

# **INFORME TECNICO DE LA VISITA AL SISTEMA REGIONAL LA ESTANCILLA**

*Preparado por el Ing. Arturo Rodríguez Castillo M.Sc., con la autorización y el apoyo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, para la Organización Panamericana de la Salud.*

## **ANTECEDENTES Y OBJETIVO:**

La zona de Bahía de Caráquez, ubicada en la costa ecuatoriana, sufrió hace poco los efectos del fenómeno del Niño, que le ocasionó serios daños en su infraestructura urbana: viviendas, vías de acceso, acueductos, alcantarillados, líneas eléctricas y telefónicas, etc. A esto se sumó el terremoto ocurrido hace pocos meses que tuvo una magnitud superior a 7 en la escala Richter y cuyo epicentro se ubicó a unos 5 kilómetros de la ciudad de Bahía. En las fotos 1 y 2 se muestran algunos de los daños ocasionados por ambos fenómenos.

El objetivo de esta visita técnica consiste en aprovechar la experiencia costarricense para elaborar algunas recomendaciones que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema de agua potable, visitando las obras que están siendo rehabilitadas. Se pretende con esto que los daños sufridos por el acueducto puedan ser evitados o disminuidos a futuro.

## **DATOS BASICOS:**

El acueducto de La Estancilla es un sistema regional que abarca varios poblados, tales como Bahía, San Vicente, Canuto, Calceta, Junín y Tosagua, como se muestra en el Esquema 1 que preparó gentilmente el Ing. Lidher Molina de la empresa Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM). Los diámetros de las tuberías van desde 500 hasta 200 mm, y en total las conducciones tienen más de 100 kilómetros de longitud.

El sistema es abastecido en su totalidad por la planta de tratamiento de La Estancilla, que capta las aguas del río Carrizal (foto 3). Luego de tratadas, éstas aguas son bombeadas, alcanzando una presión de salida de 190 mca, hasta alcanzar los tanques de distribución de las ciudades ya mencionadas.

Cabe agregar que actualmente varias tuberías de conducción están muy dañadas y hay sectores grandes de la población que no están siendo abastecidos adecuadamente.

## **VISITA ACTUAL:**

La zona se visitó en compañía de los ingenieros Jaime Pico del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y Lidher Molina del CRM. A ambos profesionales mi más sincero agradecimiento por sus valiosos aportes técnicos y por la amable atención que me brindaron

El día 26 de octubre de 1998 se visitó la conducción entre La Estancilla y San Vicente, pasando por el puente Simbocal, y el día siguiente se recorrieron las conducciones La Estancilla – Calceta - Junín y La Estancilla – Tosagua – Bahía.

## **RESUMEN DE LA VISITA A LA CONDUCCION A SAN VICENTE:**

A continuación se presenta un listado con los sitios visitados, indicando tanto el tipo de problema detectado como las recomendaciones dadas en cada caso. Además se tomaron fotografías para ilustrar mejor la situación.

### **Toma del río Carrizal:**

Es una toma lateral del río que se ha protegido con una estructura compuesta por pilares de concreto (foto 3), los cuales han sido golpeados por objetos en suspensión y es probable que fallen ante una avenida grande del río. Se recomienda reparar esta estructura antes de la llegada de la próxima época lluviosa.

### **Estación de bombeo en la planta de La Estancilla:**

En este sitio hay problemas porque las válvulas de alivio (foto 4) no están funcionando, y entonces cada vez que se apagan los equipos de bombeo la línea de impulsión es sometida a fuertes golpes de ariete. Aparentemente el piloto del sistema automático no está bien calibrado. Se recomienda estudiar el manual de estas válvulas y calibrar su funcionamiento para que se abran cuando ocurra un golpe de ariete.

### **Sitio Los Micos, en la conducción a Tosagua:**

En este sitio la tubería se encuentra a nivel del paso de las aguas superficiales, lo que ocasiona represamientos que la han arrastrado y sacado de operación varias veces (foto 5). La solución provisional consistió en colocar una escollera para soportar el embate del agua, pero no ha sido una solución satisfactoria. Se recomienda más bien colocar la tubería enterrada y embaulada debajo del paso de las aguas o construir un paso aéreo.

### **Paso por zonas inundables en la conducción a San Vicente:**

En grandes trechos a lo largo de esta conducción la tubería se ubica en zonas propensas a inundación, como la que se muestra en la foto 6. Esto acarrea varios problemas como la posibilidad de levantamiento si llega a quedarse vacía, la casi segura contaminación del agua si hay roturas en la línea y la corrosión a que se ve sometido el tubo. Hasta donde sea posible, se recomienda evitar estos tramos, y donde sea inevitable se recomienda utilizar tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) que soporta esas condiciones, anclarla adecuadamente y verificar periódicamente que no tenga fugas.

### **Paso por el puente Simbocal:**

En este sitio cruzan dos tuberías: una de HD de 200 mmØ de la conducción vieja y otra de PVC de 400 mmØ de la conducción nueva (foto 7). Se detectan dos problemas en este paso: la tubería de PVC está expuesta al sol, lo que la hace muy frágil y vulnerable; y la tubería de HD no cuenta con una válvula de aire, por lo que es probable que se produzcan taponamientos por aire en ese punto. Se recomienda recubrir la tubería de PVC y colocar una válvula de aire en la de HD.

### **Sitio Horconcito, en la conducción a San Vicente:**

Desde este sitio, y hasta llegar a San Vicente, hay grandes deslizamientos de tipo falla general (cuchara). Por lo general la tubería se encontraba en la parte baja del deslizamiento y fue levantada, rota y desacoplada de sus uniones (foto 8). En otros sitios gran cantidad de material cayó sobre la tubería (foto 9), por lo que es posible que se hayan producido aplastamientos. En total hay unos 20 kilómetros de esta conducción que no se han revisado y la población está sin agua desde diciembre de 1997, lo que constituye un problema muy serio desde el punto de vista sanitario. Tampoco hay ninguna empresa trabajando en las reparaciones, por lo que probablemente pasará mucho tiempo antes de que la situación se resuelva. Cabe agregar que la población que está sin servicio es de unos 20.000 habitantes.

En este trecho se recomienda iniciar cuanto antes las labores correctivas, detectando los sitios de rotura o aplastamiento de la tubería para repararlos. En cuanto a las labores preventivas, no parece económicamente factible detener los deslizamientos, por lo que se recomienda instalar la tubería superficialmente sobre marcos H que le permitan algún desplazamiento. Además sería conveniente instalar inclinómetros y piezómetros en varios sitios para verificar la estabilidad del terreno y el nivel de las aguas subterráneas.

El inclinómetro es un aparato que permite establecer con gran precisión la ocurrencia de un deslizamiento desde su gestación, indicando tanto la magnitud como la profundidad y dirección del mismo. El equipo completo está

compuesto por un sensor, una computadora de campo para realizar las lecturas, un "casing" de PVC que se instala en el campo y por el que se desplaza el sensor y una computadora de oficina donde se procesan los datos. Con este equipo se pueden monitorear cualquier cantidad de sitios en el campo, ya que la computadora de campo y el sensor son portátiles, y lo único que debe quedar instalado en cada sitio es el "casing".

Una de las empresas que vende este tipo de equipo es la que se referencia a continuación:

SINCO – Slope Indicator Company  
3668 Albion Place N, PoBox 300316, Seattle, WA 98103-9716 USA  
Tel. 206-603-3073  
Fax 206-547-4818

El inclinómetro se utiliza realizando una lectura inicial que funciona como patrón y contra la que se comparan todas las lecturas posteriores para, por diferencia, calcular el desplazamiento que ha ocurrido entre una y otra. La frecuencia con que se realicen las lecturas depende de la sospecha de que un deslizamiento pueda presentarse ya sea por evidencia de campo, la ocurrencia de un sismo o de un periodo de fuerte precipitación.

Ya que el sensor es muy caro, y puede perderse si se introduce en el "casing" después de que ha ocurrido un desplazamiento, se recomienda adquirir un accesorio conocido como "dummy", que tiene la misma forma y peso del sensor pero no es costoso, y que es bajado y subido por el "casing" antes de tomar una lectura para asegurar que el original podrá ser recuperado.

También se recomienda la reforestación de taludes con especies nativas que consuman mucha agua para mantener seco y estabilizado el terreno y evitar la erosión. Finalmente, es conveniente tener preparados equipos y repuestos para efectuar futuras reparaciones en poco tiempo.

#### **Alcantarilla obstruída en el sitio Horconcito:**

En el mismo sector existe una alcantarilla que está parcialmente obstruída, y hay gran cantidad de sedimentos que podrían terminar de atascarla (foto 10). En vista de que la tubería pasa por encima de la alcantarilla, se presume que sería arrastrada si ésta última llega a obstruírse. Por lo tanto se recomienda limpiarla y hacer inspecciones continuas para verificar que ésto no llegue a ocurrir.

#### **Red de distribución de San Vicente:**

Como se mencionó anteriormente, esta red permanece sin agua desde diciembre de 1998, lo que ha ocasionado ya serios problemas de salud pública en la zona. Es preocupante la falta de interés de la empresa responsable por el

abastecimiento y la pasividad de la población que ha permitido que esta situación se mantenga por tanto tiempo. Una alternativa a corto plazo sería interconectar la red de San Vicente con la red de Bahía a través de una línea subacuática, lo que permitiría abastecer el sistema desde dos puntos. En este caso se recomienda usar tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un adecuado comportamiento debajo del agua.

## **RESUMEN DE LA VISITA A LAS CONDUCCIONES ESTANCILLA – CALCETA – JUNIN Y ESTANCILLA – TOSAGUA – BAHIA**

### **Sitio Las Palmas en la conducción a Junín:**

En este sitio se destruyó el camino y se rompió la conducción por la socavación provocada por el río, como se aprecia en la foto 11. El camino se reparó provisionalmente pero no se hizo ninguna defensa fluvial, por lo que se estima que en la próxima época lluviosa volverá a fallar. Se recomienda reencauzar el río o construir un muro de gaviones para evitar la socavación. En este último caso los gaviones deberán ser revestidos de PVC para protegerlos por algún tiempo de la corrosión.

### **Sitio Agua Fría en la conducción a Junín:**

El problema y las recomendaciones son similares a las mencionadas en el punto anterior.

### **Puente sobre el río Mosca:**

El puente original fue destruido por el río, y se colocó posteriormente una estructura provisional. El puente viejo se utilizó para el soporte de la tubería, pero muy artesanalmente, por lo que hay grandes deflexiones en uniones campana y flexibles que no están diseñadas para ese fin y podrían producir fugas en cualquier momento (foto 12). Se recomienda alinear la tubería anclándola a la estructura del puente nuevo.

### **Sitio La Tinta en la conducción a Calceta:**

En este y otros sitios similares la carretera se hundió y arrastró la tubería. Se recomienda colocarla superficialmente sobre marcos H, instalar inclinómetros y reforestar los taludes del deslizamiento para evitar erosión.

### **Sitio Los Tulipanes en la conducción Tosagua – Bahía:**

En este lugar existe un suelo muy inestable que se desliza continuamente, lo que ha producido que la tubería se haya roto varias veces y serios daños en una vivienda particular (foto 13). En vista de que éste es un problema de gran

magnitud se recomienda reubicar la tubería utilizando la ruta de la carretera que es mucho más estable, en un tramo de unos 1200 metros.

#### **Tanque Loma Atravesada:**

Este tanque presenta algunos daños estructurales internos producto de asentamientos diferenciales pero que aparentemente no son muy serios. Cerca de éste se ubica un pequeño tanque que no cumple ninguna función y que es utilizado por pobladores cercanos para abastecerse de agua, introduciendo contaminación al sistema por utilizar accesorios sucios. Se recomienda sacar de operación este tanque para aumentar un poco la presión en la conducción y evitar el riesgo de contaminación.

También se recomienda instalar una válvula de aire a la salida del tanque y algunas otras a lo largo de la conducción ya que aparentemente se producen taponamientos por aire en la línea.

#### **Sitio Km. 20 (San Agustín):**

En este sitio se presenta un problema similar al descrito en el sitio Los Micos, donde la tubería se encuentra casi a nivel del cauce y ha sido arrastrada varias veces a pesar de que se colocó una escollera para defenderla. Se recomienda reubicar la tubería para pasarla por el puente existente. Debe anotarse que en este lugar hay una gran población sin agua y con serios problemas de salud pública.

#### **Tanque de distribución para San Agustín:**

Este tanque se ubica en la parte superior de una loma y existe aparentemente una fuga enorme que abastece una laguna desde hace mucho tiempo, a juzgar por la vegetación acuática y la población de peces que se aprecia en el sitio (fotos 14 y 15). Este es un problema no solo por gran la cantidad de agua tratada, clorada y bombeada que se está desperdiciando sino también porque la loma permanece saturada y eso la hace inestable. Se recomienda revisar las tuberías y válvulas en el lugar hasta encontrar la fuga y repararla.

#### **Tanque rompepresiones de Loma Prieta:**

En este punto se excavó para buscar una fuga y luego no se hizo el relleno correspondiente (foto 16). El peligro es que hay varias rocas pesadas que podrían caer sobre el tubo rompiéndolo y ocasionando una fuga que podría desestabilizar el terreno. Se recomienda efectuar el relleno cuidadosamente lo más pronto posible.

### **Sitio Kilómetro 8:**

En este lugar un deslizamiento provocó la destrucción de algunas casas que quedaron sobre la vía y aplastaron la tubería (foto 17). Se hizo una reparación provisional que hasta el momento ha funcionado satisfactoriamente, desviando la tubería por el centro de la calle.

### **Entrada al tanque de 5000 m<sup>3</sup> en Bahía:**

Esta parte de la conducción está fuera de operación porque un gran trecho fue afectado por deslizamientos que aún no se han controlado, como se muestra en las fotos 18 y 19. El problema es grande y no es factible tratar de evitarlo sino más bien de controlarlo. Se recomienda colocar tubería de acero soldado de manera superficial sobre marcos H, garantizar la evacuación de las aguas tanto superficiales como subterráneas, reforestar los taludes y colocar piezómetros e inclinómetros en varios sitios.

Es importante anotar que si se produce una fuga, el caudal expulsado acelerará el deslizamiento, y que hay algunos pobladores que viven en las zonas bajas que podrían resultar afectados si se produce un movimiento masivo.

Dado que toda la zona alta cerca de la ciudad de Bahía se encuentra en terrenos inestables susceptibles a deslizamientos, se recomienda a futuro evitar la instalación de tuberías y estructuras pesadas en ese lugar. Se recomienda más bien estudiar la posibilidad de instalar tanques cisterna en lugares bajos desde donde se podría bombear contra la red, para hacer el sistema menos vulnerable.

### **Tanque de 5000 m<sup>3</sup>:**

Este tanque está seriamente amenazado por un deslizamiento que produjo el terremoto, el cual ocasionó las grietas que se aprecian en la foto 20. Estas grietas corresponden a la corona de un deslizamiento que podría ocurrir en cualquier momento y que será acelerado por el agua de lluvia que se infiltre en ellas. Se recomienda rellenarlas con material impermeable lo antes posible, instalar inclinómetros para monitorear la estabilidad del terreno y, si fuera necesario, construir algunos muros para proteger la estructura. Al igual que en el punto anterior, se recomienda que en el futuro no se ubiquen estructuras pesadas en las partes altas de la ciudad de Bahía, ya que los terrenos son altamente vulnerables a deslizamientos.

## **CONCLUSIONES**

Las precipitaciones ocasionadas por El Niño y el terremoto que afectaron esta zona demostraron la alta vulnerabilidad del sistema ante este tipo de fenómenos.

La situación actual del sistema es bastante preocupante y no pareciera haber mucho interés en resolver los problemas a corto plazo, y mucho menos en aplicar un mantenimiento preventivo como el que aquí se recomienda.

Los problemas de salud pública son evidentes en una zona muy extensa y eso es en gran parte debido a la falta de un adecuado abastecimiento de agua potable. La mayoría de las reparaciones que se han hecho son temporales y están muy expuestas a fallar nuevamente durante la próxima temporada lluviosa, con lo que el problema se agravaría. En los caminos ocurre una situación similar, ya que se hicieron reparaciones artesanales y no se colocaron alcantarillas en muchos sitios donde son necesarias, por lo que es casi seguro que con las lluvias estas ciudades queden incomunicadas, lo que haría muy difícil el acceso para reparar o para repartir agua en tanqueros.

Por otro lado, el sistema actual está constituido por una sola fuente, y las conducciones se extienden por más de 100 kilómetros en terrenos muy inestables, lo que lo hace muy vulnerable. Sería recomendable estudiar la posibilidad de construir sistemas más pequeños y que se ubiquen más cerca de las poblaciones que abastecen, con el fin de evitar costosas y riesgosas conducciones.

En realidad hay muchas medidas que se pueden tomar para reducir la vulnerabilidad del sistema y garantizar a la población un abastecimiento confiable de agua, pero todo depende de la voluntad y decisión de las empresas responsables del servicio. Es de esperar que con informes como el presente se haga conciencia de las ventajas que representa prevenir en vez de tener que estar haciendo costosas reparaciones, que a menudo son provisionales y que ocasionan serios problemas a las personas que justifican la existencia de estas instituciones y el sueldo de sus funcionarios.

Ing. Arturo Rodríguez Castillo M.Sc.  
Octubre 1998.