



IMTA[®]
Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

Mantenimiento General De Los Sistemas De Aforo Automáticos

**Coordinación de Hidráulica
Subcoordinación de Hidráulica Ambiental**

Elaborados por:

Mauricio Escalante Estrada, Edmundo Pedroza González, Víctor Arroyo Correa

México, 2009



IMTA[®]
Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

18 pp. 27.94x 21.59 cm
2009



Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Problemática de la medición automática.	1
2.	Tipos de tecnologías instaladas	2
2.1.	Aforador doppler lateral, ADL.....	2
2.2.	Aforador de Tiempo de Tránsito, ATT	4
2.3.	Aforador de Garganta Larga. AGL	5
3.	Trabajos previos a la colocación de los componentes.....	6
3.1.	Uso de una bitácora.....	6
3.2.	Revisión de la existencia y estado físico de los componentes.....	7
3.3.	Configuración de los sensores.....	8
3.4.	Conservación de la estructura hidráulica	8
3.5.	Instalación eléctrica	9
3.6.	Trabajos previos en los Aforadores de Garganta Larga.....	11
3.7.	Visita previa a los puntos de control se debe realizar una visita previa a cada sitio	11
4.	Colocación de sensores.....	13
4.1.	Colocación con placa y nicho en el talud	13
4.2.	Colocación con riel de aluminio	15
5.	Colocación de los componentes de los Aforadores de Garganta Larga.	15
6.	Retiro de sensores durante la operación	15
7.	Retiro de componentes móviles de campo.	16
8.	Almacenamiento de los componentes.	17
9.	Referencias:	18

1. Introducción

En los Distritos de Riego de la Comisión Nacional del Agua se han instalado equipos automáticos de medición en diversos puntos de control de la red mayor y de la red secundaria. Los equipos de medición son de tres tipos de tecnología: (a) Aforadores Doppler Laterales (ADL); (b) Aforadores de tiempo de tránsito (ATT); y (c) Aforadores de Garganta Larga (AGL). Cada tipo de aforador tiene diversos y complejos componentes electrónicos que requieren de cuidados especiales para su instalación, operación y retiro; en seguida se proporciona información para hacerlo correctamente.

1.1. Problemática de la medición automática.

La mayor parte de la problemática en lo que a la instalación se refiere, se relaciona con el elevado índice de vandalismo. Esta situación afecta a todos los componentes expuestos en campo; esto incluye a las cercas de malla, las casetas, las puertas y chapas; los paneles fotovoltaicos y cuando están puestos, los sensores y cables. Estos dos últimos componentes son especialmente susceptibles cuando se trata del aforador Doppler lateral, ya que se colocan con un riel de aluminio lo que suscita más atracción por el valor de reventa de este metal. Así mismo, el sensor y el cable son muy frágiles ante la intención de dañarlos. Ya se ha dado el caso de robo de rieles, daño por fuego al sensor y cortes de cables. Esta situación provoca que no sea posible dejar estos componentes en los canales mientras estén vacíos y que se coloquen con muy poco tiempo de la llegada del agua y que ésta al cubrirlos, los proteja.

De aquí que varias acciones sean posibles y necesarias:

- a) Excelente sincronización entre los canaleros y los instaladores para que los sensores, portasensores y cables se coloquen justo antes de la llegada del agua, esto implica que:
- b) Se cuente con varias brigadas de colocadores listos e informados para que se coloquen a tiempo los sensores o bien;
- c) Colocación de los sensores sin gran premura en los canales pero dejando vigilancia permanente hasta la llegada del agua.

El tipo de trabajo se deberá acordar entre las autoridades del DR y el contratista.

2. Tipos de tecnologías instaladas

Como ya se mencionó en la red de distribución de este Distrito se tienen 3 tipos de tecnologías: (a) Aforador doppler lateral, ADL ; (b) Aforador de tipo de transito, ATT y (c) Aforador de garganta larga, AGL.

2.1. Aforador doppler lateral, ADL

Se trata de un instrumento ultrasónico de efecto doppler que funcionan básicamente enviando una señal ultrasónica hacia aguas arriba y hacia aguas abajo, y midiendo por medio de sensores la frecuencia con que regresan las señales una vez que rebotan en las partículas en suspensión del agua, o bien, en pequeñas burbujas de aire. En función de las diferencias de frecuencia entre la señal emitida y las frecuencias que rebotan, el sensor calcula la velocidad del agua; después multiplica esta velocidad por el área hidráulica, obteniendo así el gasto caudal o flujo volumétrico. Para saber el valor del área hidráulica el sensor debe conocer el tirante o profundidad del agua, por lo que también cuenta con un sensor que mide la profundidad. Los componentes básicos de estos aforadores son: (a) sensor; (b) cable; (c) componentes electrónicos de análisis de la información y (d) componentes eléctricos de energía (panel solar, centro de carga y batería).

Además se tienen componentes secundarios como lo son la caseta y los soportes del sensor para su colocación en uno de los taludes del canal; estos soportes pueden ser rieles de aluminio o placas de nylacero. En el gabinete se alojan el centro de carga, el datta logger y el cableado.

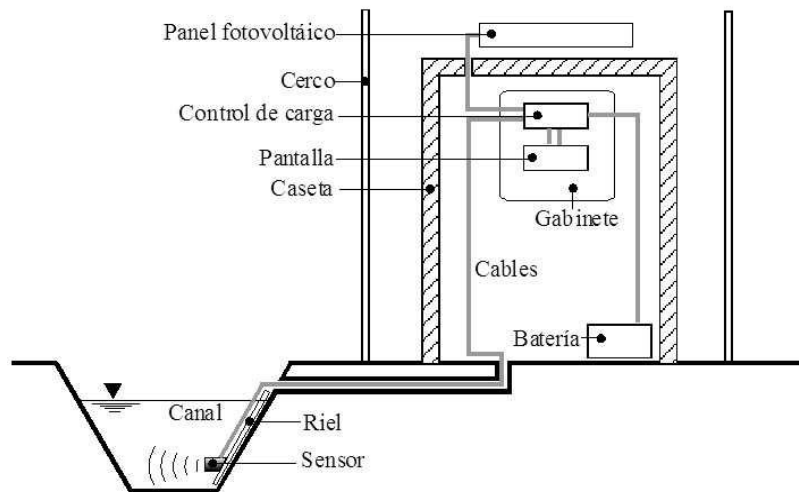


Figura 1. Esquema básico de los componentes de un Aforador Doppler Lateral

El funcionamiento es el siguiente: el sensor obtiene la velocidad del flujo y el nivel del agua; el panel fotovoltaico proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de todos los componentes; el centro de carga controla la energía del panel manteniendo cargada la batería para que ésta alimente al sensor y al datta logger; finalmente el datta logger almacena información y presenta los datos en una pantalla para tal efecto.

Dentro de la caseta se tiene el gabinete y la batería, mientras que en el techo se tiene la celda fotovoltaica. También se dotó a las casetas de una cerca de malla ciclónica para protección.

El funcionamiento del aforador doppler requiere de configuración y calibración. La configuración es la introducción de las variables hidráulicas en el sensor; tales como tipo de sección (rectangular, trapecial, etc.) y las dimensiones de la sección, ancho, profundidad, talud, etc. Otras variables que se requieren son la altura del sensor respecto del fondo (60% del tirante máximo, generalmente). La calibración es necesaria en este tipo de aforadores. Para ello se debe realizar un aforo con instrumentos calibrados para el caso de molinetes o bien con perfiladores acústicos montados en flotadores (barquitos), y después realizar algunas operaciones con los que se colocan varios coeficientes que también se introducen en el aforador. También se requiere programar algunos datos propios de la tecnología, tales como número de celdas y ancho de muestreo. Para realizar la configuración y calibración se requiere de contar con una computadora portátil para “comunicarse” con la unidad electrónica usando un “software” especializado con el que es posible realizar estas acciones. Los componentes principales de un aforador doppler son:

- a) Sensor
- b) Dispositivo de soporte (rieles o placas)
- c) Unidad electrónica
- d) Cable de conexión sensor-unidad electrónica
- e) Almacenador y presentador de datos o data logger
- f) Gabinete de componentes eléctricos y electrónicos
- g) Panel fotovoltaico
- h) Batería
- i) Caseta y cerca de malla ciclónica.

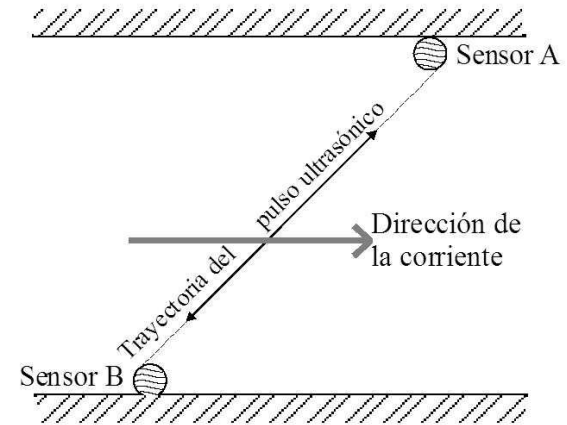


Figura 2. Funcionamiento del Aforador de Tiempo de tránsito

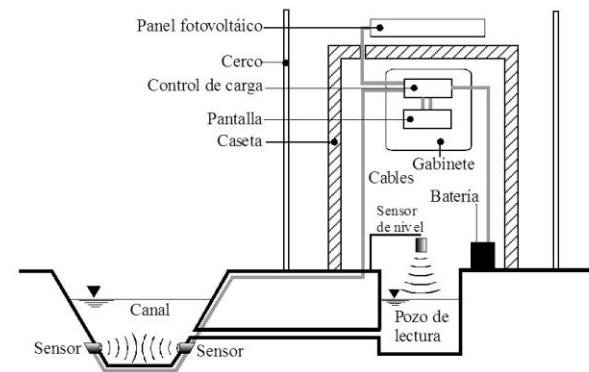


Figura 2. Esquema básico de un Aforador de Tiempo de Tránsito

2.2. Aforador de Tiempo de Tránsito, ATT

El aforador de tiempo de travesía también trabaja con ultrasonido, pero en este caso se deben colocar pares de sensores que emiten y reciben señales. Como se colocan diagonalmente respecto del eje del canal, uno queda aguas arriba y otro queda aguas abajo.

Los sensores estiman la velocidad enviando una señal desde el sensor A hasta el sensor B; después el sensor B recibe la señal y le regresa otra al sensor A. La señal se retrasa un poco cuando viaja contra el agua y se adelanta otro poco cuando va a favor de la corriente. En función de estas diferencias de tiempo, el aforador estima la velocidad de la corriente. Esta velocidad se multiplica por el área hidráulica y obtiene así la magnitud del gasto volumétrico. Ello implica que además de los sensores ultrasónicos de velocidad, el aforador debe contar con un medidor de nivel, también ultrasónico, que se coloca en un pozo de lectura conectado por “vasos comunicantes” al canal.

Estos aforadores funcionan mejor si se colocan varios pares a diferentes profundidades de manera de “muestrear” la mayor cobertura posible de la sección hidráulica. De acuerdo con la figura, los componentes principales de este tipo de aforadores son:

- a) Sensores (uno o varios pares)
- b) Cables sensor-unidad electrónica
- c) Unidad electrónica
- d) Sensor de nivel
- e) Caseta de protección
- f) Gabinete
- g) Pozo de lectura
- h) Celda o panel fotovoltaico
- i) Batería

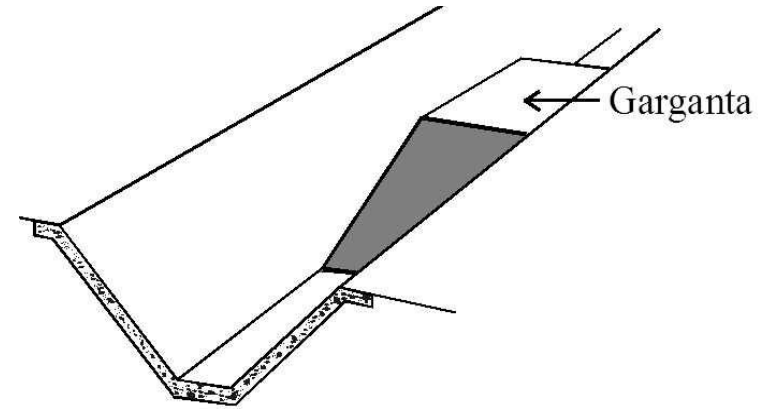


Figura 3. Sobre-elevación o garganta en el canal

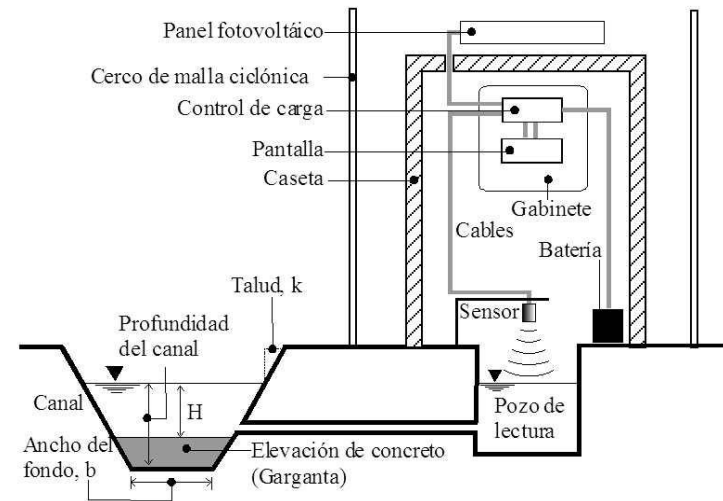


Figura 4. Esquema básico del Aforador de Garganta Larga

2.3. Aforador de Garganta Larga. AGL

Este tipo de aforador es sustancialmente diferente de los anteriores. Se trata de una sobre- elevación en el canal de manera de provocar en el escurrimiento del agua ciertas condiciones hidráulicas de tal manera de lograr las condiciones necesarias que permiten el cálculo del flujo volumétrico con una ecuación muy sencilla ($Q=CH^n$). A la mencionada sobre-elevación suele llamársele “garganta”. En función de las dimensiones de la garganta y de la sección hidráulica del canal, se determinan los valores del coeficiente “ C ” y el exponente “ n ”. El valor de “ H ” es la altura de agua en un sitio predeterminado de la misma garganta; de aquí se desprende que se requiere un medidor automático del nivel y un pozo de altura.

Los componentes de este aforador en conjunto, son:

- a) Garganta o sobre elevación
- b) Pozo de lectura
- c) Sensor de nivel del agua
- d) Unidad electrónica y gabinete
- e) Panel fotovoltaico
- f) Batería
- g) Caseta y cerco de malla ciclónica

El aforador de garganta se pone a funcionar simplemente configurando algunas variables en su unidad electrónica, principalmente se introducen los valores del coeficiente “ C ” y del exponente “ n ” y de la distancia vertical del nivel del agua sobre la garganta.

3. Trabajos previos a la colocación de los componentes

Dada la situación, varias actividades deben realizarse previamente a la colocación de los componentes de campo:

- a) Uso de una bitácora
- b) Revisión de la existencia y estado físico de cada parte de los equipos;
- c) Conservación de la estructura hidráulica
- d) Revisión del funcionamiento, eléctrico y electrónico;
- e) Configuración y revisión del sensor de presión;
- f) Trabajos previos en los Aforadores de Garganta Larga
- g) Visita previa a los puntos de control se debe realizar una visita previa a cada sitio

3.1. Uso de una bitácora

Los equipos actualmente instalados tienen ya algún tiempo instalados y ya en varias ocasiones se han puesto en funcionamiento. Ello significa que importantes esfuerzos se han realizado para solventar las diferentes problemáticas y se han llevado a cabo procedimientos rutinarios. Como no se dejó evidencia ordenada y escrita de los eventos relevantes y aún aquellos que no lo son tanto, muchas acciones se han repetido innecesariamente y otras no se han podido realizar. Por lo tanto es muy útil llevar una bitácora de cada acción realizada en cada punto y en general en el parque de aforadores aún tratándose de acciones de tipo administrativo como conclusiones y minutas de reuniones.

Para tal efecto se propone el uso de los formatos de bitácora presentados en el Anexo 1. En los formatos de cada punto de control, se escribe lo que sea importante en cada hoja correspondiente a cada sitio. Los eventos rutinarios se deben anotar sin detalle, mientras que aquellos que sean importantes sí deben detallarse.

3.2. Revisión de la existencia y estado físico de los componentes

La primera acción que debe realizarse, es la revisión de la existencia de cada parte de los equipos y del estado físico en que se encuentran. Para tal efecto se tienen las *Listas de Componentes* en las que de manera fácil y rápida se puede ver cada parte e ir “palomeando” si la parte está presente y poner algún comentario si se encuentra, por ejemplo, descompuesta la parte, o bien rota, desgastada etc.

Es muy importante mencionar que algunas partes de cada equipo son indispensables para el funcionamiento, otras son repuestos o herramientas que bien se pueden intercambiar o usar para varios equipos. Por ejemplo, se tienen repuestos de tornillos que se pueden usar para otros equipos; o bien, los desarmadores se pueden usar para todos los equipos.

Especial atención se debe tener en la existencia y buen funcionamiento de lo siguiente:

- a) Sensor; revisar todos sus componentes.
- b) Cable; observar la posible existencia de roturas en toda su longitud.
- c) Fococelda; debe cargar a más de 12 volts (generalmente más 14 volts en cielo despejado y mediodía) y que no esté rota.
- d) Tornillos; verificar que se tengan todos, los más importantes son los que sujetan al sensor a las barras y los que sujetan las barras a las placas porta sensor.
- e) Placa o Riel; Su existencia y tornillos de sujeción al talud del canal.
- f) Batería; Se debe revisar que esté cargada, que tenga agua y que tenga los bornes sin sarro.
- g) Centro de carga; revisar su correcto funcionamiento.

El componente que protege las partes electrónicas y eléctricas es el gabinete. La revisión de esta parte implica que en almacén se haga una conexión de todas las partes y se revise su funcionamiento, de conexiones eléctricas.

3.3. Configuración de los sensores

También se debe revisar la configuración del sensor de acuerdo a las variables hidráulicas y de calibración de cada punto de control. Las variables hidráulicas son el ancho del fondo del canal, el tipo de sección, el talud, altura total del canal; y algo muy importante es la altura del sensor respecto del fondo del canal. Obviamente que esta información se debe tener bien recolectada con anterioridad. La configuración de los aforadores se debe hacer de acuerdo a los procedimientos de cada aforador. Es muy importante mencionar que para la configuración del Aforador Doppler Lateral se debe tener el dato de campo de la altura “ H_s ” a la que quedó colocado la parte superior del sensor

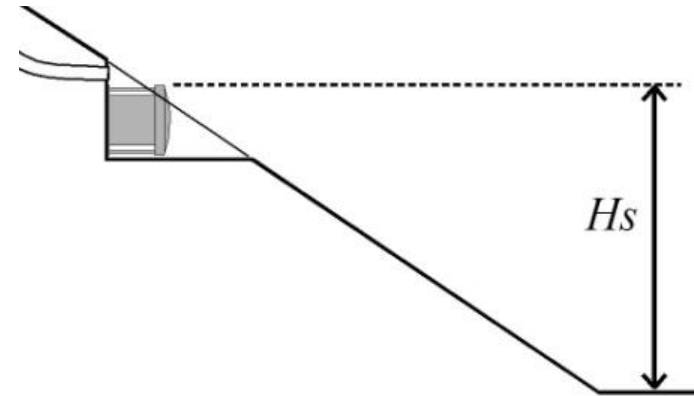


Figura 5. Altura H_s del sensor del AFL

3.4. Conservación de la estructura hidráulica

Es esencial que el canal de aproximación, así como también los pozos de flotación y sus tuberías de conexión al canal, permanezcan limpios y libres de malezas acuáticas y de sedimentos (para el canal, por lo menos la longitud de las 5 veces el ancho de la superficie libre del agua a gasto máximo). No debe permitirse el crecimiento de algas sobre la cresta y la rampa aguas arriba.

Las escalas deben ser visibles con precisión de 1 centímetro. , mas adelante se hace una descripción de las características de la escala.

En el caso de los aforadores de garganta larga y de tiempo de travesía, el tubo de PVC que conecta hidráulicamente el canal con el registro de oscilación de nivel, no debe ser obstruido por piedras, depósitos de sedimentos o basuras. Dar limpieza cada tres meses o cuando se perciba que el nivel del pozo sea diferente al del canal.



Figura 7. Conservación de la obra civil

3.5. Instalación eléctrica

Es muy importante revisar que se den correctamente las conexiones eléctricas y electrónicas. Las conexiones eléctricas se refieren a las de la celda solar, controlador de carga y la batería; mientras que las electrónicas se refieren a la comunicación entre el sensor y la unidad de lectura (OTT ó data logger) y entre el sensor y la computadora. De hecho esta conexión se debe tener adecuadamente para poder revisar la configuración del sensor o realizar si no está hecha.

Si se observa alguna anomalía se debe reparar y anotar en la bitácora, aún si no se tuvo problema se debe escribir en la bitácora “revisión aprobada” por ejemplo.

Debido a que el gabinete donde se encuentra el controlador es a prueba de agua y polvo es conveniente mantenerlo cerrado para evitar estos contaminantes.

Para el correcto funcionamiento del sistema de carga debe evitarse en lo posible la obstrucción de ramas sobre el panel solar, este mismo panel deberá ser limpiado con un plumero, franela seca, soplete para retirar polvo o cualquier objeto que pudiera obstruir la captación solar, la frecuencia de este procedimiento puede ser crítica si la cercanía a una terracería es muy transitado, en la

generalidad de los casos se podrá hacer al inicio de cada ciclo agrícola.

Es recomendable hacer una revisión un mes antes del inicio del ciclo agrícola para solucionar problemas que se pudieran presentar en el funcionamiento del equipo eléctrico y electrónico.

Dentro del gabinete se encuentran un riel con una clemas de conexión, cuando por cualquier razón se requiera desconectar el sensor o al equipo en si, se hará en estas terminales de unión, evitando el cortar cables para después unirlos.

Se deberá asegurar también que no existan terminales o cables flojos, principalmente en las clemas y en la batería. Dentro de las clemas que funcionan como interruptores, existen fusibles de protección contra sobrecorriente se hará también una revisión de este punto en el caso de que el equipo no funcione.



Figura 8. Conservación del panel sola



Figura 9. Gabinete de un ADL Figura 10. Gabinete de un AGL

Se habrá de respetar la polaridad adecuada en las conexiones, para la identificación de los cables se utiliza el código de colores que proporciona la norma NOM-SEDE-1999 (instalaciones eléctricas); teniendo el siguiente código de colores para los cables:

- Blanco, negro o gris: Neutro o nivel mas bajo de voltaje (polaridad negativa -)
- Verde o verde con franja amarilla: Tierra física.
- Cualquier color excepto los anteriores, fase o nivel más alto de voltaje (polaridad positiva +). En la mayoría de los aforadores es de color rojo

Como protocolo de verificación haga lo siguiente:

- a) Verificar que todos los componentes del sistema existen, unidad electrónica, clemas para fusibles, controlador de carga, batería y panel solar. En el caso de que la caseta disponga de corriente alterna, el convertidor a corriente directa.
- b) Asegurar que todos los componentes del sistema están conectados.
- c) Revisar que los fusibles no estén quemados o fundidos.
- d) Verificar que el multímetro funciona.
- e) Revisar que la batería no este descargada.
- f) Revisar que el panel solar alimenta correctamente los circuitos (cables que van a los diferentes componentes).
- g) Levantar el reporte correspondiente (los teléfonos y dirección de la empresa deben estar colocados en la parte interna o externa del gabinete o al interior de la caseta o en la bitácora).

Nota: Las fallas mayores en los equipos transductores deben ser comunicados inmediatamente al Distrito de Riego.

Prueba de voltaje de la batería: Con un multímetro poner la perilla en modo de voltaje para corriente continua o directa (una tilde recta sobre la V lo representa), y como se espera un voltaje de 12, poner

en la escala de 20. Colocar las puntas del multímetro como se muestra en la figura, la terminal roja se conecta al polo positivo (+) de la batería y la terminal negra al negativo (-)

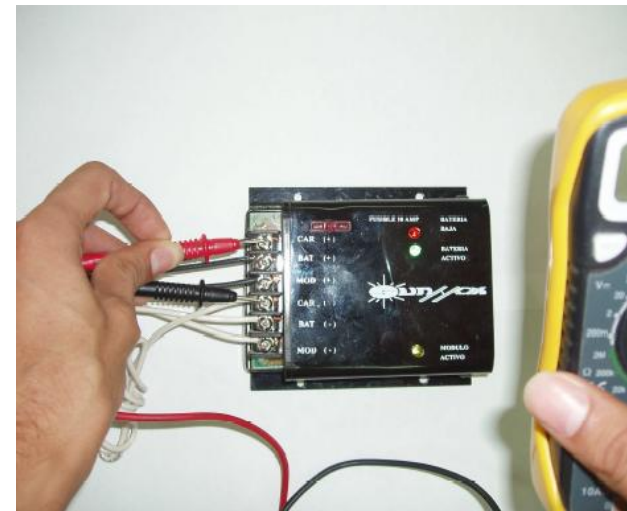
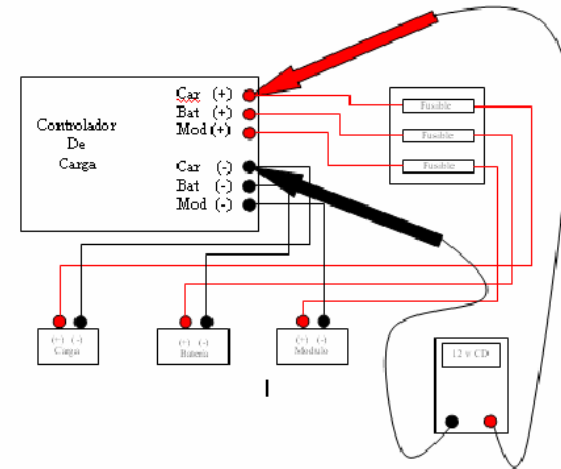


Figura 11. Empleo del multímetro en el controlador de carga

El mismo procedimiento debe hacerse a los cables provenientes de la celda solar

Para las siguientes mediciones Batería y Módulo es el mismo procedimiento la terminal roja del multímetro al polo positivo y la negra al negativo del respectivo componente a medir, el multímetro se posiciona en la opción de medir voltaje de C.D.

Para revisar que los fusibles estén en buen estado tomamos el multímetro y colocamos el selector de funciones en la de prueba de continuidad, si el fusible está en buen estado se escuchara un sonido, de lo contrario no se escuchara nada, las puntas se colocan a los extremos del fusible, es indistinto la colocación de las puntas se pueden colocar en cualquiera de los dos extremos.

3.6. Trabajos previos en los Aforadores de Garganta Larga

Para que todo esto listo cuando llegue el agua a los canales donde se tengan aforadores de garganta larga se debe revisar que las conexiones eléctricas y electrónicas funcionan adecuadamente. Para ello se deben conectar todos los componentes y se deben revisar que (a) la batería esté cargando y cargada adecuadamente; (b) la unidad electrónica funcione correctamente; (c) que el sensor mida bien. Para lograr lo anterior se puede conectar y energizar el sensor para ver que la lectura del nivel sea correcta. No es necesario que mide un nivel de agua se puede probar simulando que el piso es el agua. Se debe también revisar que el coeficiente “C” y el exponente “n” sean los correctos. Recuerde en todo momento anotar los aspectos relevantes en la bitácora.

3.7. Visita previa a los puntos de control se debe realizar una visita previa a cada sitio

Para verificar que cada componente de campo se encuentra lista para la colocación y funcionamiento de los aforadores, se debe realizar una visita o las necesarias a cada sitio en campo. Lo que se debe revisar en estas visitas previas es lo siguiente:

- a) Presencia y correcto funcionamiento del panel fotovoltaico
- b) “Plomo” y “nivel” en el nicho de alojamiento del sensor ó,
- c) Presencia y estado físico adecuado de los pernos de sujeción del riel de aluminio.
- d) Conductos libres para la introducción del cable del sensor
- e) Correcto funcionamiento de chapas y candados.
- f) Bancos de nivel en los Aforadores de Garganta

Se recuerda que en estas visitas se debe llevar la bitácora para anotar las observaciones relevantes y la conclusión de la visita en cada sitio.

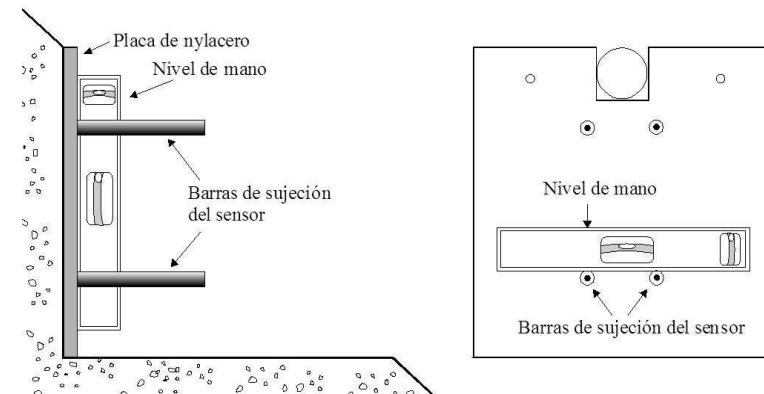


Figura 12. Revisión del “plomo” y “nivel” en el nicho de alojamiento

Para revisar el panel fotovoltaico se debe primero constatar su existencia, posteriormente se debe observar que se tengan aisladas las terminadas de conexión, si no están aisladas se deben anotar este hecho en la bitácora y se debe revisar con el multímetro que “carguen” correctamente. La carga correcta de los paneles es de 14 volts.

La revisión del “plomo” y el “nivel” del nicho de alojamiento consisten en verificar, con antelación suficiente, que la pared vertical del nicho de alojamiento esté perfectamente vertical y que el piso del nicho en las inmediaciones de esta misma pared esté bien nivelado. Este procedimiento se puede realizar de manera sencilla con la placa de nylacero. Se coloca la placa en las ranuras del nicho y se coloca verticalmente el nivel de mano y se presiona la placa contra la pared observando la burbuja correspondiente. Para revisar el nivel es necesario que a la placa se le coloquen las barras de sujeción del sensor y sobre el par superior y el inferior se coloque el nivel de mano observando nuevamente la burbuja correspondiente (ver Figura 12).

Si no se logra el “plomo” y/o el “nivel” será necesario realizar acciones correctivas de albañilería para corregir este aspecto, realizado “raspados” con cincel y marro o rellenos con mortero de cemento y arena.

Para la visita previa, cuando se va a colocar el sensor con los rieles de aluminio, lo que se debe hacer es llevar cada riel correspondiente a cada punto de control y “presentarlo” para verificar que cada perno taqueteado al concreto del talud esté en su sitio, sin tener golpes que dañen y sin tener golpes que dañen la rosca o inclinen el perno. Si se detecta alguna anomalía se debe corregir en esta visita previa.

También se debe verificar que el nivel para la placa se deslice fácilmente en el riel principal cuando éste último ya está atornillado. Otro aspecto importante es la revisión de la inclinación de la placa del sensor; ello porque en ocasiones la placa no logra la “verticalidad” necesaria debido a que los brazos que la sujetan tiene algún daño que lo evita.

En otras ocasiones el talud es muy inclinado y los aditamentos que tienen el riel porta-sensor no son suficientes para lograr la verticalidad en la placa. Esta revisión tendrá una correcta conclusión si se logra que el riel quede bien colocados y la placa se puede dejar completamente vertical.

Para revisar que el ducto del cable está libre, se debe introducir por cualquier extremo del polducto una guía metálica y observar que sale libremente por el otro extremo. Así mismo se deben revisar las chapas y candados cerciorándose que abren y cierran fácilmente. Si esto no sucede se deben realizar las acciones correctivas necesarias. Además se debe colocar una identificación de cada llave para evitar confusión.

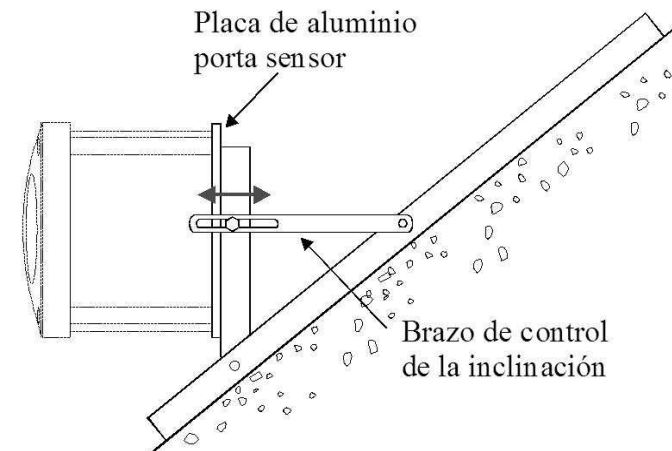


Figura 13. Revisión del brazo de control de la inclinación

En las visitas previas, también se debe colocar un banco de nivel pintado en las paredes de la caseta de los AGL, de modo de poder corroborar que el sensor de nivel estime suficientemente bien la lectura de nivel. Para ello, en alguna de las paredes se deben dejar una señal suficientemente clara que indique el banco de nivel (ver figura). Para que lo que deben realizar unos pequeños trabajos de topografía o nivelación para “pasar” el nivel del piso de la garganta (cresta) a una de las paredes. En la Figura , se muestra como sería el banco de nivel, simplemente es un triángulo con el vértice hacia abajo como punta de flecha pintado en la pared. Al respecto de la figura, se aclara que el valor de 2.65 es un ejemplo, para cada caso en los trabajos previos se deben establecer dicho nivel.

De esta manera, para corroborar el buen funcionamiento del sensor de nivel se podrá realizar simplemente midiendo la distancia entre nivel del agua en el pozo de lectura y el nivel del piso de la caseta.

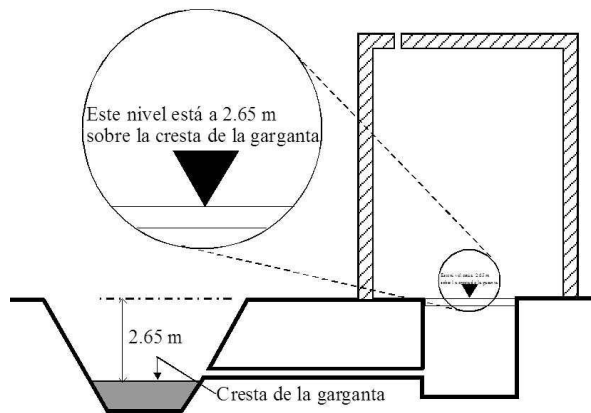


Figura 14. Banco de nivel en una pared de la caseta del AGL

4. Colocación de sensores

La colocación de los sensores es una de las acciones más importantes dada la problemática especial en algunas regiones. Como ya se mencionó, el vandalismo es muy fuerte por lo que los sensores no se pueden colocar con mucha anticipación. A menos que se tenga vigilancia especial sobre los sensores ya colocados, éstos se deben colorar con poco tiempo antes de la llegada del agua. Para poder colocar fácil y correctamente los sensores, todos los componentes para tal acción deben estar listos.

Probablemente se tengan dos formas de colocación, ya sea con placa y nicho en el talud o con rieles de aluminio.

4.1. Colocación con placa y nicho en el talud

Si se tienen listos todos los componentes de esta forma de colocación, la acción será muy sencilla. La primera acción será la introducción del cable en el conducto de la caseta al nicho. (ver Figura 6) Esta actividad se realizará con ayuda de una guía metálica. Este proceso es muy parecido al que ocupan los electricistas para alambrear los sistemas eléctricos domésticos

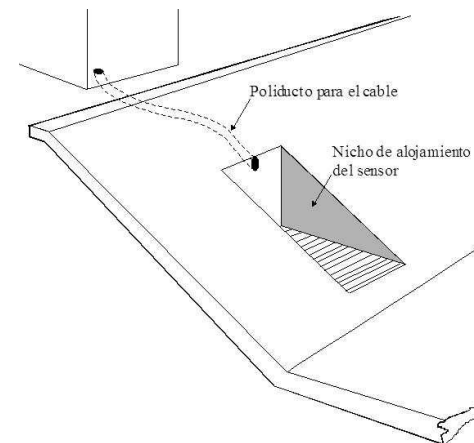


Figura 6. Poliducto para colocar el cable desde la caseta hasta el nicho de alojamiento

Lo más conveniente es introducir la guía desde el nicho hasta la caseta, una vez que la guía a salido en la caseta se une el cable a la guía y se jala por el extremo del nicho la guía para introducir el cable. Se debe evitar la tensión exagerada en el cable para disminuir el riesgo de daño al mismo. El cable se debe sacar con holgura para poder maniobrar con él en el sensor.

Después se debe conectar el cable al sensor, este procedimiento es muy simple ya que el cable y el sensor están dispuestos para ello de manera muy clara. Solamente se debe cuidar de colocar el conector del cable en la alineación correcta e introducirlo completamente hasta el tope. Después se debe pasar el sujetador elástico del conector del cable a la parte posterior del conector macho del sensor (ver Figura).

También se debe de sujetar el cable por medio de la abrazadera del sensor dispuesta especialmente para ello. Al apretar esta abrazadera se debe tener cuidado de no ejercer demasiada fuerza para evitar daño al cable. Cuando ya se tiene correctamente conectado el cable al sensor, se procede a sujetar el sensor a la placa. Este proceso también es muy simple ya que las perforaciones de la placa son únicamente para este fin.

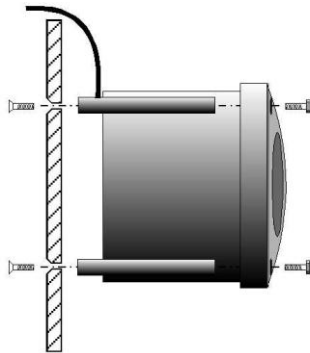


Figura 16. Sujeción del sensor a la placa de nylacero

Para colocar el sensor en el nicho simplemente se introducen los extremos de la placa en las ranuras que se dejaron ex profeso para ello en el proceso constructivo del nicho. El sensor no debe quedar inclinado en respecto del plano horizontal ni debe quedar girado;

para ello, es fundamental que durante la construcción del nicho se haya revisado con todo cuidado que la pared vertical del nicho quede perfectamente “plomada” y el piso junto a dicha pared este igualmente y el piso junto a dicha pared este igualmente nivelada. Si previamente no se tiene el “plomo” y “nivel” en la fase de construcción, será prácticamente imposible dejar correctamente nivelado el sensor. Si se logra la nivelación correcta del sensor se deja fijo a la pared por medio de los tornillos de sujeción a la pared. La placa debe desplace holgadamente en las ranuras de manera que el conjunto placa-sensor se pueda sacar simplemente levantándolo, aún en condiciones de presencia de agua en el canal.

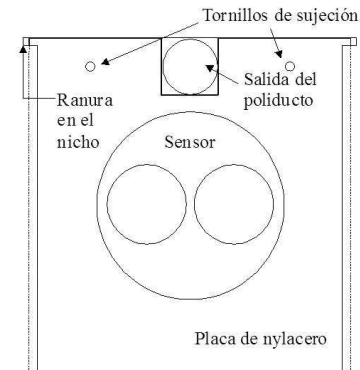


Figura 7. Colocación de la placa en el nicho

Para que esta colocación sea sencilla y expedita, por los motivos de premura ya explicados, todos los tornillos, perforaciones y taquetes deben estar bien dispuestos. Por ello es fundamental al trabajo de revisión previo del “plomo” y “nivel” de la pared del nicho.

Nota: Los tornillos de sujeción deben tener cabeza hexagonal grande ya que si fuera necesario retirar o colocar el sensor y la placa, bajo condiciones de inmersión, será más fácil hacerlo si la cabeza del tornillo se puede atornillar o desatornillar con una cabeza de este tipo.

4.2. Colocación con riel de aluminio

Si se usan los rieles de aluminio es muy necesario e importante que el trabajo previo de revisión de los rieles se haya realizado correctamente ya que, como ya se ha mencionado, cualquier imponderable o inconveniente no previsto en esta etapa significa la no colocación del sensor en ese punto de control. La colocación de los rieles no es complicada si todos los componentes se tienen correctamente contemplados.

Los rieles constan de tres componentes básicos, (a) el riel principal; (b) el riel para placa y (c) la placa para el sensor. La revisión previa de la existencia y correcto estado físico de las tres partes es fundamental, además de la existencia de los tornillos y tuercas adecuados. Así mismo es importante la visita previa a cada sitio para “presentar” los rieles en cada punto a fin de constatar que los pernos “taqueteados” al talud estén correctamente alineados con las perforaciones del riel.

En ambos casos, de colocación del sensor con placa o riel, se debe medir la altura final H_s del sensor. Esta altura es la distancia vertical del fondo del canal a la parte superior del sensor.

5. Colocación de los componentes de los Aforadores de Garganta Larga.

En este caso no se requiere de la colocación de componentes en el canal; únicamente se deben colocar el gabinete, el sensor de nivel y la batería. Obviamente se deben realizar las conexiones necesarias. En este caso las conexiones deben realizarse de acuerdo al procedimiento PCEGL (conexiones eléctricas y electrónicas de garganta larga).

Una vez que se tiene agua, inclusive sin ella, se configura la unidad electrónica programando únicamente el coeficiente “ C ” y el exponente “ n ”. Estos valores se determinan previamente y son parte del proyecto ejecutivo del aforador. Una vez colocando el sensor de nivel y todos los componentes debidamente conectados, se deben revisar que las lecturas que proporciona el sensor de nivel esté correctamente estimado.

6. Retiro de sensores durante la operación

En ocasiones anteriores los sensores han fallado durante la operación ya con la presencia del agua; en estos casos es necesaria la revisión del sensor. Cuando los sensores se colocan con rieles, quitarlos es prácticamente imposible por la presencia del agua y por la forma de colocación del sensor. Cuando se tiene una placa, es posible retirar el sensor para su revisión ya que el diseño del nicho de alojamiento y sus componentes sí lo permiten. Es claro que no es una acción sencilla ya que se deben realizar inmersiones con un desarmador y realizar el retiro de los tornillos que sujetan la placa a la pared del nicho. Aquí es clara la utilidad de usar tornillos con cabeza hexagonal ya que en estas condiciones es menos complicado aflojar un tornillo con cabeza hexagonal que un tornillo con cabeza con ranura para desarmador plano.

Una vez que los tornillos de sujeción de la placa estén retirados se puede jalar la placa hacia arriba y retirarla del nicho. Esta acción debe realizarse con cuidado ya que el sensor tiene conectado el cable; para evitar tensión importante en el cable, éste debe tener libertad para introducirse en el poliducto desde la caseta, por lo que previamente al retiro de la placa se debe revisar que el cable no tenga nudos y esté estirado hacia fuera de la caseta de manera de que se deslice suavemente al jalarlo por el otro extremo al separar la placa del nicho.

Una vez que el conjunto de placa y sensor se ha secado del agua, será necesario desacoplarlo y desconectar el cable del sensor en caso que el sensor deba llevarse a reparación. En este caso el cable debe regresarse al agua, ya sea para retirarlo por completo o para dejarlo oculto bajo el agua. Antes de sumergirlo se debe colocar un trozo de hule y unas cuantas bandas elásticas (ligas) de manera de impedir que el agua entre al interior del conector.

7. Retiro de componentes móviles de campo.

Cuando ya esté próximo el retiro del agua de los canales de riego, se deben realizar los preparativos necesarios para retirar los sensores del canal. En esta etapa se vuelve fundamental la comunicación con el personal del Distrito de Riego para evitar que los sensores queden visibles y sin vigilancia para evitar su robo o daño.

El retiro de los sensores será muy sencillo y rápido. Las partes que deben retirarse rápidamente del canal son el sensor y los rieles o la placa de nylacero; en éste último caso se deben retirar los sujetadores laterales también. Es importante verificar en la bitácora que el número de serie del sensor esté registrado correctamente, ello para evitar el mezclar los sensores y los puntos de control.

Si el sensor está colocado con rieles tampoco será difícil de retirar, solamente se debe retirar primero el sensor de la placa, cuidando el cable en todo momento. No es necesario desacoplar el riel principal del riel de la placa, ni la placa misma; esta acción se puede realizar posteriormente en el almacén.

Recuérdese de llenar la bitácora correspondiente si algún evento relevante se presenta, en caso contrario, anotar solamente “retiro satisfactorio” o algo similar, además de la fecha y la hora preferentemente.

También se insiste en la necesidad de evitar que los sensores y los rieles de aluminio queden expuestos mucho tiempo y sin vigilancia de manera de exponerlos al robo o maltrato.

Así mismo, se deben retirar los componentes eléctricos y electrónicos no permanentes del interior de la caseta; es decir, gabinete y baterías. La desconexión se debe realizar de acuerdo al procedimiento PD46. Una acción importante es que el cable del panel fotovoltaico no puede con las terminales expuestas para evitar un corto circuito en el panel. De igual manera se insiste en el marcado del gabinete y de la batería con el nombre del sitio y de la escritura de algún evento relevante en la bitácora. Los componentes que se retiran en los AGL, son el sensor de nivel, el gabinete con la unidad electrónica y la batería.

El retiro de los componentes de los componentes externos de los aforadores de garganta larga y tiempo de tránsito no es tan complicado ya que no se retiran partes del interior del canal; solamente se retiran los componentes del interior de las casetas sin premura, ya que tienen la protección de la caseta.

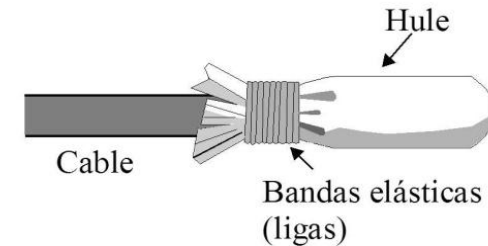


Figura 8. Protección del cable contra el agua

8. Almacenamiento de los componentes.

Cada componente se debe almacenar correctamente. Para ello se tienen tres anaqueles, uno para los maletines de los sensores, otro para gabinetes y una más para los rieles. El correcto almacenamiento incluye lo siguiente:

- a) Limpieza de sensores
- b) Reparaciones y reposiciones menores
- c) Revisión de cada componente
- d) Revisión de baterías
- e) Reporte de fallas, faltantes y reparaciones

La limpieza de los sensores se realiza con un shampoo suave para las manos y agua. Es muy importante que el sensor tenga el protector del conector *macho* del sensor al momento de lavarlo para evitar mejoras *pins*. Si el sensor que no tiene su propio protector, se puede utilizar al de otro sensor que sí cuente él. Una vez lavado cada sensor se debe guardar en su maletín junto con el cable correspondiente. También se debe limpiar el cable con un trozo de tela húmeda. El cable debe enrollarse correctamente y sujetarse con cinta de “velcro”. No se deben almacenar hechos “bola”.

La documentación técnica, discos y papales de cada equipo se deben archivar en un carpeta de argollas con protectores de hojas tamaño carta y porta discos con su correspondiente identificación.

En el interior de cada maletín solamente se deben tener el sensor el cable y la bolsa “canvas” con el contenido correspondiente en dicha bolsa; básicamente son los tornillos y rondanas de repuesto, el desarmador plano y hexagonal el “o-ring” de repuesto, los silicones, etc. Si se encuentran partes dañadas o faltantes menores se deben solucionar en ese momento. Esto incluye tornillos y daños en las conexiones del gabinete. También se debe realizar la revisión de cada componente utilizando la hoja de “lista de componentes” anotando en ésta la existencia o falta de cada parte y las observaciones pertinentes.

Las baterías deben revisarse antes de colocarlas en el anaquel. Se debe revisar, el agua en su interior y se debe revisar que esté cargada y también su capacidad de carga. Si la batería ya no carga correctamente se debe anotar esto en la bitácora y reportar el hecho al Distrito de Riego para que se proceda a su reposición para el siguiente periodo de riego.

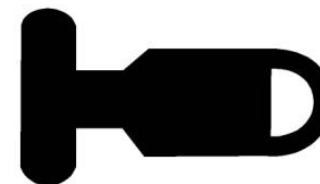


Figura 9. Protector de los *pins* del sensor

Finalmente, se debe elaborar un reporte final para su entrega al Distrito de Riego. Si no se tienen fallas ni faltantes ni reparaciones mayores con una hoja bastará. En cambio si se

tiene algo mayor, digno de reporte para su atención, se deberá entregar un reporte del tamaño necesario para que se avise al Distrito de Riego de esta situación. Se entenderá como falla mayor, la descompostura o mal funcionamiento del sensor, del centro de carga, del data logger, del panel fotovoltaico o de la batería. Como faltantes o reposiciones mayores se reportarán las pérdidas de componentes de las casetas tales como las cercas de malla ciclónica y paneles. Como reparaciones mayores se entenderán aquellas de la obra civil en las casetas, en las sobre-elevaciones o gargantas y en las puertas y chapas.

9. Referencias:

Procedimiento para la instalación, retiro y almacenamiento de los aforadores automáticos de la red de distribución del DR 017 “Región Lagunera”. Notas del curso “Mantenimiento y operación de sistemas de medición en canales” Cd Lerdo Durango. Noviembre 2008.

Mantenimiento General de los Sistemas de Aforo Automático. Notas del curso “Mantenimiento y operación de sistemas de medición en canales” Cd Lerdo Durango. Noviembre 2008.