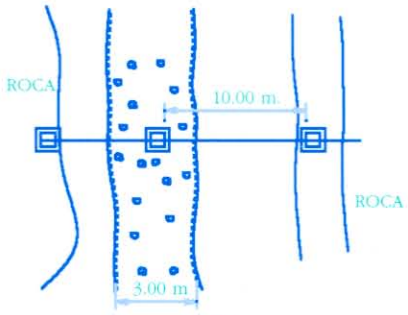
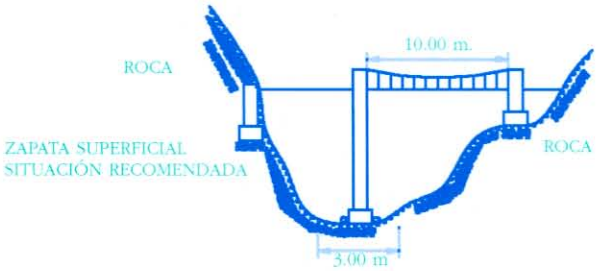
- Analizar la posibilidad de reubicar el paso elevado
- Analizar la posibilidad de reubicar la cimentación fuera del cauce de la quebrada
- Modificar la sección de la columna capaz de minimizar el impacto, lo cual se puede lograr con una sección triangular con el vértice apuntando a la corriente de agua.

CASO PASO ELEVADO CON ZAPATA
SUPERFICIAL EN EL CAUCE DE LA QUEBRADA



PLANTA



CORTE

PROBLEMA DE UBICACIÓN

Medida:
- Reubicar la cimentación fuera del cauce de la quebrada.

Fig. 8 – Fuente: EPN

• ***Tubería de conducción en zonas de deslizamientos activos.-*** Este es un caso muy frecuente en los sistemas de agua, donde las tuberías de conducción enterradas o expuestas pasan a través de zonas de deslizamientos potenciales, para lo cual se recomienda instalar anclajes en zonas firmes, capaz de que sirvan de bases para soportar la tubería a través de tensores o cables de acero. Además se recomienda los ajustes correspondientes en los acoples de la tubería capaz de que no fallen el momento del deslizamiento.

• En ***zonas inundables,*** previo estudios de suelos, se podrá usar tubería de polietileno de alta densidad (HPDE), anclada suficientemente para evitar fugas por fisuras en la conducción.

• Instalar marcos H en laderas para permitir ***desplazamientos controlados de la tubería,*** en casos de sismos o deslizamientos de tierra.

• ***Desviar las aguas de los escurrimientos superficiales*** mediante la construcción de cunetas de coronación apropiadas en las zonas altas.

• En el diseño hay que considerar que las unidades de control y accesorios tengan facilidades de operación y mantenimiento.

b) Para sistemas existentes

• ***Afectación por inundaciones en la planta de tratamiento.-*** Una gran parte de los sistemas de agua potable son afectadas principalmente por las inundaciones, generándose daños que en algunos casos son irreversibles, principalmente en los equipos de bombeo; por ello es conveniente analizar la posibilidad de aumentar el nivel de ubicación de los equipos de bombeo; analizar la factibilidad de instalar alarmas con sensores de nivel y señalización adecuada para proteger la planta de tratamiento, también es importante considerar la posibilidad de construcción de un muro perimetral con rampas de acceso, cuya cimentación y altura de seguridad estará en función del máximo nivel histórico de inundación.

• ***Afectación por deslizamientos en la planta de tratamiento.-*** Si la planta de tratamiento se sitúa en zonas bajas o al pie de laderas, el sitio deberá contar con un sistema de drenaje del entorno, en el que se considerarán canales de evacuación cuya área hidráulica sea diseñada con periodos de retorno lo suficientemente adecuados; se propone se tome como base un período de retorno de 50 años, a fin de proteger las estructuras de la planta, reducir riesgos por deslizamientos y evitar la posible contaminación del agua.

En caso de que los deslizamientos sean inminentes, se realizará un estudio geotécnico y se propondrá las respectivas medidas de mitigación, como la implementación de muros de sostenimiento, forestación de laderas, reforzamiento de las estructuras existentes, entre otras.

• ***Afectación por la actividad volcánica en la planta de tratamiento.-*** Para evitar la contaminación del agua al contacto con los productos volcánicos, es necesario adoptar medidas de mitigación y protección de las unidades expuestas principalmente a la ceniza volcánica, para ello es necesario cubrir las unidades expuestas mediante plásticos especiales, con un mínimo de espesor de 8 micras, los mismos que comúnmente se los utiliza en los invernaderos, capaz de que resistan el embate del viento, el peso del agua y de la ceniza. Otro de los elementos que pueden ser utilizados para cubrir las unidades, principalmente cuando exista una gran influencia del viento en la zona, es el zinc o láminas de fibrocemento, colocadas sobre una estructura de madera o metálica.

En los dos casos es importante considerar una pendiente mínima de la cubierta a fin de reducir al mínimo la ruptura de la estructura por efecto del viento, agua y ceniza, y dejar los espacios necesarios para el acceso del operador para que realice las funciones correspondientes de operación y mantenimiento.

Adicionalmente se analizará la posibilidad de suspender el funcionamiento de la planta de tratamiento o unidad expuesta a la ceniza volcánica; sin embargo a fin de mantener el servicio a la población se recomienda implementar un bypass en la o las unidades expuestas de la planta de tratamiento, a fin de que se brinde el servicio de una manera provisional cuando suceda la emergencia.

• ***Levantamiento topográfico y catastral del terreno disponible,*** incluyendo caminos de acceso, infraestructura sanitaria cercana, ingreso previsto de la línea de conducción de agua, facilidades para desagües de aguas lluvias, cuerpos receptores cercanos, localización de postes de energía eléctrica próximos, y otros datos considerados de interés por el diseñador.

• ***Estudios geológicos, geotécnicos y de suelos*** que describan la naturaleza del suelo y su estabilidad, determinen el nivel freático y el nivel máximo de inundación del terreno, y permitan realizar diseños estructurales que garanticen la seguridad de las obras. En el caso de que el sitio esté localizado en una zona sísmica, este estudio debe estimar el riesgo y la intensidad del sismo esperado, para definir los requerimientos de las fundaciones (cimentaciones).

• ***Definición de las condiciones climáticas de la zona,*** particularmente se investigará la temporada lluviosa en el año, las variaciones de temperatura ambiental, y las direcciones y efectos predominantes de los vientos.

• ***El sitio de implantación de la planta de tratamiento*** debe disponer de fácil acceso en cualquier época del año y ante la ocurrencia de cualquier evento adverso.

• ***En el caso de que la planta de tratamiento se ubique cerca de un río*** debe estar sobre el nivel de crecientes máximas, ubicada a una distancia segura adecuada y tomando en cuenta las recomendaciones del estudio morfológico del río.

• Preferentemente se debe contar con ***abastecimiento de energía eléctrica y facilidades para la evacuación de aguas del proceso de tratamiento y eliminación de lodos.***

• Debe tener características de ***estabilidad y facilidades constructivas,*** tales como: accesos, muros de protección, cunetas de coronación, drenajes, protección de taludes, cerramientos, etc.

• ***Tener área suficiente*** para la implantación de la planta de tratamiento y estructuras complementarias y permitir ampliaciones futuras. La casa del operador-guardián y la zona prevista para la disposición de lodos pueden ubicarse en terrenos diferentes pero seguros, cercanos a la planta.

• ***En zonas de riesgo sísmico*** se debe realizar el diseño antisísmico de las estructuras, basado en las normas de diseño sismorresistente (Código Ecuatoriano de la Construcción), con un grado de daño mínimo en el nivel de servicio, que sería aceptable después de un terremoto.

• Proponer diseños de plantas de tratamiento utilizando otras ***tecnologías alternativas antisísmicas, de bajo costo,*** como es el caso del ferro cemento.

Foto 14. Planta de tratamiento de ferro cemento
Fuente: MIDUVI

• ***Los diseños eléctricos*** deben satisfacer los códigos nacionales (Código Eléctrico Nacional, NEC) y las regulaciones locales existentes y todos los sistemas deben ser protegidos contra rayos y descargas eléctricas, siendo recomendable que el sistema tenga conexión a tierra. Es importante que haya más de una conexión de ingreso a la planta y se debe considerar la posibilidad de instalar un grupo electrógeno para emergencias. Donde sea factible, contemplar en el diseño el servicio telefónico y un sistema de intercomunicación entre las distintas estructuras de la planta.

• ***El plan de prevención en una planta de tratamiento*** debe contemplar acciones que mitiguen la erosión, acarreo de materiales por viento o escorrentía, derrame de productos químicos durante el transporte, manipuleo y aplicación, generación de contaminantes gaseosos y malos olores, efecto de la descarga de lodos y desechos líquidos.

• Es imprescindible adoptar ***medidas de seguridad para la protección del personal de la planta en su trabajo diario,*** como para la protección contra actos de vandalismo y sabotaje, como son el cerramiento del área, la iluminación interior y exterior, el control de ingreso, entre otras.

• ***Afectación por inundaciones en la planta de tratamiento.-*** En el diseño es conveniente ubicar la planta de tratamiento en terrenos elevados, o a su vez sobre un terraplén adecuado, cuya cota superior, deberá estar por lo menos 30 cm sobre la cota de creciente histórica máxima registrada en por lo menos 50 años.

• ***Afectación por deslizamientos en la planta de tratamiento.-*** Si la planta de tratamiento se sitúa en zonas bajas o al pie de laderas, el sitio deberá contar con un sistema de drenaje del entorno, en el que se considerarán canales de evacuación cuya área hidráulica sea diseñada con periodos de retorno lo suficientemente adecuados; se propone se tome como base un período de retorno de 50 años, a fin de proteger las estructuras de la planta, reducir riesgos por deslizamientos y evitar la posible contaminación del agua.

• ***Afectación por la actividad volcánica en la planta de tratamiento.-*** Para evitar la contaminación del agua al contacto con los productos volcánicos, es necesario adoptar medidas de mitigación y protección de las unidades expuestas principalmente a la ceniza volcánica, para ello es necesario cubrir las unidades expuestas mediante cubiertas de fibrocemento colocadas sobre una estructura de madera o metálica capaz de que resistan el embate del viento, el peso del agua y de la ceniza, así como su poder oxidante. Para cualquiera de los dos casos es importante considerar una pendiente mínima de la cubierta a fin de reducir al mínimo la ruptura de la estructura por efecto del viento, agua y ceniza, y dejando los espacios necesarios para el acceso del operador, a fin de que realice las funciones correspondientes de operación y mantenimiento.

Adicionalmente se analizará la posibilidad de suspender el funcionamiento de la planta de tratamiento o unidad expuesta a la ceniza volcánica, mientras dure la caída de ceniza; sin embargo para mantener la continuidad del servicio a la población se recomienda implementar un bypass en la o las unidades expuestas de la planta de tratamiento, a fin de que se brinde el servicio de una manera provisional cuando suceda la emergencia.

Foto 15: Planta de tratamiento protegida por caída de ceniza - Fuente: MIDUVI

• ***Si la planta se sitúa en un valle,*** el sitio deberá contar con un sistema de drenaje lo suficientemente adecuado que la protegerá de inundaciones, reducirá riesgos por deslizamientos e impedirá la contaminación del agua a tratarse.

• Elevar las cotas de las estructuras de protección (coronas) en relación al máximo nivel conocido de aguas de lagos, lagunas o corriente fluvial.