El cursor superior titilará mientras se esté realizando la auto-calibración y dejará de titilar cuando la auto-calibración se haya estabilizado.



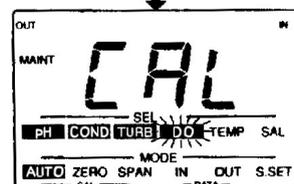
Primero, se está auto-calibrando pH



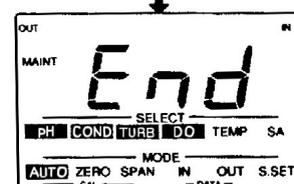
Luego, se está auto-calibrando COND



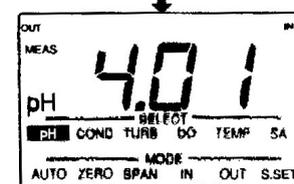
A continuación, se está auto-calibrando TURB



Por último, se está auto-calibrando DO



Ahora finaliza la auto-calibración.



Y la pantalla cambia al modo MEAS

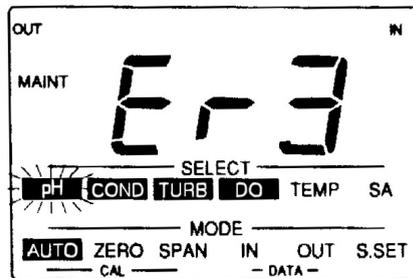


MONITOREO DE AGUA

Nota: Si por algún motivo desea abortar la auto-calibración, presione la tecla CLR. Los parámetros auto-calibrados hasta el momento se almacenarán en la memoria.

Error de Auto-calibración

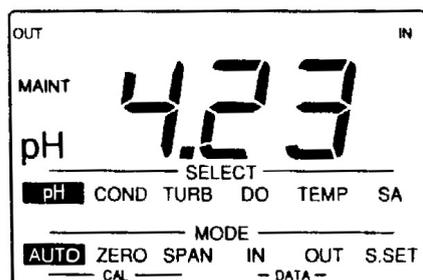
- Si después de la auto-calibración DO la unidad no cambia al modo MEAS como debería hacerlo, y en el visor aparece Er3 ó Er4, ha ocurrido un error de auto-calibración. Los parámetros titilarán donde haya ocurrido el error.



Error de auto-calibración pH



CLR En ese caso, vuelva a realizar la auto-calibración. Primero presione la tecla CLR para cancelar el código de error.



ENT Luego, presione la tecla ENT para re-comenzar la auto-calibración. Reinicie la auto-calibración comenzando nuevamente con pH.

Se recomienda chequear los enunciados del manual para la calibración Span y Zero

- Procedimiento de Lectura en Terreno



MONITOREO DE AGUA

- Colocar la sonda del instrumento, directamente en el flujo de agua cuyos parámetros se determinarán.
- Esperar que los valores se estabilicen.
- Realizar la lectura y anotar en la Hoja de Campo.
- Recuerde que existe una diferencia entre los equipos anteriormente descritos en lo que se refiere a la expresión de los valores de conductividades, El equipo Horiba U – 10 expresa el valor de la conductividad a una temperatura estándar de 25 ° C por lo que debe identificarse con claridad el tipo de equipo utilizado en la hoja de campo.

OBSERVACIONES

Cada instrumento requiere cuidado en su uso, transporte y almacenamiento para conservar su efectividad. Los sensores deben ser enjuagados con agua destilada después de cada medición. El sensor de pH debe ser conservado húmedo con la solución de KCl proveído. El sensor de oxígeno disuelto debe ser rellenado con su solución de preservación después de cada campaña.

MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL O EFLUENTE

DESCRIPCION DEL PROCESO

Preparación del equipo y accesorios para el muestreo.

Para realizar el muestreo se requiere del siguiente equipamiento básico:

- Medidor de parámetros de campo – (pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno Disuelto) Ejemplo: HORIBA U10
 - Termómetro.
 - Papel para medir pH.
 - Bomba de Filtración, filtros y mangueras (Ver procedimiento de Filtrado de muestras).
 - Contenedor de muestras (heladeras o *coolers*) equipados con *Blue Ice* para mantener frescas las muestras (4 °C).
 - **6** envases por muestra para análisis fisicoquímicos -**Suite J**. Los envases serán de PVC y/o vidrio, de 1 y 0,5 litros de capacidad (según el caso), de boca ancha, tapa protectora y cierre hermético (para evitar escapes y contaminación del agua muestreada).
 - **1** envase descartable de plástico de un litro para ser usado como “muestreador” y para recolectar la muestra a ser filtrada
 - **2** envases por muestra para análisis bacteriológico y DBO, uno esterilizado de 250 ml y el otro de 1lt de plástico o vidrio.
 - Reactivos químicos a utilizar como preservantes (HNO₃, HCl, OHNa)
 - Agua destilada y desmineralizada en atomizador de plástico.
- Realizar la limpieza y calibración del medidor de parámetros de campo de acuerdo al procedimiento de calibración descrito en el “Procedimiento PARAMETROS DE TERRENO”.

	MONITOREO DE AGUA
---	--------------------------

- Identificar los envases para el muestreo:
- Colocar las etiquetas en las botellas **antes** de realizar el muestreo, con la identificación de la muestra.
- Identificación de la muestra:

	BARRICK – MAGSA
	PROYECTO VELADERO
	<u>Lugar:</u> LA - 20
	Identificación de la Muestra: LA20_211101
	<u>Fecha</u> DD-MMM-AA (Ej: 21-Nov-02)
	SUITE J L
	PRESERVANTE: (Ej: OHNa)

La identificación de la muestra está formada por la conjunción del nombre del sitio de muestreo más la fecha de realización del mismo separados con un guión bajo. Ej: **LA20_211102**.

En caso de tomar muestras duplicados que se dirijan al mismo laboratorio, la identificación será con formada como sigue:

LA120_211102 (sumar al número del sitio de muestreo el valor 100)

En caso de enviar una muestra blanco al mismo laboratorio se elegirá aleatoriamente un sitio de muestreo de la Cadena de Custodia, a cuyo número se le sumará la cifra 200. Ej: **LA220_211102**

En el caso de realizarse muestras réplicas al número del sitio de muestreo se le sumará la cifra 900. Ej: **LA920_211102**.

Si se toma más de una muestra en un sitio en un día, se agrega un sufijo con guión. Ej. **LA20_211102-2** (esto se aplicará en el caso de tomar muestras a la mañana y a la tarde por motivos especiales).

- Asegurar la etiqueta con cinta de embalaje transparente.
- Utilizar marcador indeleble cuando se coloca alguna anotación extra.
- Colocar todos los envases (5) correspondientes a cada muestra en una bolsa plástica, bien cerrada



Etiqueta de seguridad para cerrar bolsa con muestra.

BARRICK
VELADERO

Fecha: _____ / _____ / _____.

Técnico:

Firma:

Esta etiqueta deberá ser firmada por el técnico responsable de tomar las muestras.

- Preparar las heladeras con los envases necesarios para el muestreo, y los Blue Ice correspondientes (dos litros por muestra).

Procedimiento para realizar el muestreo.

El procedimiento utilizado para la extracción de las muestras, es el definido como "Sistema de Monitoreo Manual". El muestreo se hace en el mismo punto de aforo para el caso de los ríos, vertientes y canales.

Se requieren dos personas para realizar el muestreo de aguas superficiales. Una persona recolectará la muestra ("*muestreador*") y la otra persona lo asistirá ("*ayudante*"), de manera de lograr que el muestreador no tome contacto con nada más que la muestra a fin de evitar la contaminación de la misma.

A continuación se describen las distintas etapas del proceso de muestreo:

1. Ambas personas deben utilizar los guantes descartables para realizar el muestreo.
2. El "*ayudante*" sacará de la bolsa que contiene los frascos, el envase destinado para la muestra a ser filtrada. Retirá la primer tapa con una mano, mientras lo sostiene con la otra y se lo acercará al "*muestreador*". En ésta etapa este frasco será utilizado como frasco muestreador.
3. En el punto elegido, el "*muestreador*", retira la tapa de seguridad colocándola dentro de la tapa exterior que sostiene el ayudante, quien las colocará en un lugar al resguardo de la contaminación. (Ej. dentro del cooler)
4. El ayudante sacará el siguiente frasco de la bolsa, le retirará la primer tapa y se lo acercará al muestreador.



MONITOREO DE AGUA

5. Para extraer la muestra, el “muestreador” sumerge el frasco muestreador debajo de la superficie de agua (15 cm en lo posible – para evitar recolectar material flotante) y en sentido contrario al de la corriente (para prevenir el contacto del agua a recolectar con las manos u otros elementos contaminantes)
 - ✓ Evitar realizar la toma de agua demasiado cerca de la orilla y en zonas de turbulencia excesiva.
6. Una vez que el “muestreador” llena el envase, retirará la segunda tapa del frasco que sostiene el ayudante y procederá al llenado del mismo dejando un espacio de aire en la botella. Luego de esto colocará la 1° tapa.
7. El “ayudante” colocará la segunda tapa y lo guardará dentro de la bolsa correspondiente.
 - ✓ Tener la precaución de no realizar esta operación cerca de alguna fuente contaminante de la muestra (ej: escape de la camioneta).
 - ✓ Recordar que cuando la muestra esté destinada a análisis bacteriológicos se deben utilizar los envases de vidrio esterilizado y el procedimiento varía ya que el muestreador deberá destapar el frasco y llenarlo inmediatamente.
 - ✓ En el caso de muestras destinadas a análisis de aceites y grasas, el envase también es de vidrio y el ayudante destapará el frasco permitiendo de este modo que el muestreador proceda a su llenado hasta rebalsar, mientras que el primero lo sostiene.
8. Los envases correspondientes a una muestra se colocaran en una bolsa de polietileno con la identificación de la estación, se colocará la etiqueta de seguridad y se cerrará con cinta de embalaje transparente. Esta bolsa con muestras se colocará en la conservadora.
9. Se cerrará la conservadora, asegurándose de que contenga el material refrigerante (Blue ice) para mantener las muestras refrigeradas.
10. Desechar los guantes utilizados después de cada muestreo para luego disponerlos en el recipiente adecuado en el contenedor de Medio Ambiente.
11. Tomar nota de la hora y los parámetros de campo.
12. Completar la Hoja de Datos de Campo.

MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA

DESCRIPCION DEL PROCESO

Preparación del equipo y accesorios para el muestreo.

Para realizar el muestreo se requiere del siguiente equipo básico:

- ❖ Planilla Control de Medición de baldes en el bombeo.
- ❖ Medidor de parámetros de campo – (pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno Disuelto) Ejemplo: HORIBA U-10
- ❖ Sistema de Filtración, filtros y mangueras (Ver procedimiento de Filtrado de muestras).
- ❖ Bomba REDI FLO 2 (bomba portátil de 2” de diámetro)
- ❖ Grupo electrógeno HONDA EP 6500 (de acuerdo a la bomba utilizada, para éste caso 5.5KVA y regulador electrónico de voltaje)
- ❖ Medidor de nivel del pozo – Piezómetro.
- ❖ Muestreador Bailer.
- ❖ Cuerda de Nylon.



MONITOREO DE AGUA

- ❖ Baldes graduados para el bombeo del pozo.
 - ❖ Cronómetro.
 - ❖ Termómetro.
 - ❖ Papel para medir pH.
 - ❖ Contenedor de muestras (heladera - *coolers*) equipados con *Blue Ice* para mantener frescas las muestras (4 °C).
 - ❖ **5** envases por muestra para análisis fisicoquímicos (Suite **J** o **K**). Los envases serán de PVC y/o vidrio esterilizado, de 1 litro de capacidad, de boca ancha, tapa protectora y cierre hermético (para evitar escapes y contaminación del agua muestreada).
 - ❖ **2** envases por muestra para análisis bacteriológico y DBO.
 - ❖ Agua destilada y desmineralizada en atomizador.
- Realizar la limpieza y calibración del medidor de parámetros de campo: pH, conductividad, oxígeno disuelto, presión barométrica y temperatura del agua; de acuerdo al procedimiento de calibración descrito en el "Procedimiento PARAMETROS DE TERRENO".
 - Los envases deben contener los preservantes destinados para cada caso en particular antes del proceso de toma de muestras.
 - Identificar los envases para el muestreo:
 - Colocar las etiquetas en las botellas **antes** de realizar el muestreo, con la identificación de la muestra de la misma forma que para aguas superficiales

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MUESTREO

Para realizar el monitoreo de agua de pozo, se emplean dos métodos:

Bombeo y purgado de 3 veces el volumen del pozo

Consiste en lavar el pozo purgando su volumen tres veces (esto es para sacar el agua estancada).

1. Se requiere dos personas para realizar el muestreo de aguas subterráneas.
 2. Inspeccionar la cabeza del pozo para detectar cualquier daño y anotar las observaciones.
 3. Retirar la tapa del pozo.
 4. Introducir el piezómetro para conocer el nivel estático de agua.
 5. Calcular el volumen de agua a bombear con los datos de profundidad total y nivel de agua.
- ✓ Este cálculo se realiza para bombear tres volúmenes agua del pozo previo al muestreo y asegurar que la muestra a tomar sea la más representativa.

$$V = \frac{P \cdot D^2}{4} \times (\text{Pt-Na}) \times 1000 \times 3$$



MONITOREO DE AGUA

$$N^{\circ} \text{ baldes} = \frac{V}{v}$$

V = Volumen a bombear del pozo en litros
D = Diámetro del tubo de PVC del pozo en metros
Pt = Profundidad total del pozo en metros
Na = Nivel de agua en el pozo metros
v = Volumen del balde (l)

- ✓ El factor 3 es el número de veces a remover el agua del pozo.
- ✓ El volumen a bombear se realiza en baldes de una capacidad de **v** litros.

Pozo	Número de baldes a remover	Número de baldes a remover
	Baldes de 17 litros	Baldes de 20 litros
BH-8	4	3
BH 9	2.5	2
GWQ 1A	8.5	7
GWQ 1B	2.5	2
GWQ 2A	7	6
GWQ 2B	1.5	1
GWQ 3A	7	6
GWQ 3B	3.5	3
GWQ 6A	6	5
GWQ 6B	2.5	2
PM AM	132	112
PM LT 1	115	98
PM LT2	133	113
PM LT3	163	139
PM TU 1	132	112

Planilla que expresa el número de baldes a remover por pozo en función de las medidas medias de las profundidades obtenidas de EDMS.

6. Después de calcular el volumen de agua a bombear, se procede a introducir la bomba al pozo considerando la profundidad total y el nivel de agua del mismo.
 - a. Es importante realizar esta operación con bastante cuidado porque los pozos tienen diferente comportamiento.
 - b. Nunca introducir la bomba bien al fondo y cerca de la superficie de agua del pozo, por que podría remover los sedimentos y aspirar aire al quedarse sin agua;
 - c. Ambos casos pueden malograr la bomba.



MONITOREO DE AGUA

7. Introducir el piezómetro conjuntamente con la bomba para determinar la profundidad de muestreo.
8. Del carrete que contiene la manguera de la bomba, hay una salida "sampling", a la que deberá conectarse una manguera de 1/2" por la que saldrá el agua.
9. Conectar eléctricamente la bomba al grupo usando la extensión apropiada, (puesto que los enchufes son especiales), y el comando controlador de la bomba, a la bomba en sí, con el conector provisto para esto ubicado al centro del carrete que contiene la manguera y cables.
10. Para poner en marcha el grupo eléctrico, dar el paso de la corriente con su interruptor "on/off" de este modo se energiza el controlador de la bomba que lo indicará iluminando el display, con el selector de velocidad "speed" o frecuencia ajustar un valor medio de frecuencia y con el interruptor "off/Start" del controlador poner en funcionamiento la bomba. Luego de esto ajustar el máximo de la frecuencia que es 400 Hz.
11. Iniciar el bombeo del pozo controlando el número de baldes de agua a remover según cálculos.
12. Medir los parámetros de campo como: pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, presión barométrica, nivel de agua del pozo, hora, en el primer balde. Se repite la medición de parámetros cada 5 baldes.
- ✓ En el caso de que el pozo de monitoreo quede seco debido a la purga y la recuperación del nivel de agua sea lenta, debe permitirse que el pozo se recupere durante el período requerido (normalmente de un día para otro) y luego debe muestrearse sin otra purga.
13. Para la operación de muestreo deberá fijarse la manguera de la bomba para simular una salida a modo de aguas superficiales.
14. Ambas personas deben utilizar los guantes descartables para realizar el muestreo.
15. El "ayudante" sacará de la bolsa que contiene los frascos, el envase destinado para la muestra a ser filtrada. Retirá la primera tapa con una mano, mientras lo sostiene con la otra y se lo acercará al "muestreador". En esta etapa este frasco será utilizado como frasco muestreador.
16. En el punto elegido, el "muestreador", retira la tapa de seguridad colocándola dentro de la tapa exterior que sostiene el ayudante, quien las colocará en un lugar al resguardo de la contaminación. (Ej. dentro del cooler)
17. El ayudante sacará el siguiente frasco de la bolsa, le retirará la primera tapa y se lo acercará al muestreador.
18. Para extraer la muestra, el "muestreador" llena el frasco con el agua que sale de la manguera de la bomba el frasco muestreador.
19. Una vez que el "muestreador" llena el envase, retirará la segunda tapa del frasco que sostiene el ayudante y procederá al llenado del mismo dejando un espacio de aire en la botella. Luego de esto colocará la 1° tapa.
20. El "ayudante" colocará la segunda tapa y lo guardará dentro de la bolsa correspondiente.
- ✓ Tener la precaución de no realizar esta operación cerca de alguna fuente contaminante de la muestra (ej: escape de la camioneta o grupo eléctrico).
- ✓ Recordar que cuando la muestra esté destinada a análisis bacteriológicos se deben utilizar los envases de vidrio esterilizado y el procedimiento varía ya que el muestreador deberá destapar el frasco y llenarlo inmediatamente.
- ✓ En el caso de muestras destinadas a análisis de aceites y grasas, el envase también es de vidrio y el ayudante destapará el frasco permitiendo de este modo que el muestreador proceda a su llenado hasta rebalsar, mientras que el primero lo sostiene.



MONITOREO DE AGUA

21. Los envases correspondientes a una muestra se colocaran en una bolsa de polietileno con la identificación de la estación, se colocará la etiqueta de seguridad y se cerrará con cinta de embalaje transparente. Esta bolsa con muestras se colocará en la conservadora.
 22. Se cerrará la conservadora, asegurándose de que contenga el material refrigerante (Blue ice) para mantener las muestras refrigeradas.
 23. Desechar los guantes utilizados después de cada muestreo para luego disponerlos en el recipiente adecuado en el contenedor de Medio Ambiente.
 24. Tomar nota de la hora y los parámetros de campo.
 25. Completar la Hoja de Datos de Campo.
 26. Después de tomadas las muestras, se procede a apagar la bomba: desde el control "run/spot/reset" se corta la corriente del grupo con el mando "on/off" y se apaga el motor con la llave hacia "off", y se corta el paso de combustible. Controlando el nivel de agua del pozo con la finalidad de calcular el tiempo de recuperación del mismo.
 27. Retirar el piezómetro y la bomba (operando en forma inversa al proceso de bajado de la bomba - pasos 5, 6, 7-).
- ✓ Es importante lavar la bomba haciéndola funcionar dentro de un recipiente con agua desmineralizada para eliminar el agua remanente localizada en la manguera y evitar contaminaciones en otros muestreos.

Bombeo y estabilización de parámetros:

Se utiliza cuando el volumen de agua a bombear es demasiado grande como para "vaciar" tres veces el pozo.

Consiste en bombear agua del pozo(ver pasos 5, 6, 7, 8) y monitorear los parámetros de pH, Conductividad, temperatura, nivel del pozo, cada 5 minutos. Esto se utiliza para determinar cuando se estabiliza el acuífero en virtud de éstos parámetros.

Este procedimiento aplica cuando la bomba con la que se cuenta es pequeña y no es capaz de afectar el acuífero durante el bombeo. O bien cuando el tiempo disponible para la tarea es demasiado pequeño.

Una vez que se han estabilizado los parámetros se procede al monitoreo propiamente tal y al desarme y desconexión de la bomba según se indicó en la sección anterior.

OBSERVACIONES

- Cuando se efectúa el bombeo de un pozo por primera vez, se debe poner máximo cuidado en el control del piezómetro, porque no se conoce el comportamiento del pozo.
- Siempre se deben registrar todas las observaciones, porque esto constituye la historia del pozo.
- Debe tenerse cuidado en el transporte del grupo eléctrico y la bomba.
- Durante el proceso de bombeo no debe permitirse que el escape del grupo eléctrico contamine el área donde se encuentran las heladeras y frascos de monitoreo.



MONITOREO DE AGUA

FILTRADO DE MUESTRAS DE AGUA

DESCRIPCION DEL PROCESO

Equipo y accesorios para el filtrado.

- Bomba de filtrado.
- Filtros de 0,45 micrones.
- Manguera blanda de silicona, para filtrado.
- Envase para depositar la muestra filtrada.
- Guantes de látex esterilizados, sin talco.
- Papel toalla.
- Agua destilada y/o desmineralizada en pizetas.

Procedimiento para el filtrado.

Cuando la Suite que se desea analizar contemple el análisis de **metales disueltos** se deberá aplicar este procedimiento.

1. Sacar los envases que contienen las muestras y posicionarlos sobre una superficie de trabajo.
2. El lugar que se elige para la operación de filtrado debe ser un lugar cerrado, pero atendiendo las recomendaciones de los métodos estandarizados esta operación deberá realizarse una vez tomada la muestra, lo que muchas veces implica desarrollarla en campo.
 - a. Recordar que si esta operación se desarrolla en el campo puede utilizarse el interior de la camioneta.
 - b. Para el caso de que se utilizarse la camioneta deberá cuidarse las corrientes de aire por viento.
3. Separar los envases que contienen las muestras a filtrar y preparar la bomba para el filtrado.
4. Colocarse guantes, aflojar los tornillos del eje de la bomba y colocar la manguera para el punto deseado dentro del excéntrico de la bomba, ayudándose con la bomba encendida.
 - ✓ Recordar que se utiliza un trozo de manguera para cada punto de muestreo.
 - ✓ Una vez terminada se guarda esta manguera en una bolsa cerrada e identificada.
2. Con la manguera una vez colocada dentro del excéntrico de la bomba y ajustados los tornillos, se les retira a ambos envases las primeras tapas.
 - ✓ El operador deberá cambiarse los guantes antes de retirar el filtro de su envoltorio y colocarlo en el extremo de la manguera.
6. Una vez colocado el filtro en uno de los extremos de la manguera para filtrado, retirar la segunda tapa de ambos frascos, colocar dentro del envase que contiene la muestra a filtrar, el extremo de la manguera que realiza la succión y el otro extremo que contiene el filtro dentro del envase que contendrá la muestra ya filtrada.
7. Encender la bomba prestando atención que se encuentre direccionada en el sentido correcto.(Verificar el sentido con la llave indicadora de la bomba)
8. Observar la operación de filtrado de modo que no se produzcan obstrucciones.
9. Parar la bomba una vez concluido el traspaso de fluido.
10. Colocar ambas tapas del envase que contiene la muestra filtrada.
11. Descartar el envase vacío.



MONITOREO DE AGUA

12. Retirar la manguera de la bomba y guardarla dentro de su la bolsa.
13. Repetir el procedimiento para otras muestras.
14. Completar la hoja de Cadena de Custodia.

PRESERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA

DESCRIPCION DEL PROCESO

Elementos y accesorios necesarios

- Ácido Nítrico, HNO₃, 65% p.a.
- Ácido Sulfúrico, H₂SO₄ 95% - 97% p.a.
- Ácido Clorhídrico HCl p.a.
- Hidróxido de Sodio, NaOH p.a.
- Acetato de Zinc, p.a.
- Guantes de látex (Sin talco).
- Guantes de Nitrilo (Sin Talco).
- Papel toalla.
- Agua destilada y desmineralizada en pizetas.

Preservación de las Muestras

Ciertos analitos físicos o químicos son estabilizados por la adición de compuestos químicos directamente a la muestra después de tomarla, o al recipiente antes de la recolección.

En las determinaciones de elementos trazas, es altamente recomendable usar preservantes grado para análisis o superior.

Dado que existe incompatibilidad entre los análisis a realizar y los diversos preservantes y recipientes posibles, a menudo es necesario tomar varias muestras de la misma agua y preservarlas con relación a los análisis a los cuales serán sometidas. La selección de la preservación y la cantidad mínima de muestra requerida, siempre estará sujeta a consulta con el analista.

Envase	Preservación	Adición de preservantes	Parámetros
Plástico de 1 L	pH ≤ 2, HNO ₃	Adicionar 2 ml de HNO ₃ 1:1, por litro de muestra.	(Metales totales, sin filtrar) Na, K, Mg, Ca, Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, B, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Sn, Sr, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pd, Ag, Pb, Se, Tl, Ti, V y U.
Plástico de 250 ml	pH ≤ 2, HNO ₃	Adicionar 2 ml de HNO ₃ 1:1, por cada litro de muestra filtrada .	(Metales disueltos, filtrados) Na, K, Mg, Ca, Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, B, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Sn, Sr, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pd, Ag, Pb, Se, Tl, Ti, V y



MONITOREO DE AGUA

			U.
Plástico de 500 ml	Sin preservantes	-	Cl ⁻ , CO ₃ ⁻² , HCO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , pH, CE, SS, SiO ₂ , Alcalinidad y Cr+6.
Vidrio de 1 L	pH ≤ 2, HCl	Adicionar 2 ml de HCl 1:1, por cada 1000 ml de muestra.	Aceites y Grasas
Plástico de 500 ml	Sin preservantes	Filtrada	SO ₄ ⁻² H ₂ CO ₃ - TSD- Cloruros - NO ₂
Plástico de 500 ml	pH > 12, NaOH	Adicionar 1 ml de NaOH 5 N, por cada 1000 ml de muestra.	Cianuro

Nota:

Los envases destinados a la determinación de aceites y grasas deben ser llenados completamente hasta rebalse, de manera de no dejar aire para evitar posibilidades de oxidación de los parámetros a medir y la preservación recomendada sea efectiva. La muestra para metales disueltos, debe ser filtrada previo a la adición del ácido nítrico.

Para poder realizar los análisis de todos los parámetros requeridos en el Programa de Monitoreo 2002-2003, la preservación de la muestra se logra refrigerando y agregando conservantes químicos, de la siguiente manera:

- ✓ 500 ml Natural sin filtrar.
- ✓ 1000 ml Natural preservado con ácido nítrico (HNO₃ pa, hasta pH<2, 2 ml concentrado en 1 L de muestra).
- ✓ 250 ml **FILTRADO** y preservado con ácido nítrico (HNO₃ pa, hasta pH<2, 2 ml concentrado en 1 L de muestra).
- ✓ 1L Natural preservado con ácido clorhídrico (HCl p.a. hasta pH<2, 2 ml concentrado en 1L de muestra). **ENVASE DE VIDRIO**
- ✓ 500 ml Natural preservado con hidróxido de sodio (NaOH pa hasta PH>12, aprox. 8 granallas en 1L de muestra ó 2 ml de solución de NaOH por cada litro de muestra).
- ✓ 500 ml **NATURAL SIN FILTRAR SIN PRESERVANTES**

- ✓ En caso de análisis bacteriológico, 1L Natural refrigerado en frasco de vidrio y 250 ml en frasco esterilizado. **SIN PRESERVANTES**

- Utilizar los EPP.
- Los envases de las muestras deberán estar preparados con el preservante apropiado antes de la toma de las muestras.

Proceso de acidulación.



MONITOREO DE AGUA

4. Para cumplir las condiciones de asepsia y seguridad planteadas en los estándares de este plan de monitoreo para la realización de este procedimiento son necesaria dos personas, las que a los fines de la descripción del mismo se denominarán *técnico* y *ayudante* respectivamente.
5. Se deben preparar los envases de los puntos a monitorear con las respectivas Suit sobre una superficie ordenados en filas según el punto de monitoreo y tipo de preservante.
6. Seguidamente tanto el Técnico como el ayudante se colocaran los elementos de protección personal que consisten en:
 - ✓ Ropa impermeable en chaqueta y pantalón.
 - ✓ Protector Facial Completo
 - ✓ Protector respiratorio (consultar con departamento de Seguridad para la determinación del tipo).
 - ✓ Guantes de Nitrilo-Vinilo
 - ✓ Guantes de latex descartables.
 - ✓ La colocación de los guantes será doble, el guante de Nitrilo se colocara en primera medida para protección (mecánica y química) contra los ácidos y en segunda medida se colocará por sobre este el guante de látex que será el descartable.
7. Mientras se desarrolla el proceso de acidular las muestras es conveniente que no permanezcan demás personas de no ser estrictamente necesario.
 - ✓ Recordar que no se pueden ingerir alimentos mientras se desarrolla esta actividad.
 - ✓ Demás personas que no cuenten con los EPP no podrán acercarse en menos de la distancia de seguridad que se plantea en 1 metros desde la superficie en donde se encuentran las muestras.
8. Tanto el ayudante como el técnico comienzan la extracción de la primer tapa de la fila elegida para un solo tipo de preservante, por ejemplo, ácido Nítrico.
9. Luego se extraen del armario que almacena los químicos preservantes el químico a utilizar colocándolo sobre la mesa.
10. El técnico verifica el estado del dosificador (punta y pistón) y se prepara para la operación tomando con una mano la punta por donde se administra el químico y con la otra el pistón.
11. El ayudante levanta parcialmente la segunda tapa para que el técnico ingrese el ácido volviendo a tapar inmediatamente el frasco.
12. Se completa la fila, según el paso 8.
13. Se guarda el químico en un armario dentro de su contención secundaria y se colocan las tapas.
14. Para el agregado de otros químicos a otros frascos, el ayudante deberá cambiarse los guantes descartables para la extracción de la segunda tapa.
15. El agregado de NaHO en granallas el técnico deberá contar las granallas y no se hará uso del dosificador a pistón.

MEDICION MANUAL DE CAUDAL

METODOS UTILIZADOS

1. El método práctico para la determinación de caudales es el de la velocidad -área, que consistente en integrar el producto del valor de las áreas parciales de la sección



MONITOREO DE AGUA

mojada por los valores de velocidad media de la masa de agua que escurre a través de la misma.

2. Este método lleva implícito la medición de profundidades y distancias a un punto fijo.
3. Se utiliza un medidor de velocidad de corriente (molinete o flujómetro magnético) para estimar la velocidad a través de una sección del cauce. El medidor de corriente mide la velocidad en un punto fijo o varios en la misma vertical.
4. El caudal total es la suma de los productos de las áreas parciales (secciones transversales verticales) y sus respectivas velocidades medias. (Ver figura 1 Anexo I "Hidrometría").

Esto se puede expresar por la siguiente fórmula:

$$Q = S (a \cdot v)$$

Donde:

Q = Caudal Total

a = área parcial de una sección transversal individual.

v = velocidad media correspondiente al flujo normal del área parcial.

Determinación de la velocidad media en las verticales

La determinación de la velocidad media en verticales seleccionadas a través de toda la sección transversal se obtiene a partir de dos métodos de medición de velocidad:

Método de las seis décimas de la profundidad

Se toma la velocidad a 6 décimas de la profundidad de agua (0,6 hw), la que puede considerarse como velocidad media de la vertical.

La velocidad del agua a 6 décimas (0,6 hw) de la distancia desde la superficie hasta el fondo, se aproxima bastante a la velocidad media de toda la sección transversal vertical.

Se posiciona el molinete a seis décimas de profundidad desde la superficie (ó 4 décimas desde el fondo del cauce).

El método de las seis décimas entrega resultados confiables y puede ser utilizado en las siguientes condiciones:

- ✓ La profundidad del agua es inferior a 0,75 m.
- ✓ Existen detritos que impiden una medición precisa de la velocidad de 0,2.
- ✓ El estado del curso de agua cambia rápidamente y deben hacerse mediciones rápidas.
- ✓ Recordar que se deben tener precauciones en los cauces en los cuales el material de fondo tenga un tamaño mayor a los 30 cm, ya que los mismos generarán una distribución en vertical de las velocidades distintas a la teórica, haciendo que para la determinación de la velocidad media se deba colocar el molinete a un porcentaje menor que el 0,6.

Método de los dos puntos



MONITOREO DE AGUA

Se hacen observaciones a 0,2 y 0,8 de la profundidad. La velocidad media es el promedio de las dos determinaciones.

El método de los dos puntos se utiliza, generalmente, cuando las profundidades del flujo son superiores a 0,75 m.

Este método también se utiliza en los casos en que se tenga flujómetro, para el que la determinación de velocidades sea puntual. En este caso es recomendable utilizar el método de los dos puntos o más determinaciones por punto.

- Medidor de velocidad de flujo Floo Mate.
 - Molinete Price, tipo "Mini": modelo 1205 "Pygmy": mide velocidad del flujo en el rango de (0.075 a 0.914) m/s.
 - Molinete Price, tipo "AA": modelo 1210: mide velocidad del flujo en el rango de (0.08 a 2.44) m/s.
 - Registrador automático AquaCalc.
 - Registrador automático AquaCalc de respuesta, ó
 - Cronómetro¹,
 - Contador digital de impulsos.
 - Audífonos. (en caso de no contar con un sistema automático de registro de impulsos, o que falle),
 - Contador manual de impulsos.
 - Baterías de repuesto para los registradores electrónicos.
 - Juegos de barras graduadas para aforos por sondeo ó barra con Bernier.
 - Cinta de medir de 50 metros, no metálico, de carrete abierto.
 - Cinta de medir de 5 metros, no metálico, de carrete abierto.
 - Soga graduada.
 - Botas impermeables largas, de tipo pescador o "waders".
 - Guantes impermeables.
 - Pico y pala.
 - Aerosol lubricante, protector de la humedad (WD-40).
 - Paño o papel para secado.
 - Cinta Aislante (3M).
 - Destornillador de paleta (6mm).
 - Navaja
 - Impermeable para utilizarlo en el torso. (del estilo campera rompevientos)
 - Sistema de anclaje de arnés de cuerpo y cinturón de seguridad.
 - Líneas de vida (sogas)
 - Mosquetones.
 - Chaleco Salvavidas
 - Casco de seguridad sin visera y sujeto a la barbilla
 - Muda de ropa seca.
 - Hoja de Calibración de Molinete
 - Lista de Códigos de Estación.
-



MONITOREO DE AGUA

Preparación de los molinetes

- Antes de realizar las campañas de medición es conveniente verificar el estado general de los molinetes. No se deben intentar reparaciones mayores (como reparaciones ó modificaciones sobre las cazoletas)
- Desajustar la tuerca de elevación para restituir la presión de las cazoletas al pivote.
- Lavar el molinete con agua limpia después de cada uso y secar con un paño.
- Lubricar el pivote inferior y el conector de presión que se encuentra por debajo de las cazoletas.
- Aplicar una gota de aceite al eje y a las partes móviles.
- *Prueba de giro.* Asegurarse de que una vez limpio y lubricado el molinete supere la prueba de giro que consiste en que la cazoleta gire por más de tres minutos y medio en el caso del Price A:A y por más de un minuto en el Pigmy. No utilizar los desincrustantes (tipo DW 40) como lubricante, utilice aceites livianos para tal fin.
- No mover las cazoletas en la dirección incorrecta. La dirección correcta es en el sentido de las agujas del reloj visto desde arriba.
- Verificar el contacto del bigote de gato en la prueba de giro, en caso contrario moverlo hasta asegurar el contacto. Para facilitar esta tarea puede hacerse uso de los auriculares y verificar la calidad del contacto.
- Verificar que la cazoleta no se detengan abruptamente. De ocurrir esto se deben repetir los pasos 2 a 5.
- Al final de cada día o durante los trasportes baje la tuerca de elevación por debajo del recipiente giratorio de modo de quitar la presión sobre el pivote.

Preparación del AQUACALC

1. Encender el Aquacalc (on).
2. Presionar menú (0) tres veces. (Para el Aqua Calc 5000, se presiona la tecla [SET UP] solo una vez –la pantalla mostrará la información de una transecta-). Aparecerá alguna de las dos pantallas siguientes:

TRANSECT	STATION	DISTANCE	DEPTH
1	13	1.3	0.00
6	35	40.5	12.00

2 / 6 / 8 | REVS | TIME | VELOCITY

3. Presionar 1 para ubicar la estación (1 y aparecerá ? se anota el n° de la estación a medir o n° de Medición que corresponda en el Aquacalc). Presionar Enter y luego presionar una vez 0.
4. Para ingresar la información de la transecta que se esta realizando, se debe presionar MENU o SEP UP, y luego 1 (1=Tr Info).

TRANSECT	STATION	DISTANCE	DEPTH
0=Meas			
1= TrInfo			
2= System			
3=Upload			

2 / 6 / 8 | REVS | TIME | VELOCITY



MONITOREO DE AGUA

TRANSECT | STATION | DISTANCE | DEPTH

1=ID & Hdwr Info

2= Transect Info

2 / 6 / 8 | REVS | TIME | VELOCITY

5. Presionar 1 (1=ID & Hdwr Info)
6. Presionar el signo +/- para escribir su numero de identificación de hidromensor (Los cuatro últimos n° de su cédula de identidad) luego Enter.
7. Presionar el signo +/- para escribir el código de la estación² a medir (NE -5 = 1455) luego 6 veces Enter.
8. Luego presionar el símbolo +/- para Cambiar el tipo de molinete a utilizar.
9. Presionar el signo +/- para cambiar el tipo de molinete (0= Molinete Pygmy 0.284 el 1=0.675 o 1 = molinete Price), luego presionar Enter
10. Presionar el signo +/- para verificar las constante del molinete, luego presionar Enter.
11. Presionar 2 (Transect Info.)
12. Presionar el signo +/- para anotar el tiempo de la Medición (Normalmente se utilizan 60 segundos, se anota como 60), presionar ocho veces Enter.
13. Presionar 2 veces 0.

Procedimiento para realizar la medición con Aqua Calc.

Para las aplicaciones en que la medición de flujo se realice utilizando molinetes con señal mecánica o magnética el Aqua Calc puede emplearse como instrumento para realizar los cálculos complementarios pero por el contrario cuando se utilice el flujómetro Floo Mate deberá emplearse el método normal de registros de datos manual y cálculos en gabinete.

1. Posicionarse en la estación y asegurarse de borrar datos antiguos en el Aqua Calc.
2. Asegurarse que las condiciones ambientales permiten realizar la medición de caudal en forma segura para el Técnico.
3. Medir el ancho del curso de agua, en la sección transversal que corresponde.
 - ✓ Instalar la huincha de medir.
 - ✓ La cinta de medir debe posicionarse en ángulos rectos con respecto a la dirección del flujo para evitar las componentes laterales del flujo en la sección transversal.
4. Limpiar la estación de aforo.
5. Determinar distancia entre las verticales, en las cuales se medirá la velocidad. Como criterio para determinar la distancia entre las verticales, se adapta: dividir el ancho del río en 10 partes.
6. Armar barras graduadas, o preparar barra con bernier.

² Ver "Lista Códigos Estaciones – Aqua Calc"



MONITOREO DE AGUA

7. Armar e instalar molinete en el porta molinete de la barra.
8. Conectar cables (Punta n° 1) al molinete y barras graduadas.
9. Conectar cable (Punta n° 2) al AQUACALC.
10. Medir el ancho del curso de agua, en la sección transversal que corresponde.
 - ✓ Instalar la cinta de medir.
 - ✓ La cinta debe posicionarse en ángulos rectos con respecto a la dirección del flujo para evitar las componentes laterales del flujo en la sección transversal.
11. Determinar la distancia entre las verticales, en las cuales se medirá la velocidad. Como criterio para determinar la distancia entre las verticales, se adoptará: Dividir el cauce como mínimo en 10 partes.
12. Presionar **Set Distance** en el aparato Aquacalc para anotar la distancia desde el punto de medición de la vertical, al borde del agua (esta distancia se refiere al ancho de la estación Ej. 0.00; 0.10; 0.20; etc, dependiendo del ancho de la estación siempre se anotan los dos decimales).
13. Presionar **Set Depth** en el aparato Aquacalc para anotar la profundidad del agua (La profundidad del agua se refiere a la altura del agua del fondo a la superficie, siempre se anota con dos decimales).

Es necesario realizar la corrección de pared cuando se encuentra que sobre la sección de aforo existe un borde en corte abrupto en forma vertical. Esto puede deberse características naturales, o puede encontrarse en una sección de aforo dentro de una sección artificial.

En caso de realizar una **corrección de pared** sobre la margen izquierda, se debe colocar sobre la primer estación una distancia de 0,00 con la profundidad que se esté observando. Se debe presionar la tecla del número 4 por tres segundos y setear el factor de pared con el signo +/- . A continuación se registra la velocidad de la estación siguiente inmediata con el procedimiento a utilizar, esto es con el método del 0,6 u otro similar.

Si hiciera falta una nueva corrección por pared en la estación final se debe registrar las velocidades en la vertical inmediatamente anterior y en la vertical correspondiente ingresar la progresiva correspondiente, con su profundidad y setear nuevamente el coeficiente correspondiente con la tecla del número 4 y el signo +/- . Una vez hecho esto se debe agregar una nueva estación con una progresiva mayor que la última ingresada (en donde se hizo la corrección de pared) con una profundidad de 0,00, esto permitirá al Aquacalc interpretar el cierre del aforo.

Puede existir el caso en que la corrección de pared se realice solo en una de las márgenes.
14. Determinar el método de medición de la velocidad.
 - ✓ Método de los dos puntos para profundidades superiores a 0,75 m ó
 - ✓ Método de las seis décimas para profundidades inferiores a 0,75 m.
 - ✓ Para cambiar el **% de medición**³ en el Aquacalc se debe dejar presionado el n° 4 para anotar el %).
15. Calcular la profundidad a la que deberá colocarse el medidor, de acuerdo al método de medición de la velocidad a utilizar. Si se utiliza la barra con vernier hacer uso del mismo
 - ✓ Bajar el molinete a la altura que corresponda.
 - ✓ Cuando el medidor esta en posición, esperar unos segundos para que el molinete se ajuste a la corriente, antes de efectuar la medición de la velocidad.
16. Presionar [MEASURE].
17. A los 60 segundos presionar [ENTER].

³ Los porcentajes de altura de la medición son contados desde la superficie del agua hacia el fondo.



MONITOREO DE AGUA

18. Si se requiere medir la velocidad en más de un punto de la vertical, determine la posición del medidor y realice la medición.
19. Presionar el n° 3 para pasar a la siguiente medición.
 - ✓ Realizar nuevamente el procedimiento descrito.
 - ✓ Trasladarse a cada una de las verticales y repetir procedimiento, hasta cubrir toda la sección transversal.
20. Al terminar las mediciones se calcula el caudal presionando el n° 5.
21. Recordar que todas las mediciones de caudal sobre una estación deben terminar en una progresiva más que la última registrada con profundidad cero. Esto es si a los 2,4 metros de un punto fijo se tiene una corrección de pared con una profundidad de 0,3 metros, se debe ingresar una estación más en la que se tenga como progresiva 2,5 metros y 0,00 metros de profundidad
22. Anotar en la Hoja de Campo que se ha realizado la medición de caudal: anotar caudal, velocidad media e información general del sitio de monitoreo (condiciones del tiempo, del cauce, fecha, hora, etc).
23. Trasladarse a la próxima estación de monitoreo.
24. Al finalizar el día de mediciones de caudal, se complementan con las operaciones de gabinete.

Procedimiento para realizar la medición con Floo Mate.

Cuando la medición de flujo se realiza determinando las velocidades con Floo Mate el procedimiento a utilizar es el siguiente:

1. Posicionarse en la estación.
2. Asegurarse que las condiciones ambientales permitan la medición del caudal en forma segura para el técnico.
3. Armar las barras graduadas o preparar la barra con bernier.
4. Instalar el Floo Mate en la Barra.
5. Constatar la correcta posición de la caja y sus correas de suspensión no interfieran en la realización del aforo.
6. Limpiar la estación de aforo.
7. Medir el ancho del curso de agua, en la sección transversal que corresponde.
- ✓ Instalar la cinta de medir.
- ✓ La cinta debe posicionarse en ángulos rectos con respecto a la dirección del flujo para evitar las componentes laterales del flujo en la sección transversal.
8. Determinar la distancia entre las verticales, en las cuales se medirá la velocidad. Como criterio para determinar la distancia entre las verticales, se adoptará: Dividir el cauce como mínimo en 10 partes.
9. Enunciar al ayudante la distancia del punto de medición de la vertical al borde del agua para que se registre en la hoja de campo (esta distancia se refiere al ancho de la estación progresiva, por ejemplo 0.00; 0.10; 0.20 etc, dependiendo del ancho de la estación siempre se anotan dos decimales)
10. Enunciar al ayudante la profundidad del agua para que se registre en la hoja de campo. (la profundidad se refiere a la altura del agua a la superficie, siempre se anota con dos decimales)
11. Anotar en la hoja de campo si se debe hacer corrección de pared ya que la misma se realizará con las operaciones de gabinete.
12. Determinar el método de medición de la velocidad:



MONITOREO DE AGUA

- ✓ Método de los dos puntos para profundidades mayores a 0.75 m ó
- ✓ Método de las seis décimas para profundidades inferiores a 0.75 m
- ✓ Determinar los períodos que se tendrán en cuenta para registrar la velocidad, dos período de 30 segundos para profundidades mayores a 0.3 metros, flujos torrentosos, superficies con ondulaciones marcadas y velocidades mayores a 1.2 m/s o bien, un período de 30 segundos para los demás casos.
- 13. Calcular la profundidad a la que deberá colocarse el medidor, de acuerdo al método de medición de la velocidad a utilizar. Si se utiliza la barra con vernier hacer uso del mismo.
- ✓ Bajar el Floo Mate a la altura que corresponda.
- 14. Presionar la tecla para encender el aparato y para comenzar a registrar la velocidad.
- 15. Enunciar al ayudante el valor de la velocidad para que quede registrado en la hoja de campo.
- 16. Si se requiere mediar la velocidad en más de un punto de la vertical, determine la posición del medidor y realice la medición.
- 17. Pasar a la siguiente vertical.
- ✓ Realizar nuevamente el procedimiento descrito a partir del punto 9.
- ✓ Trasladarse a cada una de las verticales definidas en el punto 8.
- 18. Completar las tareas de cálculo en gabinete.

Operaciones de gabinete.

Las operaciones en gabinete se resumen en las siguientes tareas:

- ✓ Cálculo de aforo en planilla cuando se utiliza Floo Mate e impresión de respaldo.
- ✓ Recuperación de datos del Aquacalc en archivos electrónicos.
- ✓ Identificación y almacenamiento de los archivos electrónicos en la RED.
- ✓ Adjuntar el respaldo impreso a las Hojas de Campo del punto respectivo.

Los pasos a seguir para desarrollar cuando se utiliza Aqua calc, son:

1. Conectar el Aquacalc a la computadora, haciendo uso de la interfase de conexión, y encenderlo.
2. Abrir el programa **Aquacalc Data link**
3. Crear un nuevo archivo con el icono **New**. Ver figura

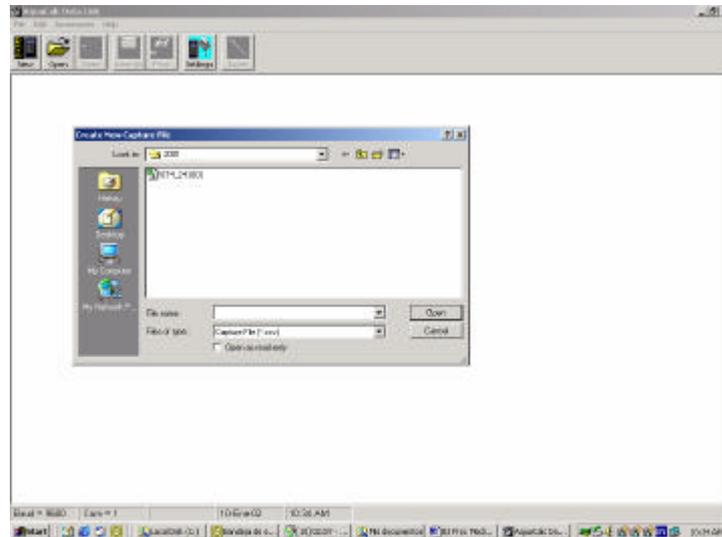


Figura 1

roarg21/Veladero/Data/Caudales/Datos Originales respaldo/Lama ó Veladero (según corresponda)/ Punto de Monitoreo. (Ver figura 2.)

Seleccionando en **look in** puede tomarse la estación de interés, la **carpeta manual** y luego el **año**.

- En **File name** se coloca el nombre de la estación con el nombre definitivo. Identificación del archivo: colocar el nombre de la estación en letras mayúsculas seguido de guión bajo y la fecha a la que corresponda sin espacios. Por ejemplo para la estación VIT 4 del 25 de Octubre de 2001 se colocará:

VIT4_251001

La extensión del archivo podrá ser **.txt** o, **csv**, recomendándose utilizar la extensión **.txt**, de esta forma es más fácil la configuración para realizar las impresiones.

- Una vez completado este espacio aparecerá una pantalla en donde se indica que ese archivo no está en existencia y solicita si ese archivo con ese nombre puede ser creado en el lugar ya indicado. Ver figura 3

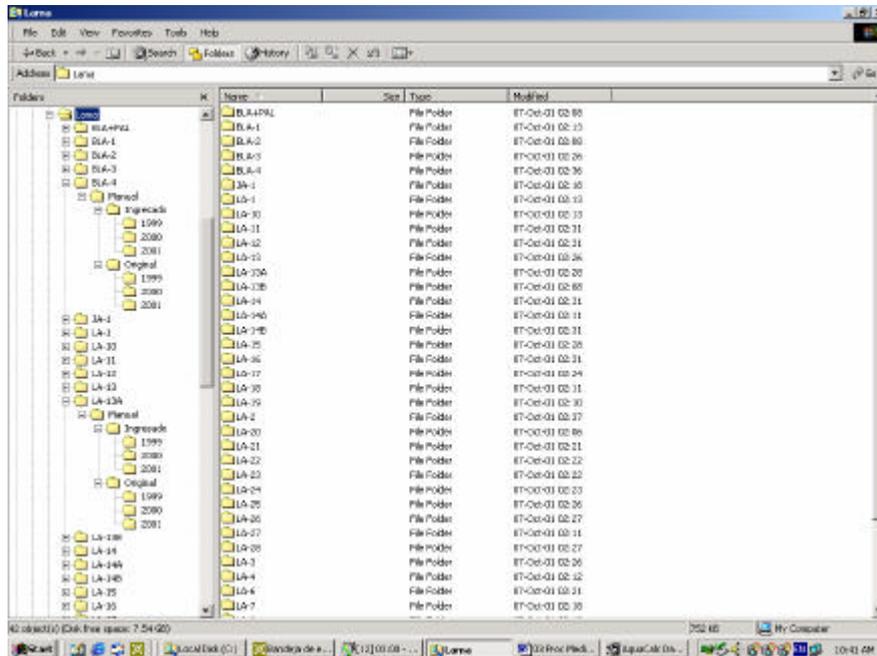


Figura 2

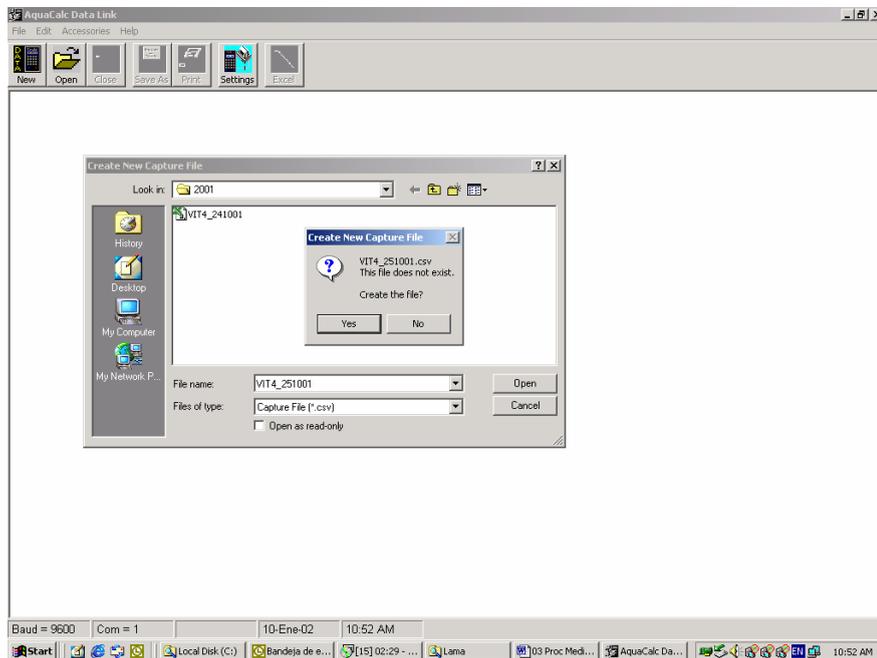


Figura 3

Para el caso en que no se utilice Aqua Calc se procederá de la siguiente manera:

1. Tomar la hoja de campo en donde se encuentran los datos del aforo que se desea calcular.



MONITOREO DE AGUA

2. Abrir el archivo donde se encuentra la PLANILLA DE CALCULO DE AFORO.
3. Traspasar los datos de la hoja de campo correspondientes a estación, a la planilla de cálculo de aforo.
4. Una vez llena la planilla, según el método utilizado, se verá el resultado del aforo al pie de la planilla el que deberá ser escrito en la hoja de campo.
5. Revise cuidadosamente que los datos volcados en la planilla de aforo sean los correctos.
6. Imprimir la hoja y guardarla utilizando para el nombre lo descrito en el punto 4 del apartado f de este procedimiento.

MEDICION MANUAL DE CAUDAL EN RIOS CAUDALOSOS

DESCRIPCION DEL PROCESO

Cuando se materializan aforos sobre río Caudalosos aunque los pasos a aplicar sean los descritos en el Procedimiento de Medición de Caudal debe prestarse especial atención a las condiciones de seguridad y estabilidad del hidromensor que se encuentra dentro del cauce.

Para tal fin se plantea este procedimiento con reglas básicas de seguridad y el uso de elementos de protección personal, complementándose con el procedimiento de medición de caudal.

El presente procedimiento será aplicado cuando se realicen mediciones en cauces con profundidades medias tomando como referencia lo siguiente:

- ✓ Profundidades menores a la altura de la rodilla del hidromensor.
- ✓ Profundidades que comprendan desde la rodilla hasta por debajo de la cintura del hidromensor.
- ✓ Profundidades de hasta la altura de la cintura del hidromensor.
- ✓ Profundidades por encima de la cintura y hasta el pecho
- ✓ Profundidades mayores a la del pecho.

Se recuerda que las profundidades relativas del cauce con respecto a las partes del cuerpo del hidromensor se ven disminuidas debido a la tendencia que tiene el mismo de curvar el torso para obtener mayor estabilidad durante las mediciones en cada vertical por lo que la referencia planteada en la lista anterior se toma con el hidromensor parado de manera erguida dentro del cauce.

Cuando se realicen aforos en ríos caudalosos es conveniente prestar especial atención a las profundidades relativas de la sección y a las velocidades superficiales que se tiene en la sección de aforo.

No es conveniente que se realicen mediciones utilizando los métodos por vadeo cuando:

- ✓ Las velocidades superficiales superen los 2,3 m/s.
- ✓ Cauces con material de fondo de tamaño mayor a 40 cm.
- ✓ Profundidades mayores a los 75 cm.
- ✓ Profundidades mayores a la altura del pecho del hidromensor.



MONITOREO DE AGUA

- ✓ Alguna combinación de las condiciones anteriores.

El hidromensor deberá evaluar el método de aforo y las condiciones de exposición dentro del agua de modo de no excederse aplicando el concepto: *“Las condiciones de seguridad están por encima de cualquier dato obtenido de la muestra o aforo que se piensa tomar ”*

El hidromensor evaluará el uso de los elementos de protección personal en los casos en que las profundidades del cauce se encuentre entre las rodillas y la cintura del hidromensor potenciándose el uso cuando las velocidades superficiales sean mayores a 1,5 m/s.

Cuando las profundidades sean mayores a la altura de la cintura pero menores que la altura del pecho se deberá utilizar los elementos de Protección personal de la siguiente manera:

1. El hidromensor deberá colocarse el traje impermeable de neoprene con forma de “Jardinero”. Es importante que el impermeable sea de este material ya que reducirá la posibilidad de ingreso del agua a la indumentaria dificultando la salida del agua ante la eventualidad de una caída.
2. El hidromensor se colocará el arnés de cuerpo con sujeción torácica, cinturón de seguridad y chaleco salvavidas antes de ingresar al agua.
3. Los movimientos en el agua deberán ser estudiados antes del ingreso de modo de reducir el tránsito dentro del cauce y disminuir entonces las posibilidades de caídas.
4. Ajustar la soga o línea de vida en un extremo a la sujeción torácica y en otro a un punto fijo con un ayudante intermedio. La función de este ayudante es proporcionar o restar cuerda según sean los movimientos dentro del agua del hidromensor.
5. La posición adecuada del ayudante es 20 metros aguas arriba de la sección de aforo.
6. Es evidente que para la aplicación de este procedimiento se necesitan tres personas, como el acceso a los lugares de ríos caudalosos es dificultoso y generalmente con camioneta de apoyo esto no sería impedimento.
7. El chaleco salvavidas con flotadores superiores y casco es de uso obligatorio.
8. La línea o cuerda de vida debe ser en un solo tramo sin ataduras ni enmiendas en su tramo.
9. Es aconsejable que los hidromensores que desarrollen esta tarea en este tipo de cauces tengan cierto grado de experiencia y hayan recibido una charla instructiva de nudos y trabajos con sogas.

La seguridad de los operarios está por encima de cualquier operación de este

MEDICION MANUAL DE NIVELES

DESCRIPCION DEL PROCESO

Equipo y accesorios necesarios

- Pozómetro
- Guantes de seguridad
- Antiparras de seguridad

Procedimiento para medir niveles manuales.

1. Abrir la tapa del pozo.
2. Instalar la pieza porta cinta en el borde del casing



MONITOREO DE AGUA

3. Encender el pozómetro y comprobar luz y sonido de señales, con el botón de prueba.
4. Instalar el pozómetro en la pieza porta cinta.
5. Instalar el pozómetro en el pozo a medir.
6. Bajar el sensor con cuidado hasta que emita señal sonora y luminosa.
7. Cuando se tenga señal, subir la cinta, volver a bajar y corroborar que la señal sea emitida con lectura desde el borde del casing. Como medida de seguridad puede sacudirse la cinta para evitar que alguna gota de agua esté perturbando la medición.
8. Medir la cifra exacta con 3 decimales, por ejemplo 10,055 metros, en caso de que no puedan determinarse las tres cifras solo se tomarán dos.
9. Anotar la medición en la Hoja de campo.
10. Levantar la sonda enrollando la cinta.
11. En caso de tener que realizar mediciones sobre pozos que tengan niveles somero y profundo, ejecutar los pasos 4 a 12 para cada nivel.
12. Retirar el pozómetro del pozo.
13. Apagarlo.
14. Cerrar la tapa del pozo.

OBSERVACIONES:

Con respecto al uso de éste instrumento, es muy sencillo y no dificulta el trabajo de medición de pozo, cualquier duda consultarla antes de realizar mediciones para evitar cualquier problema en terreno, el uso incorrecto del instrumento acorta el periodo de vida útil de este.

RECOMENDACIONES

- Evite los golpes al POZOMETRO.
- Mantenga el instrumento apagado para evitar descarga de la batería.
- Tener cuidado que la cinta no tenga fricción con el borde del tubo ya que se gasta y se acorta la vida útil del instrumento.

DEFINICIONES

ADC: Conversión Digital Análoga.

Aguas Superficiales: todo tipo de agua que se encuentre al nivel o por encima de la superficie. Esto abarca las aguas de escorrentía, arroyos, ríos, lagunas, vertientes, vegas, etc.

Aguas Subterráneas: están conformadas por flujos naturales de aguas freáticas someras y profundas, las cuales se encuentran ubicadas y controladas por fallas, fracturas, porosidad de las rocas y filtración de aguas meteóricas.

Preservantes: reactivos químicos utilizados para conservar la calidad de los parámetros a analizar de las muestras de agua

Pozómetro: Instrumento utilizado para realizar mediciones de nivel de agua estático o dinámico en pozos.

Nivel Estático: Profundidad a la que se encuentra el nivel del agua subterránea, en estado de reposo.

Nivel Dinámico: Profundidad de agua que varía según el movimiento del agua.