

Otra de las afectaciones por la actividad volcánica es el colapso de los sistemas de bombeo debido al desgaste por abrasión que produce la ceniza al contacto con los impulsores de la bomba, y la obstrucción de los filtros de las plantas de tratamiento, principalmente cuando la captación es de tipo superficial, ya que la ceniza volcánica ubicada en las cuencas altas de los ríos es arrastrada por el agua lluvia hacia los cursos de agua, de tal manera que las condiciones físico químico del agua cambian, especialmente la turbiedad que aumenta notablemente, llegando a valores de hasta 8.000 UNT, lo cual supera la capacidad de tratabilidad de la planta.

En estos casos es importante realizar una evaluación del sistema a bombeo y de las unidades directamente afectadas de la planta de tratamiento, y considerar la posibilidad de suspender temporalmente el funcionamiento de la planta, y a su vez utilizar algún sistema de abastecimiento alternativo previsto para estos casos.

- Como actividad de rehabilitación y con el fin de asegurar la hermeticidad, en caso de encontrarse **fisuras en tanques de reserva** debido a factores externos, colocar material impermeable con el fin de evitar se amplíen las fisuras y provoquen mas daños a la estructura.
- **Proteger las cámaras de válvulas** contra deslizamientos y escurrimientos superficiales y los puntos de descarga de los drenes correspondientes.
- **Contar con un sistema alterno para dar servicio mínimo de agua a la población.** Ejemplo: disponer de un bypass, distribuir agua cruda y realizar la desinfección a nivel domiciliario, para lo cual se contará con una unidad de producción de cloro con fuente fotovoltaica. Informar a la población que el agua es cruda
- **Disponer del Manual de Operación y Mantenimiento y Plan de Mitigación y Emergencia Simplificado,** orientado a los operadores, personal administrativo y directivos del sistema de agua.



Foto 16. Rio Cristal con bancos de ceniza, afluente del rio Blanco



Foto 17. Rio Blanco – Fuente del sistema de AP de Quinindé – Fuente MIDUVI



Foto 18. Planta de tratamiento de Quinindé Fuente MIDUVI

Reducción de la vulnerabilidad en tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento por lo general presentan vulnerabilidad a impactos por deslizamientos, asentamientos, inundaciones y sismos, por lo que se sugiere tomar en cuenta los siguientes criterios para la reducción de la vulnerabilidad.

a) Para el diseño

- **Tanques de almacenamiento vulnerables a deslizamientos.-** Para el diseño se sugiere considerar el estudio geotécnico del sitio donde se emplaza el tanque, adicionalmente se investigará los impactos históricos en la zona por efecto de los desastres naturales y antrópicos, se identificará los niveles de máxima crecida si es el caso, y se tomarán las acciones correspondientes para disminuir la vulnerabilidad de la unidad. De la experiencia que se tiene en el Ecuador, estas unidades tienen una alta vulnerabilidad a los deslizamientos y asentamientos, y los trabajos efectuados para reducir las mismas han sido principalmente orientados a la instalación de un adecuado sistema de drenaje del entorno del tanque, principalmente la ubicación de cunetas de coronación para desviar el agua de los escurrimientos superficiales, y el relleno de grietas con material.

- Se recomienda implementar taludes con terraza para la protección de tanques de almacenamiento y demás componentes del sistema de agua potable, ubicados en laderas.
- Considerar la posibilidad de diseñar tanques en donde prevalezca el área superficial sobre la altura, conservando su capacidad de almacenamiento, a fin de disminuir su vulnerabilidad.
- Tomar en cuenta las obras de drenaje y subdrenaje de la cimentación en los tanques.
- El desagüe del drenaje, subdrenaje, y rebosamientos se sugiere localizarlos en sitios donde no generen riesgos de inestabilidad de las estructuras de la planta.
- Ubicar los tanques de almacenamiento fuera del área de afectación de la crecida máxima de los ríos.
- Los tanques de almacenamiento, deben ubicarse en sitios donde, en caso de falla estructural y colapso no provoquen un riesgo a la población.

- **Tecnologías alternativas para tanques de almacenamiento vulnerables a sismos.-** Se sugiere emplear tecnología alternativa para el diseño de los tanques de almacenamiento ubicados en zonas de alto riesgo sísmico, como por ejemplo la tecnología del ferro cemento.

b) Para sistemas existentes

Tomar en cuenta las recomendaciones sugeridas en el diseño y las que se cita a continuación:

- **Tanques de almacenamiento con vulnerabilidad a deslizamientos.-** En sistemas de agua potable, es importante realizar un estudio geotécnico del sitio donde se emplaza el tanque, adicionalmente se investigará los impactos históricos en la zona por efecto de los desastres naturales y antrópicos, y se identificará los niveles de máxima crecida si es el caso; a posteriori se tomarán las acciones correspondientes para disminuir la vulnerabilidad de la unidad. De la experiencia en el Ecuador, estas unidades tienen una alta vulnerabilidad a los deslizamientos, y los trabajos efectuados para reducir la misma han sido principalmente orientados a la instalación de un adecuado sistema de drenaje del entorno del tanque, principalmente la ubicación de cunetas de coronación para desviar el agua de los escurrimientos superficiales.



Foto 16. Tanque de reserva sin protección
Fuente MIDUVI

Es necesario proteger la zona de emplazamiento del tanque mediante drenes, cunetas de coronación, obras en cámaras de válvulas y accesorios para prevenir daños en la operación del tanque.

- Usualmente se presentan ***grietas en el terreno de fundación y del entorno*** al tanque cuando el suelo es inestable, por lo que se recomienda rellenar estas grietas mediante algún tipo de producto impermeable, como la arcilla, a fin de evitar la entrada de agua y mitigar el desarrollo del deslizamiento.
- Es importante también ***proteger los puntos de descarga del tanque y su área circundante*** para evitar la erosión del suelo y el posible deslizamiento que pondría en riesgo de colapso a la estructura.
- ***Tanques de almacenamiento vulnerables a sismos.-*** Como actividad de rehabilitación y con el fin de asegurar la integridad del tanque, en caso de encontrarse fisuras debido a los factores externos, hay que colocar mortero con aditivo impermeabilizante en las fisuras encontradas y someterlas a un proceso de evaluación del funcionamiento del tanque.
- Se recomienda mejorar el diseño de las tapas de visita y de los elementos de ventilación evitando el ingreso de ceniza y polvo.

Reducción de la vulnerabilidad de las líneas de distribución

Al igual que en las otras unidades, en las redes de distribución deberán tomarse en cuenta los mismos criterios técnicos ya mencionados para las líneas de conducción y los que a continuación se presentan.

- Para evitar la posible contaminación del agua por efecto del colapso de tuberías de alcantarillado es necesario diseñar las líneas de distribución tomando en cuenta el uso de juntas y materiales adecuados en las tuberías, a fin de lograr hermeticidad en las mismas.
- Deberán ser lo suficientemente resistentes al movimiento oscilatorio de un sismo o un deslizamiento de tierras mediante el debido reforzamiento de los elementos que la conforman, adicionalmente deberán ser totalmente herméticas y estar separadas de ríos u otros focos de posible contaminación.
- En ocasiones es necesario la instalación de redes de distribución de manera aérea para evitar el colapso de la tubería debido a hundimientos permanentes. Para mitigar el impacto que puede ocasionarse en las tuberías expuestas se sugiere tener en stock materiales y accesorios para el reemplazo inmediato del tramo afectado.
- ***Contaminación de la red de agua por colapso de la red de alcantarillado.-*** Se considerarán los criterios técnicos para reducir la vulnerabilidad ante la contaminación por afectaciones en la red de alcantarillado, por lo que se sugiere considerar la reubicación de los tramos con mayor vulnerabilidad a la contaminación por ruptura de las redes de alcantarillado, y conseguir la hermeticidad correspondiente con el uso de uniones y materiales adecuados para el efecto.