

A blue-tinted photograph of an industrial facility. In the foreground, a large, dark, cylindrical tank is visible, partially obscured by a metal structure. In the background, a complex network of pipes and a large, curved pipe structure are visible, set against a backdrop of trees and a clear sky. The overall scene is industrial and somewhat desaturated due to the blue tint.

CAPÍTULO 3

El sistema Caza Lagarto-Manta abarca dos acueductos para transportar el agua con una longitud de aproximadamente 54 kilómetros. El sistema abastece a poblaciones dispersas en la ruta que cruza el acueducto y a poblaciones urbanas como la Pila, Montecristi y Colorado. El primer acueducto, denominado Viejo, tiene 44 años de servicio, es de hierro fundido de 450 mm de diámetro, y el segundo, denominado Alternativa Dos, con una antigüedad de 24 años, es de hierro dúctil de 400 mm de diámetro. Sus fuentes de abastecimiento son captación superficial en la presa derivadora y captación subterránea mediante pozos y galerías filtrantes en Caza Lagarto. La planta y las líneas tienen una capacidad de producción y conducción de 235 L/s.

El agua tratada en la planta de Caza Lagarto es bombeada hasta la estación de Loma Blanca en Andrés de Vera–Portoviejo. La longitud entre Caza Lagarto y Loma Blanca es de 20,6 km.

Desde la estación de Loma Blanca se impulsa el agua mediante dos acueductos, uno de hierro fundido de 400 mm de diámetro y el otro de hierro dúctil de 350 mm de diámetro, hasta llegar a las estaciones elevadoras de Río de Oro I y II; de aquí se eleva el agua por medio de dos tuberías: una de hierro fundido, de 400 mm de diámetro, y otra de hierro fundido dúctil, de 350 mm de diámetro, las mismas que llegan al sitio Colorado, donde existen los tanques de reserva para la distribución de la población de Manta. En el sitio Estancia Las Palmas existe una interconexión a un nuevo acueducto (construido hace más de 20 años por el Centro de Rehabilitación de Manabí). Esta línea tiene 500 mm de diámetro y es de hierro fundido dúctil.

En el cuadro 5 se muestran los distintos tramos y diámetros de las líneas de conducción a Manta.

Cuadro 5. Tramos y diámetros de las líneas de conducción de los sistemas de agua potable de Manta

| Tramo | Diámetro | Material | Longitud |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
| Caza Lagarto-Loma Blanca | 450 mm | H. F. | 20,6 km |
| Caza Lagarto-Loma Blanca | 400 mm | H. F. D. | 20,6 km |
| Loma Blanca-Río de Oro | 400 mm | H. F. | 15,2 km |
| Loma Blanca-Río de Oro | 350 mm | H. F. D. | 15,2 km |
| Río de Oro-Colorado | 400 mm | H. F. | 13,5 km |
| Río de Oro-Colorado | 350 mm | H. F. D. | 13,5 km |
| Río de Oro-Intercon. Colorado | 500 mm | H. F. D. | 13,5 km |

Fuente: Ing. Germán Andrade V., Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta. Elaboración: R. Macías.

Sistema El Ceibal-Manta

Este sistema fue construido por el CRM en el periodo 1990–1997 y su administración ha pasado a manos de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta.

A continuación se describe el sistema. Es importante indicar que no había entrado en operación cuando se produjo el fenómeno El Niño 1997–1998.

Realiza la captación del agua en el sitio El Ceibal del cantón Rocafuerte, en el río Portoviejo. Luego, el agua cruda es conducida a la planta de tratamiento de El Ceibal. Su capacidad de producción es de un m³/s.

Una vez que el agua es procesada, se eleva hasta un tanque de 5.000 m³, el mismo que distribuye por gravedad a las poblaciones de Manta, Rocafuerte, Crucita, San Jacinto, San Clemente y algunas poblaciones en ruta. Del tanque de 5.000 m³ sale una tubería de diámetro 800 mm, de hierro dúctil, hasta el tanque intermedio de 5.000 m³ y continúa con la tubería de 800 mm, hasta interconectarse con la tubería de conducción que llega a Manta y que tiene un diámetro de 450 mm. Del tanque intermedio se abastecerá a la población de Jaramijó, Base Naval y poblados pequeños.

Descripción de los daños

El sistema de Caza Lagarto-Manta experimentó los primeros daños en el mes de noviembre de 1997 a consecuencia de los continuos apagones causados por la interrupción del fluido eléctrico, motivados por fallas en el sistema interconectado nacional, ocasionados por las fuertes precipitaciones que se dieron en la zona comprendida entre Santa Ana, Portoviejo (Loma Blanca) y Río de Oro. Se produjeron daños en motores eléctricos y bombas, lo que motivó la paralización del bombeo de agua hacia Manta. Como consecuencia de la paralización de las bombas, se presentaron golpes de ariete en el sistema y se produjeron roturas en las tuberías que demoraban entre 1 y 3 días en ser reparadas, dependiendo de la magnitud de los daños.

Como estadística, se tiene que entre junio de 1997 y junio de 1998 se presentaron 114 interrupciones del fluido eléctrico a causa del fenómeno El Niño, que se debieron a explosión de transformadores, caída de postes, entre otros factores originados por el ablandamiento del suelo por saturación y el desborde de ríos y quebradas.

Algunos de los principales daños en los sistemas de abastecimiento de agua fueron los siguientes:

- Daños en el sistema eléctrico o de energía.
- Inundaciones en las estaciones de bombeo.
- Deterioro de la calidad del agua (alta concentración de sedimentos).
- Rotura de tuberías por golpe de ariete.
- Rotura de tuberías instaladas en quebradas.
- Asolvamiento en el sistema de captación.
- Corte de vías de comunicación (carreteras destruidas).
- Deslaves, deslizamiento del suelo sobre las vías y acueductos.
- Altos costos de tratamiento de agua (mayor cantidad de químicos).

Los componentes dañados fueron los siguientes:

Captación/planta de tratamiento

En la captación de Caza Lagarto se ubica la planta de tratamiento de agua. Los problemas se originaron por la alta carga de sedimentos que contenía el agua cruda, lo cual provocó que el proceso de potabilización fuese lento y costoso y que se obtuviera menor cantidad de agua tratada.

Debido al alto contenido de sólidos en suspensión presentes en el agua, las bombas que trabajaban en la captación de agua cruda sufrieron serios daños y algunas quedaron fuera de servicio.

Los problemas de la turbiedad del agua obligaron a utilizar y adquirir químicos en un porcentaje superior a 600% del utilizado en condiciones normales. Para solucionar en parte el problema de los sedimentos, se habilitaron las galerías y pozos en la captación.

Asimismo, las instalaciones de la planta sufrieron inundaciones debido al desbordamiento del río Portoviejo, lo que destruyó parte de la malla de cerramiento.

Conducción

En enero de 1998, en el kilómetro 4 de la vía Portoviejo-Manta, a la altura del puente Río de Oro, se presentaron problemas de desacoplamiento en varios tramos de la línea de conducción. En este tramo la tubería se encontraba colocada debajo del cauce del río, lo que ocasionó la rotura y desacoplamiento de la misma por la crudeza de las lluvias y el aumento del caudal. Se reparó el tramo dañado y se instaló la tubería en el suelo tal como estaba inicialmente, lo que ocasionó nuevamente el desacoplamiento de la tubería (foto 1).

Foto: EAPAM



Foto 1. Rotura de la tubería de agua potable en el cruce de Río de Oro (enero de 1998).

Foto: Ramón Macías



Foto 2. Ubicación y paso aéreo de las tuberías reparadas por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta. Puente Río de Oro, Portoviejo, Manta (febrero de 2000).

En este sector, la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta construyó como solución un paso elevado de estructura metálica, como se puede apreciar en la foto 2.

En las zonas Embotelladora Agua Magma, Disensa y Emaús se presentaron varios desacoplamientos en las uniones de las tuberías de 450 y 400 mm. Los problemas fueron solucionados provisionalmente por los técnicos encargados del mantenimiento y la reparación, pero se agudizaron por las fuertes precipitaciones presentes en la zona y por la vulnerabilidad de los sistemas de conducción; ante este evento natural fue imposible mantener el sistema en operación, ya que sus líneas habían colapsado. Por esta razón, el directorio de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta decidió declarar en emergencia el servicio de abastecimiento de agua potable.

Las tuberías que corren paralelas al cauce del Río de Oro quedaron al descubierto por la erosión de los bordes del cauce (fotos 3 y 4) y sufrieron varios desacoplamientos a lo largo de una longitud aproximada de 3.470 metros. Las zonas más críticas fueron el sector de Río de Oro, Disensa, Granja Anita, Emaús, Cerro Guayabal y Cerro de Hojas.

Foto: EAPAM



Foto 3. Destrucción de muros de gaviones y tuberías. Sector Cerro de Hojas (abril de 1998).

Los daños en el nuevo acueducto del sistema Ceibal-Manta se presentaron en un tramo de más de 3 kilómetros;¹² la tubería de hierro dúctil de 800 mm de diámetro fue desplazada y arrasada. Las causas de los daños se atribuyen a la mala calidad del suelo, que erosionó con mayor rapidez ante la presencia de las aguas de lluvias.

Foto: EAPAM



Foto 4. Tubería destruida sobre el Río de Oro. Sector ubicado entre Disensa y estación de bombeo Río de Oro (abril de 1998).

¹² CRM: Supervisión de la construcción del sistema El Ceibal-Manta.

Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo fueron protegidas frente a los posibles efectos del fenómeno El Niño mediante la construcción de muros. Estas medidas de mitigación dieron resultados, pero las estaciones principales no escaparon de los problemas. La estación de Caza Lagarto se paralizó debido al asolvamiento en la captación; las palizadas obstruyeron una galería filtrante y, como consecuencia de ello, se perdió una bomba sumergible. En las estaciones derivadoras de Loma Blanca y Río de Oro también se produjeron inundaciones pero sin mayores consecuencias, porque se contaba con una bomba para evacuar las aguas.

Estimación de costos en agua potable del sistema Caza Lagarto

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta (EAPAM) sufrió severos impactos económicos del fenómeno El Niño debido a que no solo se repararon más de 5.000 metros de tuberías sino que se dejó de percibir dinero de las recaudaciones por consumo, según el documento "La EAPAM frente al fenómeno de El Niño". En el cuadro 6 se observan los costos por reparación de daños en los siguientes rubros:

Cuadro 6. Costos por reparación de daños

| Componente | Dólares |
|--------------------------------|----------------|
| Tubería y accesorios | 300.000 |
| Contratación de maquinarias | 50.000 |
| Pago de personal | 8.000 |
| Reparación de equipos y bombas | 6.000 |
| Total | 364.000 |

Fuente: "LA EAPAM frente al fenómeno de El Niño", Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta.

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta tiene como su principal fuente de ingreso la venta de agua. Como consecuencia del fenómeno El Niño se vieron afectadas sus finanzas al no poder vender agua por la destrucción de su sistema de abastecimiento. En el cuadro 7 se muestran los valores que se percibieron antes, durante y después del colapso.

Cuadro 7. Costos de recaudaciones no percibidas durante el fenómeno El Niño 1997-1998

| Mes | Facturación (m ³) | Recaudación (dólares) | Valor no percibido (dólares) |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Enero de 1998 | 250.635 | 100.331,7 | 4.129,0 |
| Febrero de 1998 | 194.385 | 79.684,8 | 20.647,0 |
| Marzo de 1998 | 72.561 | 75.820,6 | 24.811,0 |
| Abril de 1998 | 14.826 | 33.354,4 | 66.977,4 |
| Mayo de 1998 | 105.054 | 30.662,2 | 69.669,1 |
| Junio de 1998 | 140.760 | 41.748,2 | 58.583,6 |
| Julio de 1998 | 149.911 | 64.139,7 | 36.192,1 |
| Agosto de 1998 | 167.477 | 59.477,3 | 40.854,5 |

Fuente: Ing. Germán Andrade V., Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta. Elaboración: R. Macías.

En el Sistema El Ceibal los costos asociados a los daños no fueron cuantificados por el CRM ni por el constructor de la obra. La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, que se ha encargado del sistema, ha valorado hasta abril de 2000 el monto de los daños en 480.000 dólares americanos.¹³ La dotación de los servicios se cubrió a un alto costo de 5 dólares americanos por m³ por medio de abastecimiento de agua a través de carros cisternas, los que transportaban el líquido desde los acuíferos de Colorado y de los Bajos de Montecristi, y mediante la habilitación de pozos someros, entre otros.

Foto: Ramón Macías



Foto 5. Sitio en el que estaba la tubería de Río de Oro. Sector Disensa (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 6. La zona resaltada indica el sector del *parterre*, lugar en que se ubica la tubería actualmente. Entre Disensa y la estación de bombeo Río de Oro (febrero de 2000).

Foto: Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta



Foto 7. En este sitio la tubería recuperada se instaló, desplazada 100 metros de su eje original. Sector Emaús (abril de 1998).

Rehabilitación del sistema

Solucionados los daños en forma provisional, la EAPAM, valoró los mismos y se tomaron decisiones para las reparaciones en forma definitiva. Entre los criterios técnicos que usó la EAPAM estuvieron los siguientes:

- Se colocaron sifones en quebradas.
- Se realizaron cambios de tubería en los tramos más afectados por desacoplamiento.
- Se cambió el trazado original de la línea de conducción en varios tramos y se dejó fuera de servicio buena parte de la misma, ya que por su estado de deterioro no se podía reparar.

Los cambios y los criterios técnicos para realizar las correcciones necesarias y evitar en el futuro problemas similares fueron apoyados por el directorio de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta; se modificó el trazado de 1.500 metros de tubería que antes estaban colocados en forma paralela a la carretera, junto al cauce del Río de Oro (foto 5) y se colocó en la berma central de la carretera Portoviejo-Manta; en la foto 6 se señala por dónde se ha colocado la tubería. Esto obligó a rescatar parte de los 1.500 metros (2 líneas) de tuberías en los diámetros de 350 y 400 mm que fueron dañados (foto 7), lo que requirió uso de maquinaria especial por su difícil acceso.

Asimismo, en el sector denominado Emaús el trazado de la tubería de 450 mm de diámetro se desplazó 100 metros y quedó enterrada. La tubería de 350 mm de diámetro fue pegada a la carretera y protegida por una alcantarilla de cajón y muros de escollera (fotos 8 y 9). En el sector de Cerro Guayabal y Cerro de Hoja del sector comprendido entre la estación Río de Oro y Montecristi, se procedió a desplazar tramos de 200 y 300 metros de tubería entre 50 y 100 metros de su eje original.

¹³ Ing. Bolívar Kon, jefe de la Dirección Técnica del CRM.

Foto: Ramón Macías



Foto 8. Acueducto reparado. Se observa la tubería anclada sobre una alcantarilla. Sector Emaús (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 9. Tubería instalada y protegida por muros de escollera. Sector Emaús (febrero de 2000).

Por la magnitud de los daños y las necesidades de accesorios para rehabilitar el sistema como tuberías, codos, válvulas, piezas de acoplamiento mecánico y otros, la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta agotó sus reservas de piezas y accesorios para emergencias y reparaciones.

Frente a esto, se tuvieron que adquirir los faltantes en el mercado nacional, lo que se vio dificultado por las inundaciones de varios almacenes de repuestos. A ello se sumó la destrucción de las carreteras, que encareció los elementos requeridos.

La Empresa Metropolitana de Agua y Alcantarillado de Quito brindó el apoyo logístico en accesorios y tuberías de hierro fundido dúctil, lo que permitió concluir los trabajos de rehabilitación del agua potable a Manta. Posteriormente, estos materiales fueron facturados a la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, lo que incrementó los costos por el desastre.

Se mejoraron los sistemas de bombeo y de captación de Caza Lagarto, se adquirieron nuevas unidades para la captación de agua cruda, impulsión y bombas dosificadoras de químicos. Se mejoró, además, el sistema de energización y bombeo en Loma Blanca y Río de Oro. Asimismo, se construyeron obras civiles de protección (muros perimetrales de hormigón), como se puede observar en la foto 10.

En la captación, la empresa tomó la decisión de asumir el mantenimiento de la Presa Reguladora Salazar Barragán, con lo que se garantizará una captación segura en futuros eventos. Además, se adquirieron modernos equipos de comunicación, lo que permitirá un mejor control y coordinación de los trabajos entre las estaciones de bombeo.

En abril de 2000 se inició la reconstrucción del sistema Ceibal-Manta, tanto en la línea de conducción como en la planta de tratamiento de agua potable.

Foto: Ramón Macías



Foto 10. Muros perimetrales de hormigón para evitar inundaciones en la estación de bombeo Río de Oro (febrero de 2000).

1.1.2 Sistemas de alcantarillado

La ciudad de Manta posee sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial separados, con una cobertura estimada de 25%; cubre con su servicio el casco central de Manta y parte de la zona central de Tarqui.

El sistema de aguas de lluvias realiza sus descargas mediante colectores directamente al mar y el alcantarillado sanitario lo hace mediante estaciones de bombeo a las lagunas de estabilización.

Las lagunas de estabilización se encontraban saturadas y descargaban las aguas al río Manta, lo que ocasionaba contaminación y focos infecciosos.

Foto: Ramón Macías



Foto 11. Aguas servidas provenientes de la laguna de tratamiento en el cauce del río Manta (febrero de 2000).

Para mitigar este impacto, se construyó una pequeña represa denominada Los Gavilanes, la que serviría para almacenar el efluente de la laguna. El líquido sería impulsado por medio de bombas y tuberías de asbesto-cemento. Este sistema quedó fuera de servicio por la rotura de sus tuberías de impulsión, por lo que las aguas siguieron fluyendo por el río y descargando en el mar (foto 11).

Los problemas que sufrió el alcantarillado se manifestaron en el alcantarillado pluvial, porque, pese a que era un sistema separado, se encontraba conectado en varios tramos el alcantarillado sanitario doméstico e industrial, lo que constituyó una de las causas de contaminación del mar, como se observa en las fotos 12 y 13.

Para reducir el impacto que causó el fenómeno El Niño, la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta elaboró un plan de prevención destinado a reducir la vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillado. En los alcantarillados sanitario y pluvial se realizaron limpiezas de los sumideros, pozos de revisión, sistemas de drenaje de aguas de lluvias y limpieza de cauces de los ríos y quebradas.

En las estaciones de bombeo de aguas servidas de Manta y Tarqui, se procedió a efectuar un control preventivo para optimizar su funcionamiento, y para evitar daños por inundaciones, especialmente en los componentes eléctricos.

Las medidas anteriormente mencionadas dieron resultados positivos, lo cual se evidenció en que en las zonas que resultaron inundadas no hubo daño al sistema.

Foto: Ramón Macías



Foto 12. Alcantarilla de aguas de lluvias vertiendo aguas servidas al mar (Yacht Club de Manta, febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 13. Descarga de aguas servidas e industriales en el alcantarillado de aguas de lluvias. Sector Los Astilleros-Manta (febrero de 2000).

1.2 Portoviejo

La ciudad de Portoviejo es la capital de la provincia de Manabí. Se localiza a 30 kilómetros del Océano Pacífico. Su altura promedio es de 46 metros sobre el nivel del mar. Se localiza en un valle rodeado de colinas. El río Portoviejo cruza la ciudad dividiéndola en dos zonas (mapa 3).



Mapa 3. Mapa del cantón Portoviejo, con el esquema del sistema de agua potable para Portoviejo

Durante el fenómeno El Niño 1997–1998 la ciudad de Portoviejo sufrió una de sus crisis más graves debido a las inundaciones. Entre otros efectos, estas inundaciones provocaron desabastecimiento de agua potable, daños en el alcantarillado sanitario y pluvial, cortes de energía eléctrica, interrupciones en las vías de comunicación, pérdida de viviendas, gran número de damnificados, desabastecimiento de productos de primera necesidad, alza en el costo de los alimentos y medicinas, enfermedades y desempleo.

1.2.1 Sistema de agua potable

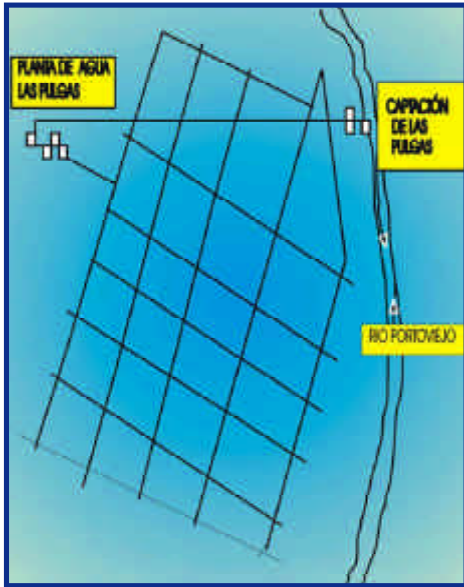
Descripción de los sistemas

Al momento de producirse el fenómeno El Niño 1997-1998, Portoviejo se encontraba dotado de tres sistemas de abastecimiento de agua:

- Sistema Las Pulgas.
- Sistema Regional de Agua Potable Poza Honda, y
- Sistema Cuatro Esquinas (no estaba en funcionamiento en ese momento).

Sistema Las Pulgas

El sistema Las Pulgas fue el primer sistema que se construyó para abastecer de agua potable a la ciudad de Portoviejo. Data de 1966 y aún se encontraba en servicio durante el fenómeno. Este sistema capta sus aguas superficialmente del río Portoviejo en el sitio denominado Las Pulgas; luego, una estación de bombeo impulsa el agua cruda hasta la planta de tratamiento Las Pulgas (esquema 2).



Esquema 2. Esquema de la planta de agua Las Pulgas

El agua tratada es distribuida por gravedad a la red de la ciudad de Portoviejo. La red de agua en Portoviejo está conformada por tubería de asbestocemento en el casco urbano y de PVC en las nuevas ciudadelas.

Sistema Poza Honda

El sistema regional de Poza Honda se localiza en el cantón Santa Ana, a una distancia de 50 kilómetros de Portoviejo. Capta sus aguas en el embalse de Poza Honda, las que luego son conducidas por una tubería de 600 mm de diámetro (véase el esquema 3).

La conducción desde el tanque intermedio de Guarumo hasta la estación de bombeo de Caza Lagarto tiene una longitud de 22,6 kilómetros de tubería de hierro fundido dúctil de 600 mm de diámetro. Mediante la estación de bombeo se eleva el agua a un tanque de reserva intermedio de 5.000 m³. La tubería de impulsión de la estación de bombeo al tanque de reserva de Caza Lagarto tiene una longitud de 975 m y de 600 mm de diámetro.

Desde el tanque de Caza Lagarto sale una tubería de hierro fundido dúctil de 600 mm de diámetro y 2,5 km de longitud, llega hasta las afueras de la ciudad de Santa Ana. A 1,2 kilómetros de la tubería que sale del tanque de Caza Lagarto se encuentra la bifurcación que conduce el agua hasta el tanque de reserva de 800 m³ de la ciudad de Santa Ana. Esta tubería es de hierro fundido dúctil de 450 mm de diámetro y tiene una longitud de 400 m.

Al final del tramo de 2,5 kilómetros que sale del tanque de reserva de Caza Lagarto, se conecta a una tubería antigua de hierro fundido de 18" (450 mm) que pertenece a la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta y la línea de conducción continúa con un diámetro de 500 mm y una longitud de 17,8 kilómetros hasta la estación de bombeo de Loma Blanca.

A la altura del sitio Lodana se encuentra la bifurcación hacia el Cantón Sucre, que abastece a la población de 24 de Mayo y Jipijapa (tramo Lodana-Jipijapa), la misma que en su primer tramo —hasta la estación de Bombeo Sucre I— está conformada por una tubería de 250 mm de diámetro y una longitud de 3,6 kilómetros. El tramo Lodana–Estación de Bombeo Jipijapa I tiene una longitud de 3,6 kilómetros y un diámetro de 250 mm. Se interconecta con la tubería de Sucre de 250 mm y allí se amplía el diámetro a 350 mm con una longitud de 50 metros, la que llega hasta un tanque de captación y de allí a la estación de bombeo Jipijapa I.

De la Estación de Bombeo Jipijapa sale una tubería de hierro fundido dúctil de 350 mm de diámetro y con una longitud de 13 kilómetros que llega a la Estación de Bombeo Jipijapa II. De la Estación de Bombeo Jipijapa II se impulsa el agua a la Estación de Bombeo Jipijapa III, con una tubería de hierro fundido dúctil de 350 mm de diámetro y una longitud de 7 kilómetros. De la Estación de Bombeo Jipijapa III se eleva el líquido por medio de una tubería de hierro fundido dúctil de 350 mm de diámetro y una longitud de 3,6 kilómetros hasta su máxima cota, donde existe el cajón rompedor I. De este sale una tubería de hierro fundido dúctil de 200 mm de diámetro y una longitud de 0,48 kilómetros, que conduce el agua hasta otro cajón rompedor II, del que sale una tubería de 250 mm de diámetro y una longitud de 4 kilómetros, la que llega hasta los tanques de reserva en Jipijapa para luego ser distribuida a la población.

De la Estación de Bombeo Sucre I el agua es impulsada directamente al tanque de reserva de 400 m³, ubicado en la población de 24 de Mayo, con una longitud de 10,2 kilómetros y una tubería de hierro fundido dúctil de 150 mm de diámetro.

La Estación Sucre II no ha funcionado por más de 20 años debido a la quema de la bomba y a que su tablero eléctrico presenta daños.

Sistema Cuatro Esquinas

Este sistema de abastecimiento de agua es también regional y, según estaba planificado, debía abastecer a las poblaciones Portoviejo, Picoazá, Calderón, Río Chico, Alajuela, San Plácido, Pueblo Nuevo y las comunidades en la ruta. La capacidad de operación y producción de la planta de tratamiento es de un m³/s.

Los diseños y la operación del sistema contemplan la captación, que se realizará en el canal de riego denominado "margen derecha" en el sistema de riego Poza Honda. Mediante una toma en el canal se conduce el agua por gravedad hasta la planta de tratamiento. El agua ya tratada es impulsada, mediante una estación elevadora, a un tanque de 2.000 m³. Del tanque sale la tubería que se conecta al sistema actual de la red de Portoviejo.

Foto: Ramón Macías



Foto 14. Captación de agua cruda en la estación de bombeo Las Pulgas, en el río Portoviejo (febrero de 2000).

Descripción de los daños

Los daños causados en los sistemas de agua potable de Portoviejo fueron los siguientes:

Sistema Las Pulgas

Captación/estación de bombeo

La captación, en el periodo de lluvias, queda fuera de servicio por la alta carga de sedimentos que transporta el río. En la foto 14 se observa la turbiedad del agua en la captación.

La estación de bombeo de agua cruda se ubica en el mismo sitio de la captación, que constantemente sufre paralizaciones y daños por las inundaciones a las que está expuesta. En este lugar, el nivel de agua supera en 1,5 metros a las paredes perimetrales que la protegen.

En el último fenómeno El Niño, el sistema sufrió la quema de uno de sus motores a consecuencia de las constantes inundaciones. La bomba que operaba tuvo que ser elevada con tecles cuando el nivel del río aumentaba.

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento tuvo que paralizar su operación al quedar sin abastecimiento de agua cruda. Cuando las condiciones del río (turbiedad, nivel de agua, etcétera) lo permitían, el sistema entraba en funcionamiento.

La operación de la planta se veía dificultada a consecuencia de la alta carga de turbiedad, dureza y sales que contenía el agua cruda.

Otras causas por las que se vio afectado el sistema fueron las siguientes:

- Roturas en la red de la ciudad, ocasionadas por el golpe de ariete debido a las paralizaciones y la puesta en funcionamiento de los sistemas.
- Aumento del nivel freático, que ocasionó la saturación del suelo y que las tuberías de agua servidas cedieran y se fracturasen.

Sistema Poza Honda

Presa Poza Honda

Uno de los muros laterales del vertedero de la represa de Poza Honda sufrió daños (foto 15).

Planta de tratamiento Guarumo

Esta planta sufrió daños por inundaciones en la sala de máquinas, que produjeron la quema de varios motores.

La causa de la inundación fue que el sistema de descarga de lodos al estero sufrió un tapo-namiento producto de una palizada y el aumento del nivel del río.

Tanques de almacenamiento

El tanque intermedio de Guarumo no sufrió daño alguno, pero sí existió un deslizamiento en su parte posterior, como se observa en la foto 16. La cantidad de material desplazado alcanzó hasta 3 metros de altura y presionó al tanque en una arista. De no mediar una intervención, se podrían presentar daños.

No existía una vía de acceso al tanque, ya que esta fue destruida en parte en el evento del fenómeno El Niño 1982-1983 y en el de 1997-1998 se terminó de destruir.

Un hecho similar se presentó en el tanque de reserva de Caza Lagarto, que no sufrió daños, pero existieron varios deslizamientos laterales en el cerro donde se asienta su estructura.

Asimismo, las fallas ocasionadas en el sistema de tanques de reservas para Portoviejo se presentaron en el año 1990, pero se agravaron en el evento del fenómeno El Niño 1997-1998, debido a los asentamientos en febrero de 1998; se desacoplaron tuberías de distribución y de impulsión desde los tanques de 5.000 m³ y 1.600 m³.

La carretera de acceso al tanque sufrió un asentamiento de más de 4 metros (foto 17), que obligó a la Defensa Civil Provincial a declarar alerta amarilla y a evacuar a la población asentada en el sector del cerro Loma Blanca.

Foto: Ramón Macías



Foto 15. Represa de Poza Honda. Se puede observar parte del cuenco amortiguador izquierdo destruido (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 16. Deslizamiento de la ladera en el tanque de 5.000 m³ de la planta de Guarumo (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 17. En la esquina superior izquierda se aprecian los tanques agua de potable de 5.000 m³ y 1.600 m³. Loma Blanca (marzo de 2000).

Concluido el cambio climático 1998, no se tenía previsto implementar medidas de mitigación. En mayo de 2000 el tanque de 1.600 m³ sufrió un asentamiento de aproximadamente 20 m, como se observa en la foto 18.



Foto 18. En la primera imagen se aprecia el inicio de los deslizamientos de los tanques de reserva en marzo de 2000 y en la segunda el estado y ubicación de los tanques de reserva en junio de 2000. Se aprecia claramente la magnitud del deslizamiento (junio de 2000).

Como consecuencia de los daños en los tanques de Loma Blanca, la población ubicada en la margen izquierda del río Portoviejo carece regularmente de abastecimiento de agua. Como solución técnica se decidió construir un *by-pass* entre las líneas de impulsión y distribución en la parte media del cerro. Dicha solución no tuvo éxito debido a que el cerro seguía cediendo y desacoplando la tubería usada para el *by-pass*.

Líneas de conducción

En la línea de conducción Guaramo-Caza Lagarto, las válvulas se encontraban sin mantenimiento y se reportaron válvulas llenas de lodo y agua como producto de los estragos que causó el fenómeno (inundaciones, asolvamiento, etcétera).

En el sitio Las Luchas, a pocos kilómetros de Santa Ana, se produjo en febrero de 1998 una de las catástrofes más duras para Manabí: un deslave de gran magnitud destruyó casas, la carretera y la tubería del sistema, y dejó sin servicio el sistema de Portoviejo y los pueblos que estaban en la ruta por más de tres meses (febrero de 1998-mayo de 1998).

Este desastre natural hizo que se desplazara la tubería de hierro dúctil de 600 mm, desacoplándola, y la cantidad de material arrastrado a causa del deslizamiento llegó a superar 20 metros de altura (foto 19).

En el sitio Lodana existe el estero del mismo nombre, que arrasó con la tubería de hierro dúctil de 500 mm, y dejó el sistema fuera de servicio. El tiempo que duró la reparación fue de 45 días entre febrero y abril de 1998. Como solución definitiva, se ubicó un puente colgante para la tubería de hierro dúctil de 500 mm de diámetro.

Foto: Luis Herminio, SRAPPH-CRM



Foto 19. Un deslizamiento destruyó viviendas, carretera y tubería, que se encontraban a 30 m por debajo de la maquinaria (abril de 1998).

Estaciones de bombeo

La estación de bombeo Sucre I sufrió inundaciones que dañaron el sistema de control eléctrico.

Las estaciones de bombeo Jipijapa I, II y III, además de presentar daños iguales a los ya mencionados, sufrieron el asolvamiento de sus instalaciones, roturas y desacoplamiento de sus líneas de impulsión.

La estación de bombeo de Estancia Vieja se paralizó como consecuencia de la caída de postes del sistema eléctrico interconectado (línea de 69.000 kW) debido a la saturación del suelo, lo que dejó inhabilitado el sistema de bombeo por falta de fluido eléctrico.

Sistema Cuatro Esquinas

Captación

La captación sufrió el asolvamiento total de los canales, debido a la erosión sufrida por las colinas cercanas al canal y por los sedimentos arrastrados por las quebradas que reaparecieron sufriendo desbordes.

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento sufrió serios daños en sus estructuras, lo que dejó al descubierto sus debilidades.

En las instalaciones interiores de la planta de tratamiento existe un canal denominado El Zapallo, que resultó insuficiente para evacuar las aguas. Además, se sedimentó, lo que ocasionó la salida de su cauce normal y causó inundaciones que ocasionaron daños en los siguientes puntos:

- Estación de bombeo (agua tratada).
- Sala de Químicos.
- Talleres.
- Equipos de químicos, tuberías, cajas de válvulas, entre otras (foto 20).
- Daños en el transformador eléctrico (foto 21).
- Asolvamiento del canal El Zapallo.
- Daños en el alumbrado interno.

Foto: DCP-CRM Cadena LC



Foto 20. Se aprecian en el cauce del canal El Zapallo las tuberías de químicos y cámaras de válvula (febrero de 1998).

Foto: DCP-CRM Cadena LC



Foto 21. Instalaciones eléctricas en el suelo, cámara de válvulas y tuberías socavadas por el desborde del estero El Zapallo, grietas y sedimentos en las instalaciones de la planta Cuatro Esquinas (febrero de 1998).

Red de distribución de Portoviejo

La red de agua en Portoviejo sufrió constantes roturas debido a la mala operación en el sistema de distribución. Cuando se reiniciaba la distribución del agua, se producía golpe de ariete, lo que provocaba fallas en las tuberías en unos casos y desacoplamiento en otros.

Problemas administrativos

El sistema realizaba el cobro de tarifas por consumo de agua, los que sumaban 8.800 dólares americanos mensuales como promedio, lo que permitía cubrir gastos administrativos. El valor promedio por metro cúbico que el organismo regional facturaba por consumo de agua potable era de 0,028 dólares americanos en promedio y el costo real se consideraba en 0,224 dólares americanos. El Centro de Rehabilitación de Manabí subsidiaba la diferencia.

Los gastos por emergencia, insumos químicos (sulfato de aluminio, cloro gas, sulfato de cobre, cal, entre otros), reparaciones especiales, fueron cubiertos por la administración central del Centro de Rehabilitación de Manabí. Los gastos generados durante la emergencia del fenómeno El Niño se estimaron en 1.000.000 dólares americanos.

La dotación de agua durante la emergencia en la ciudad de Portoviejo se cubrió con la construcción de pozos someros que fueron financiados por instituciones del Estado, como el Centro de Rehabilitación de Manabí, el Ministerio de Urbanismo y Vivienda, por medio de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, Defensa Civil, el Ministerio de Salud y Fasbase, ubicados en sitios estratégicos de la ciudad como mercados de abastos, parques, centros de damnificados, barrios centrales y perimetrales y ciudadelas.

Los pozos que se construyeron fueron de tipo barrenado y se les dotaba de una bomba estacionaria; de la misma manera, personas particulares construían sus pozos en los patios y portales, lo que llegó en parte a suplir la demanda de agua. Como no existía agua potable, la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, Defensa Civil, el Ministerio de Salud Pública y el Fasbase dotaban gratuitamente de cloro líquido (hipoclorito de sodio), que servía para desinfectar el agua.

El uso de carros cisterna también contribuyó a suplir las necesidades de agua. Estos se abastecían de pozos someros y profundos construidos en el valle de Portoviejo y antes de su ingreso a la población se realizaba un control de calidad del agua y se aplicaba cloro líquido para la desinfección.

1.2.2 Alcantarillado sanitario y pluvial

El sistema de alcantarillado pluvial fue insuficiente para evacuar las aguas de lluvias. El cauce del río Portoviejo, lugar en el que se vierten estas aguas, estuvo totalmente lleno y en muchos casos desbordado; llegó a niveles que sobrepasaron el casco comercial (superior a la cota 46 metros sobre el nivel del mar), lo que hacía imposible la evacuación del agua por las tuberías del alcantarillado pluvial. Las aguas del río ingresaban por las tuberías de alcantarillado debido al aumento de nivel, ya que las tuberías de descarga no poseían las válvulas de clapeta para evitar posibles flujos inversos de caudal (foto 22).

Asimismo, el desconocimiento ciudadano y la desesperación por evacuar las aguas de lluvias que inundaban los domicilios obligaron a hacer mal uso del alcantarillado sanitario al retirarse las tapas de los pozos de registro, con lo que se causaban nuevos daños a la ya colapsada tubería de aguas servidas.

Las inundaciones en los puntos conocidos como "zonas bajas" se sedimentaron en el alcantarillado sanitario, pozos sépticos, cisternas de agua potable, letrinas, etcétera.

Foto: INA-BRONCO, Tito Zambrano



Foto 22. Descarga de las aguas de lluvia. Se observan el color del agua servida producto de las conexiones clandestinas y los desechos acumulados en la boca del desagüe. No existe ningún elemento para proteger el ingreso de las aguas del río (julio de 1999).

Zonas bajas de la ciudad de Portoviejo:

- Zona del Colegio Uruguay y Santa Cruz (Puente Jaime Roldós Aguilera).
- Zona de la Quinta Vera Cruz.
- Zona del puente Chile.
- Zona de la plazoleta 24 de Mayo.
- Zona del puente Mamey.
- Zona del puente Velasco Ibarra (Callejón Allende y Quinta La Paz) al Puente del Salto.
- Zona del Florón.
- Zona de la ciudadela La Paz.
- Zona de la 15 de Abril–Pepsi–Puerto Real–Calle Uruguay.
- Zona de la Calle Medardo Cevallos y calle San Eduardo.

Foto: Defensa Civil, Roque Mendoza

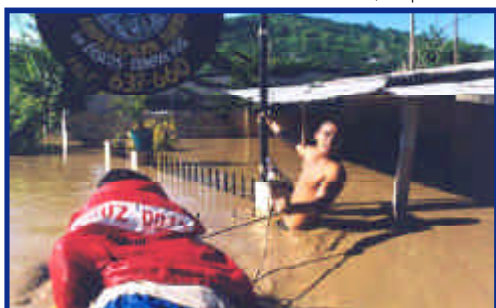


Foto 23. Inundaciones provocadas por la quebrada Monte Santo (febrero de 1998).

Foto: Defensa Civil, Roque Mendoza



Foto 24. Inundación de las instalaciones de la Casa de la Cultura Ecuatoriana (núcleo de Manabí) (abril de 1998).

La zona de la plazoleta 24 de Mayo, que poseía una estación de bombeo de aguas servidas, quedó totalmente destruida. El sedimento superaba los 2 metros sobre la cota de su estructura. Estas zonas y sus sistemas de tuberías quedaron totalmente asolvados como producto de la carga de sedimento que transportaban las inundaciones (fotos 23 y 24).

En las fotos 25, 26 y 27 se ilustra la magnitud del evento en los sistemas de alcantarillado.

Las principales causas de los asolvamientos fueron las siguientes:

- El sistema ya colapsado hizo que el suelo cediera, hasta producirse el hundimiento del suelo y la vía.
- Arrastre de sedimentos, por ausencia de vegetación.
- Ausencia de las tapas en los pozos de registros de aguas de lluvias.
- Las aguas de lluvias arrastraban un alto contenido de sólidos y material orgánico, los cuales, al ingresar por los sumideros que no contaban con rejillas, taponearon los tubos.

Foto: Defensa Civil, Roque Mendoza



Foto 25. Destrucción de las instalaciones sanitarias provocada por las lluvias en las laderas de Andrés de Vera (marzo de 1998).

Foto: INA-BRONCO, Tito Zambrano



Foto 26. Tubería de aguas servidas destruidas por la acción de los gases sobre la parte superior del hormigón (octubre de 1999).

Foto: INA-BRONCO, Tito Zambrano



Foto 27. Pavimento destruido y asentamiento del suelo como producto de la rotura de una tubería de aguas servidas (marzo de 2000).

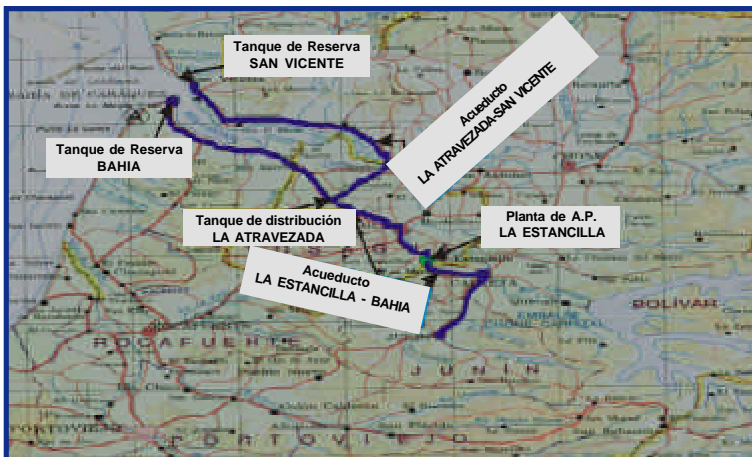
1.3 Bahía de Caráquez

Bahía de Caráquez es la cabecera cantonal del cantón Sucre. Ubicada a 115 kilómetros de la capital de Manabí, Portoviejo, en la costa ecuatoriana. La zona de Bahía sufrió en 1997–1998 varios desastres naturales como el fenómeno El Niño desde noviembre de 1997 hasta julio de 1998 y un terremoto en agosto de 1998. Durante el fenómeno El Niño la ciudad y la zona de influencia de Bahía de Caráquez sufrieron daños que hasta mediados del año 2000 no se habían podido superar en su totalidad. En este trabajo se enfocarán los problemas presentados en la infraestructura de agua potable y saneamiento.

1.3.1 Sistema de agua potable

Descripción del sistema

Bahía de Caráquez se abastece de agua potable por medio del sistema regional La Estancilla a través de una planta de tratamiento que se localiza en la parroquia La Estancilla, del cantón Tosagua, a una distancia de 48 kilómetros de la ciudad de Bahía.



Mapa 4. Mapa del Cantón Bahía de Caráquez, con el esquema del sistema de agua potable para Bahía de Caráquez

Sistema Regional de Agua Potable La Estancilla

El sistema regional de agua potable La Estancilla cubre los cantones de Bolívar, Junín, Chone, Tosagua, Sucre y San Vicente, y es administrado por el Centro de Rehabilitación de Manabí.

La ciudad de Bahía de Caráquez se abastece de un acueducto de hierro fundido dúctil de diámetros 500 mm, 450 mm y 350 mm (esquema 4).

Captación/planta de tratamiento

Es una toma lateral del río Carrizal que se ha protegido con una estructura compuesta por pilares de concreto.

La planta de La Estancilla capta el agua cruda por medio de bombas sumergibles, las mismas que alimentan a la planta para su purificación.

En la planta, una vez que el agua está procesada y purificada, se la bombea a los diferentes poblados.

Sistema La Estancilla-Calceta-Junín

El bombeo a las poblaciones de Calceta y Junín se realiza por medio de una tubería de hierro fundido dúctil de 250 mm de diámetro. En el sitio El Pijio se bifurca la tubería y se reduce a 200 mm de diámetro. Uno de los ramales conduce el agua a la ciudad de Calceta y el otro a la ciudad de Junín.

De la red de Calceta se ramifica una tubería de PVC de 150 mm de diámetro para la población de Canuto; el sistema Calceta-Canuto no se encontraba en operación por no existir caudal suficiente para su abastecimiento.

Sistema La Estancilla–Bahía de Caráquez-San Vicente

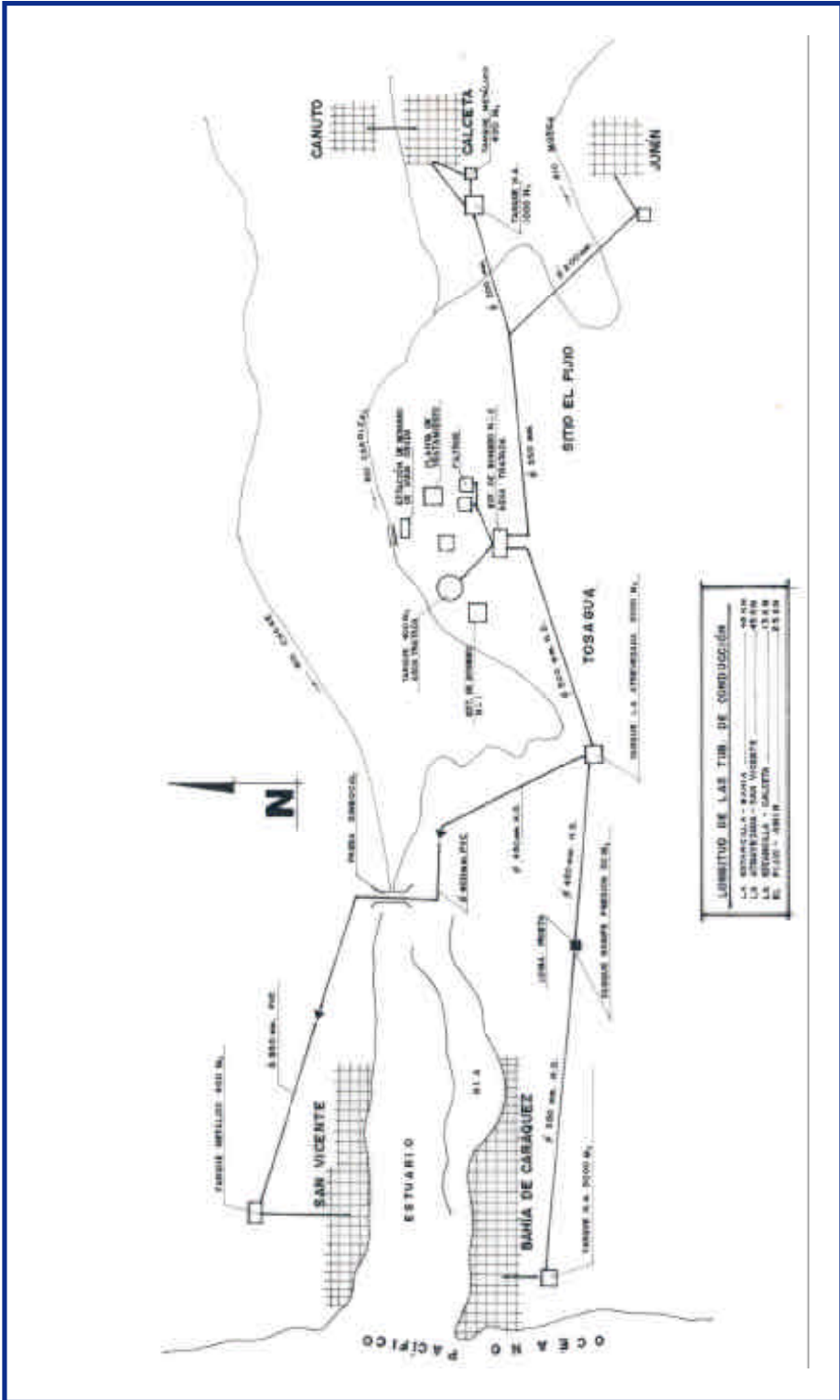
De la planta de agua La Estancilla se conduce el agua mediante un sistema de bombeo y por una tubería de hierro fundido dúctil de 500 mm de diámetro y 7 kilómetros de longitud para abastecer el tanque de reserva de Tosagua; de la derivación se continúa con la tubería de 500 milímetros hasta el tanque de distribución La Atravesada, en el sitio del mismo nombre.

El tanque de La Atravesada se localiza en la cota 127 metros sobre el nivel del mar. Su capacidad de almacenamiento es de 2.000 m³. La tubería que conduce el agua tratada para Bahía es de hierro fundido dúctil de 450 mm de diámetro y cruza varias poblaciones que se abastecen del sistema como el km 21 (San Agustín), el km 20 (El Ébano), el km 16 y poblaciones dispersas, hasta llegar al tanque rompepresión de Loma Prieta.

Del tanque rompepresión de Loma Prieta sale una tubería de hierro fundido dúctil de 350 mm que conduce el agua hasta los tanques de reserva y distribución de Bahía de Caráquez. Los tanques de reserva son cinco, de estructuras de hormigón armado; el primero tiene una capacidad de 5.000 m³; los denominados Gemelos, 1.000 m³ cada uno; el tanque, 400 m³; y el que sirve a la zona alta, 500 m³, y se encuentra semienterrado.

El servicio de abastecimiento de agua para Bahía de Caráquez en la zona baja se realiza directamente a la red desde el tanque de carga de Loma Prieta, y la denominada zona alta se abastece del tanque de hormigón armado de 500 m³.

Para la conducción de agua a San Vicente, del tanque La Atravesada de 5.000 m³ se deriva una tubería de hierro fundido dúctil de 350 mm de diámetro, y a partir de un kilómetro la tubería cambia su diámetro a 400 mm, con una longitud de 3,6 km aproximadamente, para luego ensamblarse con una tubería de PVC hasta cubrir una longitud de 13,4 kilómetros. En este lugar se reduce el diámetro a 350 mm con una longitud de 16,5 km y luego se reduce de 350 a 300 mm, con una longitud de 1,5 kilómetros aproximadamente hasta llegar al tanque de reserva de 1.000 m³ de San Vicente.



Esquema 4. Sistema regional de agua potable La Estancilla

Así también existe la línea Mutre-San Vicente, que es una tubería de 200 mm de diámetro de hierro fundido dúctil, que servía antiguamente a San Vicente, la cual pasa por el sitio El Mutre y cuyo trazado es paralelo al tramo Atravesada-San Vicente. Cruza la carretera por el muro divisorio del sector de Simbocal, para luego continuar hasta la población de San Vicente al tanque de 400 m³. La función actual de esta línea es abastecer a las comunidades que están en la ruta.

Descripción de los daños

Captación y línea de impulsión en la planta de La Estancilla

Los pilares de concreto en la captación fueron golpeados por objetos en suspensión y probablemente fallen ante una gran avenida del río Carrizal.

Asimismo, se presentaron problemas en la línea de impulsión debido a que las válvulas de alivio no estaban funcionando, por lo cual cada vez que se suspendía el funcionamiento de los equipos de bombeo era sometida a fuertes golpes de ariete.

Sistema La Estancilla-Calceta-Junín

Línea de conducción a Junín

En el sitio Las Palmas se destruyó el camino debido a la socavación provocada por el río Mosca (foto 28) y se rompió la conducción que tenía el trazado paralelo a dicho camino. El camino se reparó provisionalmente sin considerar defensa fluvial, por lo que se estima que en las próximas épocas lluviosas podría volver a fallar.

Por otra parte, el puente original sobre el río La Mosca fue destruido por el río, y se colocó posteriormente una estructura provisional. El Puente Viejo se utilizó para el soporte de la tubería, pero de manera muy artesanal, por lo que hay grandes deflexiones en uniones campana que no están diseñadas para ese fin y que podrían producir fugas en cualquier momento.¹⁴

Línea de conducción a Calceta

En el sitio La Tinta y otros puntos similares debido a la socavación de los márgenes del río, la carretera se hundió y arrastró la tubería, como se puede ver en la foto 29.

Sistema La Estancilla-Bahía de Caráquez-San Vicente

Línea de conducción a Tosagua

En el sitio Los Micos la línea salió varias veces de operación debido a que la tubería se encontraba a nivel del paso de las aguas superficiales, se producía represamiento y finalmente la tubería era arrastrada. La solución provisional consistió en colocar una escollera para soportar el embate del agua.

Foto: CRM-SRAPE, L. Zambrano

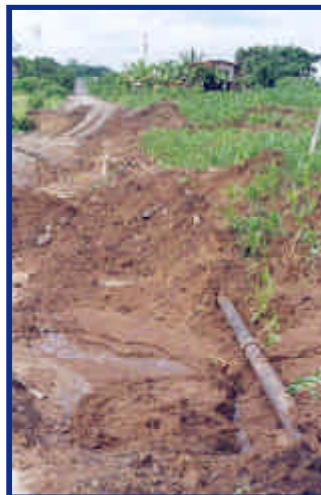


Foto 28. Tubería averiada por la destrucción de la carretera que, a su vez, es resultado del flujo de las aguas. Obsérvese en el lado izquierdo la tubería destruida (enero de 1998).

Foto: CRM-SRAPE, L. Zambrano



Foto 29. Tubería arrastrada y desplazada por el agua, y parte de la carretera destruida (febrero de 1998).

¹⁴ Rodríguez, Arturo. Informe de la visita al sistema regional "La Estancilla". Recomendaciones para reducir la vulnerabilidad ante los efectos producidos por desastres. Documento interno. OPS/OMS. Ecuador, 1998.

Línea de conducción a San Vicente

El tramo de tubería que sale del tanque La Atravesada a San Vicente se desacopló como consecuencia de asentamientos y deslizamientos del suelo. En otro caso una caja de válvula de drenaje se desplazó de su eje por los deslizamientos de lodo y la fuerza del agua, lo que fue ocasionado por la presencia de una quebrada. En el sector donde la tubería cruza una quebrada a través de un paso elevado de columnas de hormigón, el cerro se deslizó presionando la estructura y haciéndola ceder. Se perdieron ocho tubos de hierro fundido dúctil de 450 mm de diámetro.

En grandes trechos a lo largo de esta conducción, la tubería se ubica en zonas propensas a inundarse. 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.¹⁵

Desde el sitio Horconcito y hasta llegar a San Vicente, hay grandes deslizamientos de tipo falla general (cuchara). La tubería se encontraba en la parte baja del deslizamiento y fue levantada, rota y desacoplada de sus uniones. En otros sitios gran cantidad de material cayó sobre la tubería, lo que causó aplastamientos, roturas (fotos 30 y 31) y desacoplamientos de la tubería.

Foto: CRM-Fiscalización, Guido de La Torre



Foto 30. Tubería de PVC desacoplada por deslizamiento. (octubre de 1999).

Foto: CRM-Fiscalización, Guido de La Torre



Foto 31. Tubería de PVC fallada por aplastamiento en el deslizamiento de tierras, Simbocal (agosto de 1999).

En agosto de 1999 se reparó la línea de conducción a San Vicente prestando servicio aproximadamente 30 días. Volvió a dañarse debido al entrapamiento de aire, ya que las cajas de válvulas habían quedado enterradas por los deslizamientos ocasionados por el fenómeno El Niño.

Línea de conducción a Bahía de Caráquez

En el sitio Los Tulipanes, en la conducción Tosagua-Bahía de Caráquez, existe un suelo muy inestable que se desliza continuamente, lo que produjo que la tubería fuera dañada varias veces.¹⁶

A la altura del sitio San Agustín-kilómetro 20 se presentó 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 colocarse una escollera para defenderla.¹⁷ En el kilómetro 8 un deslizamiento provocó la destrucción de algunas casas que quedaron sobre la vía y aplastaron la tubería, como se observa en la foto 32.¹⁸

Foto: CRM-SRAPE, L. Zambrano



Foto 32. Se observa el deslizamiento de la ladera y la destrucción de viviendas. Sistema de Bahía. Sector: línea de conducción a Bahía, km 8. Octubre de 1998.

¹⁵ Rodríguez, Arturo. Informe de la visita al sistema regional "La Estancilla". Recomendaciones para reducir la vulnerabilidad ante los efectos producidos por desastres. Documento interno. OPS/OMS. Ecuador, 1998.

¹⁶ Rodríguez, Arturo. Informe de la visita al sistema regional "La Estancilla". Recomendaciones para reducir la vulnerabilidad ante los efectos producidos por desastres. Documento interno. OPS/OMS. Ecuador, 1998.

¹⁷ Doc. cit.

¹⁸ Doc. cit.

La conducción a la entrada al tanque de 5.000 m³ en Bahía de Caráquez está fuera de operación porque un gran trecho fue afectado por deslizamientos que aún no se han controlado. En este sector el problema es grande y no es factible evitarlo; más bien, se debe tratar de controlarlo.¹⁹

El tanque La Atravesada presenta algunos daños estructurales internos producto de asentamientos diferenciales, pero que aparentemente no son serios.

Tanques de almacenamiento

El tanque de distribución para San Agustín se ubica en la parte superior de una loma y existe aparentemente una fuga grande que abastece una laguna desde hace mucho tiempo. Este es un problema no solo por la gran cantidad de agua tratada, clorada y bombeada que se está desperdiciando sino también porque la loma permanece saturada y eso la hace inestable, como se observa en la foto 33.²⁰

De los dos tanques denominados Gemelos, solo uno prestaba servicio. Estos tanques tenían parte de su estructura en el aire (foto 34) y los muros de gaviones que servían de protección colapsaron. La tubería que conduce el agua al tanque de 500 m³, denominado Zona Alta, y que se había desacoplado por el deslizamiento del suelo, se colocó en forma aérea y sobre marcos H de caña.

Rehabilitación del sistema

El sistema regional de agua potable La Estancilla se rehabilitó en forma parcial usando soluciones temporales para atender la emergencia, las que se transformaron en definitivas. No existen cruces aéreos de tuberías sobre quebradas; se aplicó el criterio de cruzar las quebradas estilo sifón, enterrando la tubería por debajo del nivel del cauce y respetando el estado natural del suelo.

Existen los estudios técnicos para efectuar las variantes y evitar los problemas que se presentan cada año en el periodo de lluvias. Con la reconstrucción de las carreteras, se colocaron nuevas alcantarillas, lo que ayuda a drenar las aguas de lluvias.

Se proyectó la rehabilitación de la tubería en varios sitios del sistema que resultaron afectados por el fenómeno El Niño. Estos son:

Cuadro 8. Sitio y costo de reparación de tuberías

| Sitio | Costo (dólares) |
|---------------------|-----------------|
| San Agustín (km 20) | 15.400 |
| Tulipanes | 14.100 |
| La Tinta | 5.840 |
| Río Frio | 9.900 |

Fuente: Departamento de Estudios y Diseños del CRM (1998).

Foto: CRM-SRAPE, L. Zambrano



Foto 33. Cámara de válvula para derivar el agua al tanque de San Agustín. Se observa a un trabajador reparando el daño de la fuga del agua (octubre de 1998).

Foto: Ramón Macías



Foto 34. Tanques Gemelos. Obsérvese la socavación existente, la ausencia de suelo y la ubicación de la tubería, que se encuentra descubierta y reinstalada como resultado de los deslizamientos provocados por las lluvias. Se puede ver, asimismo, la colocación de la tubería sobre marcos H de caña guadua y madera (febrero de 2000).

¹⁹ Doc. cit.

²⁰ Doc. cit.

El costo de la reparación en la emergencia provocada por el fenómeno El Niño se estimó en 375.000 dólares americanos en el periodo 1998-1999 según información proporcionada por el Centro de Rehabilitación de Manabí en Bahía.

1.3.2 Alcantarillado sanitario en Bahía de Caráquez

Descripción del sistema

Bahía posee los dos sistemas de alcantarillado, sanitario y pluvial, los que trabajan en forma separada.

El servicio de alcantarillado es administrado por el municipio del Cantón Sucre y la responsabilidad de la gerencia del sistema es del departamento de alcantarillado de dicha institución.

El sistema de aguas de lluvias se localiza en el casco central de la ciudad; en el perímetro de la zona urbana y parte de la zona alta existen canales abiertos que bordean las colinas para coleccionar el agua de lluvia. Estos canales también funcionan como colectores de lodos. La zona marginal que se asienta en las colinas no posee este servicio.

Los colectores de aguas de lluvias descargan directamente en el mar o en el estuario del río Chone.

El sistema de alcantarillado sanitario recolecta las aguas servidas, que son conducidas a las diferentes zonas de bombeo. Existen tres estaciones de bombeo que impulsan las aguas hasta la laguna de tratamiento ubicada en Fanca, a 6 kilómetros de la ciudad de Bahía. Los efluentes ya estabilizados son descargados al estuario del río Chone.

Descripción de los daños

Red de colectores

El casco central, según los técnicos del sistema de alcantarillado del municipio del Cantón Sucre, no sufrió daños mayores, pero se presentaron problemas para evacuar las aguas servidas, ya que la estación de bombeo resultó afectada. Como consecuencia de los daños ocurridos en la estación de bombeo de Leonidas Plaza y la laguna de tratamiento, las aguas negras eran vertidas directamente al estuario.

Las redes y los pozos de registro en la ciudad de Bahía se taponearon debido a las inundaciones (foto 35) y al mal manejo de los ciudadanos, los que, con el afán de evacuar las aguas de lluvias, abrían los pozos de registro. Esto no solo ocasionó el taponamiento en las tuberías sino también el rebose de las aguas negras.

La parte del sistema más afectada fue la zona de Leonidas Plaza, que hizo que colapsara en 100% el sistema de alcantarillado. El daño en las tuberías obligó a que el sistema descargara las aguas directamente al mar y al estuario.

Foto: Ramón Macías



Foto 35. Taponamiento en la tubería del sistema de alcantarillado producto de la sedimentación. Red de aguas servidas (mayo de 2000).

Estaciones de bombeo y línea de impulsión a las lagunas

Las estaciones de bombeo denominadas El Astillero, Parque Manuel Narváez y Leonidas Plaza se inundaron, asolaron y, como consecuencia de ello, los motores se quemaron y quedaron fuera de servicio.

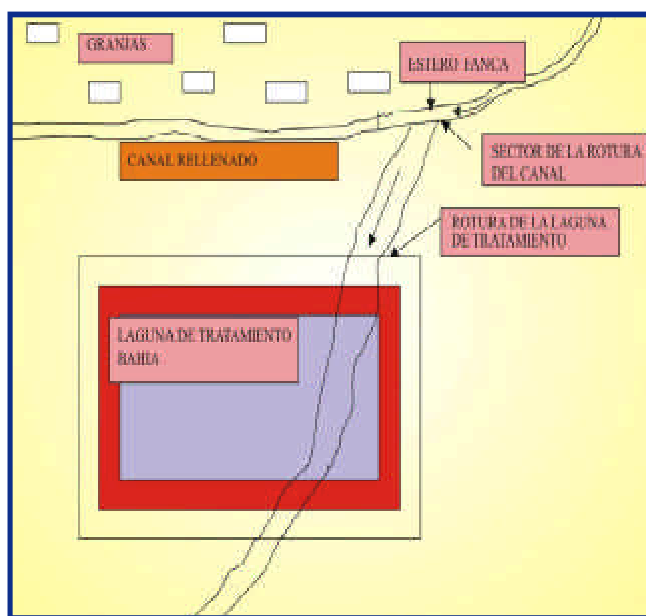
Las aguas con alto arrastre de sedimentos, producto de la erosión y de los deslizamientos, causaron daños en las cámaras de captación y en el sistema eléctrico como tableros de control.

La línea de impulsión que conduce a la laguna de tratamiento también resultó asolada y destruida en la entrada de la laguna.

Laguna de estabilización

La laguna de estabilización sufrió la destrucción parcial de su estructura como consecuencia de la rotura de los muros laterales causada por la presencia del estero Fanca, que cortó la laguna en dos.

El daño en la laguna se produjo por el taponamiento y relleno del cauce del estero. Esto obligó a las aguas a salir del curso normal que tenían y formar otro cauce por el centro de la laguna.



Esquema 5. Esquema de la destrucción de la laguna de tratamiento de Bahía

Costos de reparación

Según los datos del Departamento de Alcantarillado del municipio de Sucre, los costos de reparación ascendieron a un total de 107.000 dólares americanos en el periodo 1998-1999. Sin embargo, dicho valor no incluye los costos asociados a la operación y limpieza de las tuberías ni los gastos administrativos.²¹

| | |
|--|-------------------|
| Tubería de impulsión | \$ 47.000 |
| Reconstrucción de las lagunas | \$ 40.000 |
| Reconstrucción de las estaciones de bombeo | \$ 20.000 |
| Total | \$ 107.000 |

²¹ Departamento de Alcantarillado del Municipio de Sucre (Bahía).

2. Provincia de Esmeraldas

2.1 Esmeraldas

La ciudad de Esmeraldas es la capital de la provincia de Esmeraldas. Se localiza en la costa norte del Ecuador. Como consecuencia del fenómeno El Niño 1997-1998, la ciudad y algunas zonas de la provincia de Esmeraldas sufrieron los efectos del evento en su infraestructura urbana y se registraron daños en carreteras, oleoductos, viviendas y especialmente en el acueducto. Este capítulo se concentrará en los problemas presentados en la infraestructura de agua potable y saneamiento.

2.2.1 Sistema de agua potable

Descripción de los sistemas

Esmeraldas es abastecida de agua potable por medio de un sistema regional. Capta sus aguas del río Esmeraldas por medio de bombas. Eleva el agua a la planta de tratamiento localizada en la comunidad de San Mateo a orillas del río Esmeraldas. El agua ya tratada es impulsada por equipos de bombeo a los tanques de carga y de estos se distribuye el líquido por un acueducto de acero de 900 mm de diámetro a la ciudad de Esmeraldas y sus balnearios (esquema 6).

En el sector denominado Villas de Petroecuador de la ciudad de Esmeraldas se localiza la derivación denominada Atacames-Súa. La tubería de derivación es de acero y tiene un diámetro de 600 mm. La línea que conduce el agua a los balnearios es también de acero y con diámetros de 600 y 400 mm y cruza por las zonas denominadas Túnel 1, 2 y 3, Puerto Gaviota, Atacames y Súa.

Al momento de producirse el fenómeno El Niño, se encontraba en construcción un nuevo sistema para abastecer a las localidades de Tacuza, San Mateo, Camarones y Tachina.

Descripción de los daños

En junio de 1987 las empresas INAM y OTECO elaboraron para la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental el informe "Estudios definitivos para el sistema de agua potable de Esmeraldas y su zona de influencia", en el que indicaba que las distintas zonas donde se ubicaban los componentes del sistema eran terrenos inestables, arcillosos y limosos, propensos a deslizamientos, por lo cual se tomaron las consideraciones necesarias para evitar en lo posible que el sistema se viera afectado. Pese a las medidas adoptadas durante la ocurrencia del fenómeno El Niño se registraron numerosos daños, principalmente en las líneas de conducción y los tanques de almacenamiento.

Los daños en mención han sido analizados en parte por la OPS a solicitud de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. En octubre de 1998 se realizó la evaluación de los daños en las líneas de conducción de agua potable.²³ En el documento elaborado se dieron las recomendaciones para reducir la vulnerabilidad del sistema de agua potable. La información que se presenta a continuación fue obtenida de dicho documento.

²³ Rodríguez, Arturo, 1998. Informe de la visita al sistema regional Esmeraldas. Recomendaciones para reducir la vulnerabilidad ante los efectos producidos por desastres. Documento interno. OPS/OMS. Ecuador.

Foto: Ramón Macías



Foto: Ramón Macías



Fotos 36 a y b. Tubería de acero de 600 mm colocada sobre la superficie del suelo. Se observa el estado de deformación y oxidación (febrero de 2000).

Líneas de conducción

Línea de conducción a Esmeraldas

A lo largo de esta línea se encuentran dos deslizamientos activos que llegaron a sacar la tubería de operación. Estos deslizamientos se ubican en los sitios denominados Winchele y Villas de Petroecuador.

En el sitio Winchele la superficie del suelo experimentó asentamientos y, como resultado de ellos, la tubería se deformó, como se puede observar en las fotos 36 (a y b).

En este lugar se reparó el tubo y se colocó superficialmente para reducir los esfuerzos generados por un deslizamiento. También se dejó una zona descubierta para estar removiendo continuamente los materiales deslizados antes de que lleguen a tocar la tubería (foto 37).

En el sector Villas de Petroecuador la tubería se deformó por los constantes deslizamientos y el terreno sobre el cual se asentaba estaba a punto de colapsar (foto 38). Aquí, como una solución rápida, se reparó provisionalmente la tubería, siguiendo el contorno del deslizamiento, ya que la población de Esmeraldas se encontraba sin agua.

En estos dos tramos la longitud de la tubería reparada fue de 335 metros y de 600 mm de diámetro.

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 37. Tubería reparada en la línea de conducción hacia Esmeraldas. Obsérvese el espacio a la izquierda del tubo para recibir y posteriormente remover material de deslizamientos (octubre de 1998).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 38. Tramo en riesgo de fallas en la línea de conducción a Esmeraldas (octubre de 1998).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 39. Cruce de quebrada La Batea. La tubería que estaba enterrada se encontraba expuesta y desprotegida (octubre de 1998).

Asimismo, se registraron daños en el sector conocido como La Batea. En el primer cruce de quebrada se produjo socavación del terreno por el desalojo abrupto de aguas acumuladas por la obstrucción de una alcantarilla. Esto ocasionó que la tubería originalmente enterrada quedara colgante y en inminente peligro (foto 39).

En el segundo cruce de quebrada en La Batea, la socavación produjo la destrucción de un bloque de anclaje (foto 40), que puso en serio riesgo la tubería de 900 mm de diámetro, donde la presión alcanza los 130 metros de columna de agua, por lo que las fuerzas en el codo son enormes y amenazan con hacer fallar la tubería si el bloque no es reconstruido.

En el sector Canta Rana, la tubería se desplazó por el exceso del agua y el deslizamiento del suelo. Se nota lo deformado de la tubería y la oxidación por falta de mantenimiento (foto 41). La tubería fue reemplazada en una longitud de 304 metros (400 mm de diámetro) y se la colocó sobre el terreno. Las uniones mecánicas fueron reemplazadas por soldadura.

En el tramo Espaldón del Diablo, al igual que en el caso anterior, los deslizamientos y la presencia de quebradas arrasaron y desacoplaron la tubería. Como se observa en la foto 42, la tubería fue colocada sobre el suelo. En este tramo también existe una cámara de válvula de aire que fue utilizada por los habitantes del sector para abastecerse de agua (foto 43).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 40. Segundo cruce de quebrada en La Batea. El bloque de anclaje fue destruido (octubre de 1998).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 41. Al fondo se puede observar la tubería de acero deformada y destruida por los deslizamientos de tierra, y la tubería de acero colocada superficialmente (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 42. Tubería recuperada y soldada. Se observan el anclaje y la tubería destruida (febrero de 2000).

Foto: Ramón Macías



Foto 43. Cámara de válvula de aire mal utilizada por los habitantes del sector, ya que permanentemente escapa agua, lo que hace que el suelo se sature y aumente el peligro de deslave (febrero de 2000).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 44. Salida del túnel 1 cuando se estaba reparando la línea (octubre de 1998).

Línea de conducción a Atacames

En la entrada al túnel 1 la tubería de 400 mm de diámetro se vio afectada porque se encontraba entre dos deslizamientos: uno a la izquierda y el otro a la derecha. Se cambiaron 28 metros de la tubería.

En la línea de conducción entre los túneles 1 y 2, al igual que en el caso anterior, la tubería se vio afectada por deslizamientos.

Durante la emergencia se instaló provisionalmente una tubería de PVC de 355 mm de diámetro. Este cambio no surtió efecto porque el terreno seguía cediendo por las fuertes lluvias. Se acogió la solución planteada por la empresa constructora: colocar la tubería en forma superficial sobre estructuras H y elementos de concreto que no restringieran su movimiento, reemplazar las uniones mecánicas por soldadura y aumentar el espesor de la tubería de acero para que sea más resistente a las cargas externas.

Asimismo, es importante garantizar en este tramo una adecuada evacuación de las aguas tanto superficiales como subterráneas. Se debe calcular el diámetro de la alcantarilla necesaria para evacuar esas aguas y colocar una alcantarilla gemela sobre la primera, en forma redundante, para reducir la posibilidad de que una obstrucción pueda represar la avenida y someter la tubería a cargas excesivas.

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 45. Tubería recuperada, que ha sido desplazada por deslizamientos (octubre de 1998).

En la foto 44 se muestra la salida del túnel 1. Se puede apreciar que la interconexión con la conducción aún no se ha realizado. En la foto 45 aparece el tramo de la tubería que debe quedar montado sobre marcos H y estructuras de concreto. La longitud del tramo reemplazado fue 443 metros; la tubería era de acero de 400 mm de diámetro. Cabe agregar que a la derecha de ese sitio existe una pequeña laguna que mantiene saturada la base de la formación. Sería recomendable eliminarla para aumentar la estabilidad del suelo.

Entre el túnel 3 y el Espaldón del Diablo, la tubería fue desplazada unos 15 metros de su posición original por un fuerte deslizamiento que, además, la deformó en algunos puntos, como se puede apreciar en las fotos 46 (a y b). Dado el enorme tamaño de este deslizamiento, que abarcaba toda el área circundante, no era factible desde el punto de vista económico tratar de detenerlo o repararlo ni buscar otro trazado para la tubería, porque la zona que tiene este problema es muy extensa. Los problemas se solucionaron temporalmente colocando la tubería de manera superficial sobre

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto: OPS, A. Rodríguez



Fotos 46 a y b. Tubería de acero desplazada y deformada por un deslizamiento en la conducción a Atacames, entre el Espaldón del Diablo y el Túnel (octubre de 1998).

marcos H. El tramo cambiado fue de aproximadamente 150 metros de tubería de 400 mm de diámetro.

En el tramo que pasa por el Espaldón del Diablo se dañó y reemplazó la tubería en una longitud de 96 metros, la misma que se colocó sobre marcos H y de manera superficial (foto 47).

Tanques de almacenamiento

El tanque 4, de 500 m³ de capacidad, en la red de distribución a Esmeraldas, se encuentra cerca de un deslizamiento importante y el suelo sobre el que se asienta es coluvial. Sin embargo, no se vio afectado estructuralmente, pero está siendo amenazado por la erosión, ya que no existen las obras necesarias para encauzar las aguas pluviales. Esto ha ocasionado que la cabeza del deslizamiento se haya movido en dirección al tanque y que el terreno inestable se encuentre aproximadamente a 8 metros del mismo (foto 48). Transcurridos muchos meses después del fenómeno El Niño, las condiciones del sector no han variado, por lo cual el tanque se encuentra fuera de servicio.

En el tanque Barrio Chone, de 100 m³, existen problemas de deslizamiento similares a lo ocurrido en el tanque 4, pero este se encuentra en operación.

El tanque Aire Libre, de 2.500 m³ de capacidad, se encuentra con problemas de deslizamientos que comprometen su estructura. Actualmente se utiliza, pero trabaja parcialmente.

En el tanque de Tonsupa no hay evidencias de algún deslizamiento activo o potencial; de hecho, las laderas en las que se encuentra este tanque tienen poca pendiente. Sin embargo, podría haber algún problema estructural, ya que la cúpula superior se desajustó respecto a las paredes luego de que el tanque sufrió asentamientos diferenciales por

Foto: Ramón Macías



Foto 47. Tubería soldada y colocada sobre marcos H (Espaldón del Diablo, febrero de 2000).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 48. Terreno erosionado cerca del tanque 4. La tubería, que antes estaba enterrada, se observa expuesta (octubre de 1998).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 49. Tanque de Tonsura. Nótese a la derecha el desajuste de la cúpula del tanque (octubre de 1998).

expansión de arcillas en su base. En la foto 49 puede apreciarse que a la izquierda la cúpula calza perfectamente con la línea de la pared, mientras que al lado derecho hay una saliente de unos 10 cm.

El tanque de Atacames, de 2.500 m³ de capacidad, se encuentra amenazado por un deslizamiento que no se había detectado previamente. Hay evidencia clara de que se está gestando un deslizamiento que en este momento ya afectó la acera lateral del tanque y en poco tiempo comprometerá la estructura principal. El tanque se encuentra en la parte superior de una elevación que presenta pendientes bastante altas, constituida por materiales arcillosos en su mayoría de mala calidad.

En la foto 50 se muestran la grieta que aparece a un lado del tanque, la acera lateral rota y el sitio por el cual las aguas pluviales serían encauzadas hacia la grieta, favoreciendo el deslizamiento.

Por lo anterior, se recomienda reparar de manera urgente la acera y sellar la grieta con arcilla para evitar infiltraciones, construir una cuneta perimetral para evacuar las aguas superficiales e instalar un inclinómetro y un piezómetro para monitorear tanto la estabilidad del talud como el nivel de las aguas subterráneas.

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 51. Ladera sobre la cual se ubica el tanque de Atacames. Se observan la fuerte pendiente y los deslizamientos existentes. En la parte inferior se muestran las viviendas que se verían afectadas ante el riesgo de fallar la estructura (octubre de 1998).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 50. Tanque de Atacames. Es importante observar el desplazamiento vertical de la acera con respecto a la estructura del tanque. La destrucción de la cuneta y la grieta en el terreno son evidentes (octubre de 1998).

La situación puede ser muy seria porque en las faldas de esta elevación se encuentran ubicadas unas 11 viviendas que podrían resultar afectadas ante un eventual colapso del tanque y pondrían en peligro la vida de sus habitantes (foto 51).

Rehabilitación del sistema

Como ya se mencionó, las principales medidas de rehabilitación en las líneas de conducción a Esmeraldas y balnearios consistieron en colocar la tubería en forma superficial, sobre estructuras H y elementos de concreto que no restrinjan su movimiento, reemplazar las uniones mecánicas por soldaduras y aumentar el espesor de las tuberías de acero para que sean más resistentes a las cargas externas e instalar de manera provisional tuberías de PVC durante la emergencia.

En la conducción de agua potable entre Esmeraldas y el sector de Tacuza, Achilube y

Camarones, que va casi paralelo a la costa, ocurrieron grandes deslizamientos como consecuencia del fenómeno El Niño. Aquí se colocaron tuberías de PVC de 355 y 315 mm de diámetro.

En la conducción a Camarones hay algunos sectores como el que se muestra en la foto 52, donde no hay otra alternativa que pasar la tubería por la zona de arena de la playa. Si no hay otra solución, debe tenerse presente la necesidad de anclar adecuadamente los tubos para que si se encuentran vacíos y el agua de mar los alcanza, no vaya a levantarlos. Además, deben protegerse los empaques o gomas de caucho (elastómero) en la parte que quedará expuesta, con grasa o algún otro material permanente para evitar que sean afectados por el agua de mar.

El tramo entre Tacuza y Camarones presenta en la parte alta terreno inestable como producto de un deslizamiento. A media ladera se encuentra la carretera y la parte baja está constituida por material suelto previamente deslizado y que llega hasta el mar. Estudiando las diferentes alternativas para la ubicación de la tubería, se recomienda colocarla en el camino, previa coordinación con el Ministerio de Obras Públicas, ya que es preferible que le caiga material de la ladera y no que sea arrastrada por un nuevo deslizamiento o socavada por el mar. En este sitio es recomendable la instalación de un inclinómetro para monitorear la estabilidad del talud y tomar medidas preventivas si fuera el caso.

Foto: SSA, Empresa fiscalizadora F. Narváez y M. Correa



Foto 53. La imagen muestra la carretera por donde cruza la tubería y el peligro constante del mar (julio de 1999).

En las fotos 53 y 54 se muestra la zona de playa en Camarones, donde la tubería fue instalada en la zona de playa pero el agua de la marea la socavaba, por lo que se optó por instalarla en la zona alta.

En el tramo Camaro-Achilube se construyeron un desvío y un camino de acceso con el objeto de evitar zonas inestables. Hasta cierto punto, el camino permite el paso de vehículos (foto 55). Sin embargo, este camino no cuenta con cunetas ni alcantarillas y se encuentra en una zona de vegetación muy densa. Es probable que si no se construyen estas obras y no se les da un adecuado mantenimiento, el camino llegue a ser destruido por avenidas o invadido por la vegetación. En este caso, la tubería también sería

Foto: OPS, A. Rodriguez



Foto 52. Zona de la playa en la que se colocaría inicialmente la tubería (octubre de 1998).

Foto: SSA, Empresa fiscalizadora F. Narváez y M. Correa



Foto 54. Resaltado, el tramo por donde se cambió la ruta de la tubería para evitar que fuera socavada por la marea (julio de 1999).

Foto: SSA, Empresa fiscalizadora F. Narváez y M. Correa



Foto 55. Tramo por donde cruza la tubería (agosto de 1999).

Foto: OPS, A. Rodríguez



Foto 56. Tramo con alta pendiente y suelos inestables en la línea de conducción hacia Camarones-Achilube (octubre de 1998).

arrastrada y prácticamente no habría acceso para repararla, por lo que los costos económicos y sociales serían muy altos.

El último sector de este tramo se muestra en la foto 56 y tiene, además de los problemas mencionados anteriormente, una pendiente muy fuerte y señas de inestabilidad que pueden apreciarse con claridad. Cualquier rotura que se produzca en la línea provocará mayores destrozos, ya que el agua que escape de la tubería acelerará el proceso de erosión y deslizamiento.

En resumen, todo este tramo es altamente vulnerable, y es probable que tenga fallas continuas, las cuales no podrán ser fácilmente reparadas por no contar con un adecuado acceso.

De no poder definir un nuevo trazado para esta línea, se recomienda hacer obras de drenaje pluvial y subterráneo, muros para estabilizar taludes, sustituciones de material y caminos de acceso permanentes.

Aun así, deben esperarse fallas en la tubería, por lo que deberá contarse con los equipos y materiales necesarios para hacer reparaciones. En caso de que se mantenga este trazado, se recomienda instalar, además, varios inclinómetros que deberán ser periódicamente monitoreados y establecer un programa de inspecciones continuas, sobre todo en época lluviosa.

2.2.2 Alcantarillado sanitario y pluvial

El alcantarillado sanitario de la ciudad de Esmeraldas es administrado por la empresa de agua potable y alcantarillado San Mateo. Está compuesto por una red principal que cubre el casco central de la ciudad (15% aproximadamente) y sus aguas son colectadas en la estación de bombeo Las Palmas, ubicada en el sector del malecón Las Palmas. Desde esta estación las aguas negras son impulsadas al mar (600 metros). Durante el fenómeno El Niño la estación de bombeo sufrió daños por las inundaciones y deslaves ocasionados en la zona de Las Palmas.

El 60% de la población posee alcantarillado, pero no está incorporado al sistema en operación. Las aguas residuales se eliminan mediante colectores independientes y son vertidas directamente al río Esmeraldas en algunos casos; en otros, las aguas servidas están conectadas al alcantarillado pluvial.

Como consecuencia de las intensas lluvias en el periodo 1997-1998, Esmeraldas sufrió deslaves, inundaciones y desborde de ríos, lo que provocó el arrastre de sedimentos como producto de la erosión de la capa vegetal y la presencia de mantos de lodos, como se observa en la foto 57. Esto contribuyó a la destrucción de los sistemas de saneamiento existentes y al asolvamiento de las tuberías.

Foto: SSA, Empresa fiscalizadora F. Narváez y M. Correa



Foto 57. Sedimentos producidos por la erosión del suelo que ayudaron a destruir el sistema de alcantarillado (marzo de 1998).