

PROVINCIA DE ESMERALDAS

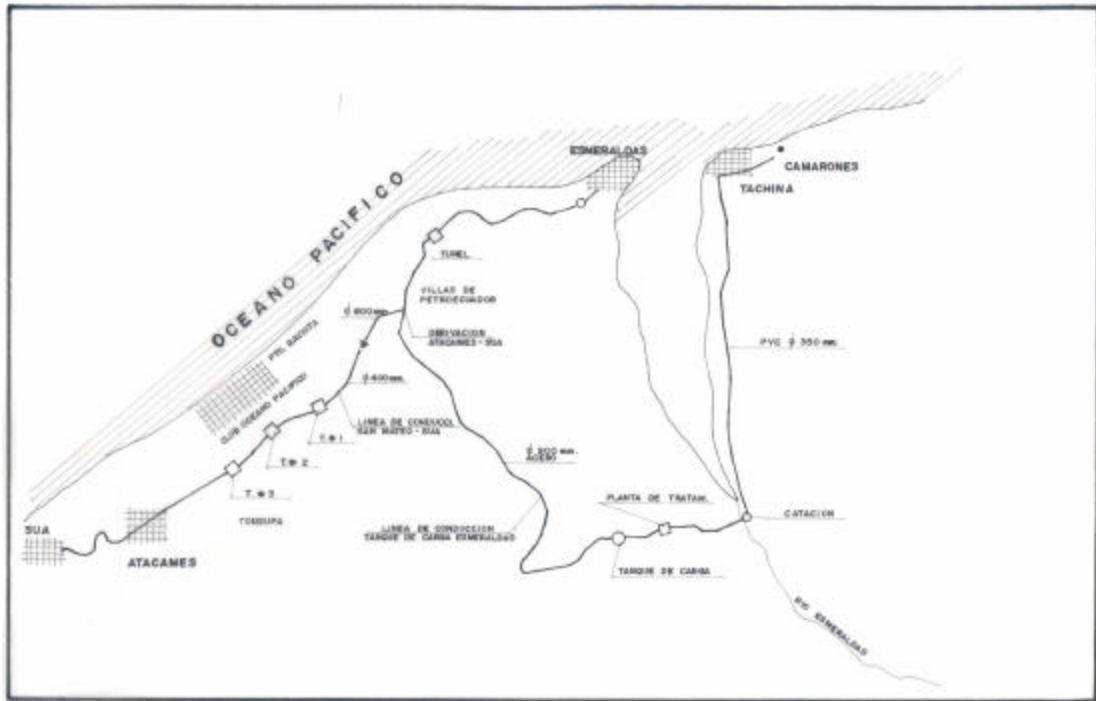
Esmeraldas

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 97-98, la ciudad y algunas zonas de la provincia de Esmeraldas sufrieron los efectos del evento en su infraestructura urbana, registrándose daños en: carreteras, oleoductos, viviendas y especialmente en el acueducto. Como objetivo de este trabajo se enfocarán los problemas presentados en infraestructura de agua potable y saneamiento.

1. SISTEMA DE AGUA POTABLE

1.1. 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, elevando el agua a la planta de tratamiento que se localiza 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 balnearios (Esquema 5).



Esquema 6: Sistema regional de agua potable Esmeraldas

En el sector denominado Villas de Petroecuador de la ciudad de Esmeraldas se localiza la derivación denominada Atacames - Súa, la tubería de derivación es 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, cruzando por las zonas denominadas Túnel #1, #2, y #3, Puerto Gaviota, Atacames y Súa.

Al momento del ENOS, se encontraba en construcción un nuevo sistema para abastecer a las localidades de Tacuza, San Mateo, Camarones y Tachina.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

En junio de 1987, las empresas INAM y OTECO elaboraron para la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (S.S.A) el informe “Estudios definitivos para el sistema de agua potable de Esmeraldas y su zona de influencia” donde 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 vea afectado, pese a las medidas consideradas durante la ocurrencia del ENOS se registraron numerosos daños principalmente en las líneas de conducción y los tanques de almacenamiento

Los daños en mención ha sido analizado en parte por la OPS a solicitud de la SSA-MIDUVI ; en Octubre de 1998 se realizó la evaluación de los daños en las líneas de conducción de agua potable²³, en el documento que se elaboró 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.

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 los mismos, la tubería se deformó como se puede observar en las fotos 36.

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



Fotos 36. Tubería de acero de 600 mm. colocada sobre la superficie del suelo, se observa el estado de deformación y oxidación. Sector: Villas de Petroecuador, derivación 900-600 mm. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón .

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 que se deslicen antes de que lleguen a tocar la tubería. (foto 37)



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. Sector: Winchele. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

En el sector Villas de Petroecuador, la tubería se deformó por los constantes deslizamientos y el terreno sobre la 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.



Foto 38. Tramo que corre el riesgo que fallar en la línea de conducción a Esmeraldas. Sector: Villas de Petro Ecuador, derivación 900-600 mm. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

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

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



Foto 39. Cruce de quebrada “La Batea”. La tubería que estaba enterrada se encontraba expuesta y desprotegida. Sector: carretera a Esmeraldas Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

En el segundo cruce de quebrada en La Batea, la socavación produjo la destrucción de un bloque de anclaje (foto 40), poniendo 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.



Foto 40. Segundo cruce de quebrada en “La Batea”, en este sitio el bloque de anclaje fue destruido. Sector: carretera a Esmeraldas. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

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 se reemplazó en una longitud de 304 metros (400 mm de diámetro) y se la colocó sobre el terreno, las uniones mecánicas fueron reemplazadas por soldadura.



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. Sector: “Canta Rana”. Febrero 2000. Fuente: OPS, Rodríguez, A

En el tramo “La costilla del diablo”, al igual que el anterior caso, los deslizamientos y 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 42. Tubería recuperada y soldada, se observa el anclaje y tubería destruida. Sector: "Costilla del diablo". Febrero 2000. Fuente: Macías, Ramón.



Foto 43 Cámara de válvula de aire que es 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 deslizaves. Sector: "Costilla del diablo". Febrero 2000. Fuente: Macías, Ramón.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN A ATACAMES

En la entrada al túnel 1 la tubería de 400 mm. de diámetro de se vio afectada por que se encontraba entre dos deslizamientos, uno a la izquierda y el otro a la derecha de la tubería, 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 de tubería no surtió efecto por cuanto el terreno seguía cediendo por las fuertes lluvias; por lo que se acogió la solución planteada por la empresa constructora de colocar la tubería en forma superficial sobre estructuras "H" y elementos de concreto que no restrinjan 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.

Así mismo, 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.

En la foto 44, se muestra la salida del túnel 1, donde 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 remplazado fue de 443 metros en tubería 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 y que sería recomendable eliminar para aumentar la estabilidad del suelo.



Foto 44. Salida del túnel # 1 cuando se estaba reparando la línea. Sector: Túnel #1. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.



Foto 45. Tubería recuperada, la misma que ha sido desplazada por deslizamientos. Sector: Túnel #1 y Túnel #2. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A

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. Dado el enorme tamaño de este deslizamiento, que abarcaba toda el área alrededor, no era factible económicamente tratar de detenerlo o repararlo, ni tampoco buscar otro trazado para la tubería porque es una zona muy extensa la que tiene este problema. Los problemas se solucionaron temporalmente colocando la tubería superficialmente sobre marcos H, el tramo cambiado fue de aproximadamente 150 metros de tubería de 400 mm de diámetro.



Fotos 46. Tubería de acero desplazada y deformada por un deslizamiento en la conducción a Atacames, entre el Espaldón del diablo y el túnel # 3. Sector: Espaldón del diablo y el túnel # 3. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A

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 superficialmente. (foto 47)



Fotos 47. Tubería soldada y colocada sobre marcos H. Sector: Espaldón del diablo. Febrero2000. Fuente: Macias, Ramón

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El tanque No. 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 el terreno inestable se encuentra aproximadamente a 8 metros del mismo (foto 48). Transcurridos muchos meses después del ENOS, las condiciones del sector no han variado por lo cual el tanque se encuentra fuera de servicio por los deslizamientos presentados.



Foto 48. Terreno erosionado cerca del tanque #4, y la tubería que antes estaba enterrada, y ahora expuesta. Sector: ciudad de Esmeraldas. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

En el tanque “Barrio Chone” de 100m^3 existen problemas de deslizamiento similares a lo ocurrido al tanque No 4, pero este se encuentra en operación.

El tanque “Aire Libre” de 2.500 m^3 de capacidad se encuentra con problemas de deslizamientos que comprometen su estructura, al momento se utiliza pero se lo hace trabajar parcialmente.

En el tanque de Tonsupa, no hay evidencias de que haya algún deslizamiento activo o potencial, y 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 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 del lado derecho hay un saliente que es de unos 10 cm.



Foto 49. Tanque de Tonsura. Nótese a la derecha el desajuste de la cúpula del tanque. Sector: Tanque de reserva de Tonsura. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A

En el tanque de “Atacames” de $2,500\text{ m}^3$ de capacidad, se encuentra amenazada 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 y que está constituida por materiales arcillosos de mala calidad en su mayoría.

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



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. Sector: Tanque de reserva de Atacames. Octubre 1998. Fuente: OPS Rodríguez, A

Por lo anterior se recomienda reparar urgentemente 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.

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, poniendo en peligro la vida de sus habitantes (foto 51).



Foto 51. Ladera sobre la cual se ubica el tanque de Atacames, se observa la fuerte pendiente y los deslizamientos existentes. En la parte inferior se muestran las viviendas que se afectarían ante el riesgo de fallar la estructura. Sector: Tanque de reserva de Atacames. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A

1.3. REHABILITACIÓN DEL SISTEMA

Como ya se menciona 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 soldadura y aumentar el espesor de las tuberías de acero para que

sea más resistente a las cargas externas; como también la instalación provisional de 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 colocó 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. Aunque esto no es lo más conveniente y si no hay otra solución debe tenerse presente 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 quedara expuesta, con grasa o algún otro material permanente para evitar que sean afectados por el agua de mar.



Foto 52. Zona de la playa en la que se colocaría inicialmente la tubería.. Sistema de Esmeraldas - línea de conducción a Camarones. Sector: línea en construcción. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A .

En el tramo entre Tacuza y Camarones, se presenta en la parte alta terreno inestable producto de un deslizamiento. A media ladera se encuentra la carretera y la parte baja esta 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 MOP, 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.

En las foto 53 y 54, se muestra la zona de playa y 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 por la zona alta



Foto 53. En la foto se muestra la carretera por donde cruza la tubería y el peligro constante del mar.. Sistema de Esmeraldas - línea de conducción a Camarones. Sector: línea en construcción. Tacuza-camarones, zona del ramal norte. Julio 1999. Fuente: SSA. Empresa fiscalizadora Narváez F. y Correa, M.



Foto 54. En la foto se señala el lugar por donde se cambió la ruta de la tubería para evitar que sea socavada por la marea.. Sistema de Esmeraldas - línea de conducción a Camarones. Sector: línea en construcción. Tacuza-camarones, zona de la playa. Julio 1999. Fuente: SSA. Empresa fiscalizadora Narváez F. y Correa, M.

En el tramo Camaro – Achilube se construyó 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 sería también arrastrada y prácticamente no habría acceso para repararla, por lo que los costos económicos y sociales serían muy altos.



Foto 55. Tramo por donde cruza la tubería.. Sistema de Esmeraldas - línea de conducción a Camarones. Sector: línea en construcción Camarones - Achilube. Agosto 1999. Fuente: SSA. Empresa fiscalizadora Narváez F. y Correa, M.

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 señaladas de inestabilidad que pueden apreciarse claramente. Cabe anotar que 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.



Foto 56 .Tramo con alta pendiente y suelos inestables en la línea de conducción hacia Camarones- Achilube. Sistema de Esmeraldas - línea de conducción a Camarones Achilube. Sector: línea en construcción Camaron es- Achilube. Octubre 1998. Fuente: OPS, Rodríguez, A.

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

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

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”. El mismo esta 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”, la que se ubica en el sector del malecón Las Palmas desde esta estación las aguas negras son impulsadas al mar (600 metros) . En el ENOS 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 esta incorporado al sistema en operación, y su eliminación de aguas residuales las eliminan por colectores independientes que son vertidos directamente al río Esmeraldas en unos casos, y en otros casos, están conectados las aguas servidas al alcantarillado pluvial .

Como consecuencia de las intensas lluvias en el período 97 – 98, Esmeraldas sufrió deslaves, inundaciones y desborde de ríos, lo que provocó el arrastre de sedimentos como producto de la erosión de la capa vegetal, presencia de mantos de lodos como se observa en foto 57, lo que ayudó a destruir los sistemas de saneamiento existentes asolvando las tuberías.



Foto 57. Se observa los sedimentos productos de la erosión del suelo que ayudo a destruir el sistema de alcantarillado. Sector : Esmeraldas- barrio CODESA. Marzo 1998. Fuente: SSA, empresa fiscalizadora. Narváez, F., y Correa, M.