GOBIERNO REGIONAL CUSCO

2

Vivienda
Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Cusco

GUÍA DE MITIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO RURAL

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE

care

SANBASUR
Saneamiento Ambiental Básico en la Sierra Sur

GUÍA DE MITIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO RURAL

Esta es una publicación del Gobierno Regional del Cusco, la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, gracias al apoyo técnico y financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE, a través del Proyecto de Saneamiento Ambiental Básico en la Sierra Sur - SANBASUR:

COSUDE: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
Philippe Zahner, Director Residente
Sebastián Eugster, Director Adjunto de Ayuda Humanitaria
Cesarina Quintana, Oficial Nacional de Programa
Angel Chávez, Oficial Nacional de Programa Ayuda Humanitaria
Av. Salaverry 3242, San Isidro - Lima, Perú.

Gobierno Regional del Cusco
Jorge Acurio, Presidente Regional
Darío Mogrovejo, Director Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Florencio Cáceres, Director de Saneamiento
Av. Micaela Bastidas N° 480, Wanchaq - Cusco, Perú.

CARE Perú
Milo Stanojevich, Director Nacional
Lourdes Mindreau, Coordinadora de Gestión Integrada de Recursos Hídricos.
Lucy Harman, Coordinadora de Emergencias y Gestión del Riesgo
Av. Santa Cruz 659, Jesús María - Lima, Perú.

Proyecto SANBASUR
Ediltrudis León, Coordinadora de Proyecto
Jorge Loayza, Nancy Málaga, Juan Pablo Giraldo
Av. Micaela Bastidas N° 480, Wanchaq - Cusco, Perú

Equipo técnico responsable
Herberth Pacheco, Responsable de las Herramientas en Gestión del Riesgo (SANBASUR)
Roberto Méndez, Asesor Regional en Reducción de Riesgos de Desastres (COSUDE).

Carlos Loayza, Consultor
Dibujos, diseño y diagramación: Alex Torres del Carpio
Primera Edición.
Impresión : Editorial Imprenta LUCERO S.A.C
Calle Ruinas 435 Cusco.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011 - 09073
Fecha: Julio 2011.

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido del presente documento, siempre que se cite la fuente.

GUÍA DE MITIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO RURAL

ÍNDICE

MODULO I: ASPECTOS GENERALES **05**

1.1 Introducción 05
1.2 Objetivo 06
1.3 Ámbito de aplicación 06

MODULO II : TIPOS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE **07**

2.1 Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento 07
2.1.1 Componentes del sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento 07
2.2 Sistema de agua potable por gravedad con tratamiento 08
2.2.1 Componentes del sistema de agua potable por gravedad con tratamiento 09
2.3 Sistema de agua potable por bombeo sin tratamiento 10
2.3.1 Componentes del sistema de agua potable por bombeo sin tratamiento 10

MODULO III : TIPOS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO **11**

3.1 Sistema de alcantarillado con red colectora y planta de tratamiento de aguas residuales 11
3.1.1 Componentes del sistema de alcantarillado con red colectora y planta de tratamiento de aguas residuales 11
3.2 Letrinas de pozo seco 13
3.2.1 Componentes de las letrinas de pozo seco 13
3.3 Baño de arrastre hidráulico 13
3.3.1 Componentes de los baños de arrastre hidráulico 13
3.4 Baños secos ecológicos 14
3.4.1 Componentes de los baños secos ecológicos 14

MODULO VI : MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO **15**

4.1 Principales amenazas y medidas de mitigación 15
4.1.1 En captaciones de manantes, captaciones superficiales (ríos, lagos, lagunas), pozos, galerías filtrantes 15
4.1.2 En cámaras de reunión, distribuidora de caudales, rompe presiones, válvulas de aire de purga 20
4.1.3 En pre filtros y filtros lentos 23
4.1.4 En tanques cisterna y casetas de bombeo 25
4.1.5 En reservorios 27
4.1.6 En líneas de conducción y redes de distribución 31
4.1.7 En pases aéreos 36
4.1.8 En redes colectoras, emisor y efluentes, buzones, cámara de rejas, lagunas de estabilización y tanques sépticos 39
4.1.9 En pozos percoladores y zanjas de absorción 42
4.1.10 En sistemas de eliminación de excretas in situ 43
4.2 Mitigación en el componente social 44
4.2.1 Organización antes, durante y después de los desastres naturales en los sistemas de agua saneamiento 44
4.2.2 Acciones necesarias a incorporar en el componente social 46

GLOSARIO DE TÉRMINOS **47**

REFERENCIAS **51**

Abastecimiento de agua en un campamento de Huacarpay - Quispicanchi - Cusco
Marzo 2010

MODULO I

ASPECTOS GENERALES

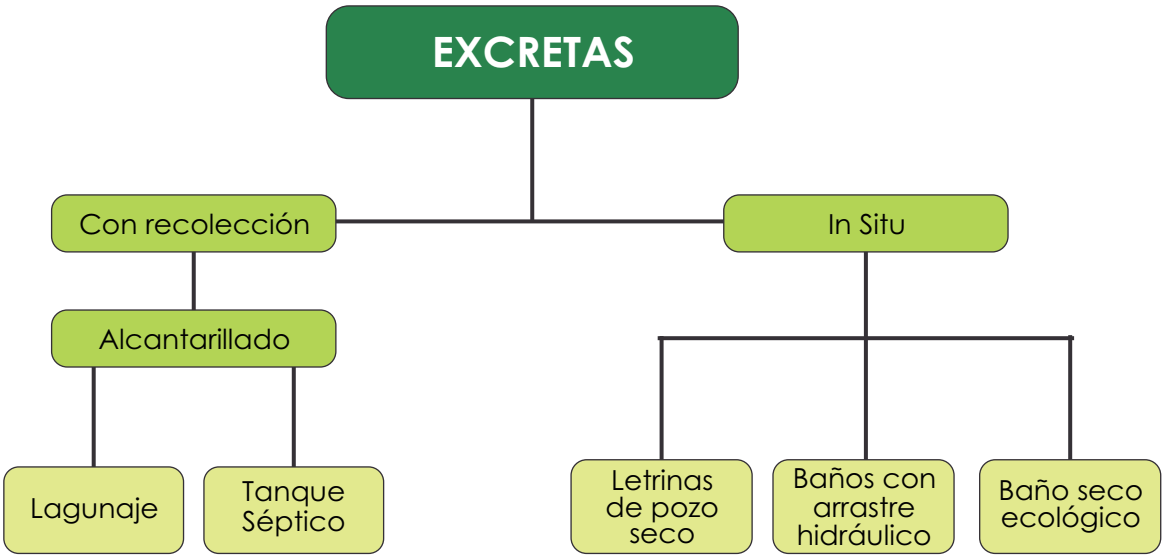
1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han presentado fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, terremotos causando daños y afectando las instalaciones de los servicios básicos de agua y saneamiento principalmente en las zonas rurales, influyendo notoriamente en la calidad de vida de la población afectada.

Los daños producidos por estos fenómenos son recurrentes pudiendo ser predecibles, por lo tanto se debe buscar reducir las vulnerabilidades que se generan ante estas amenazas en los sistemas de saneamiento ambiental básico rural del país. Los efectos que se presentan, son tan negativos, que pueden producir rotura en las tuberías de conducción y distribución, contaminación de los manantiales así como pueden ser afectadas las plantas de tratamiento. Los procesos de prevención y reducción de estas vulnerabilidades son de importancia y deben incorporarse durante el ciclo de los proyectos, dado que es más económico implementar medidas de prevención y mitigación, que invertir en las tareas de rehabilitación después de los desastres.

La presente guía ha sido elaborada recogiendo y sistematizando la experiencia de trabajo en la implementación de sistemas de agua y saneamiento de la Región Cusco y recopilando experiencias en el ámbito nacional, cuyas recomendaciones en muchos casos son producto de experiencias en el terreno.

Los sistemas de saneamiento ambiental rural más representativos en la sierra sur y ceja de selva se pueden agrupar de la siguiente manera:



En la presente guía se han identificado los problemas e impactos, en los sistemas antes mencionados, ante la presencia de las principales amenazas o peligros naturales en este ámbito geográfico, planteándose medidas de prevención y/o mitigación para reducir las vulnerabilidades que causan los daños en los diferentes componentes. Por lo tanto está orientado al uso de los profesionales, técnicos, personal encargado de la operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento ambiental básico en las zonas rurales y también servirá de material de referencia para la formulación y diseño de nuevos proyectos en agua y saneamiento rural.

1.2 OBJETIVO

La guía tiene por objetivo ayudar a disminuir los riesgos a los que se encuentran expuestos los sistemas de agua potable y saneamiento, estableciendo las medidas de prevención y mitigación, más apropiadas al contexto, propiciando una mejor reducción del riesgo.

1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Guía servirá de referencia para los proyectos de saneamiento ambiental básico rural que se formulen, ejecuten y operen en la sierra sur y ceja de selva del país.

MODULO II

TIPOS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

Es el sistema que aprovecha las presiones generadas por la diferencia de niveles desde la captación hasta el reservorio y la red de distribución y no necesita una planta de tratamiento. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua en virtud de su altura. La fuente de agua para el abastecimiento es subterránea.

2.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO.

Los componentes principales para este tipo de sistema son los siguientes:

Captación de manante.- Es la estructura construida para captar las aguas que afloran en el manante.

Línea de conducción.- Es la tubería que conduce el agua desde la captación hasta el reservorio.

Reservorio apoyado.- Es la estructura donde se almacena el agua captada y además sirve para la regulación del caudal, así como para el clorado del agua.

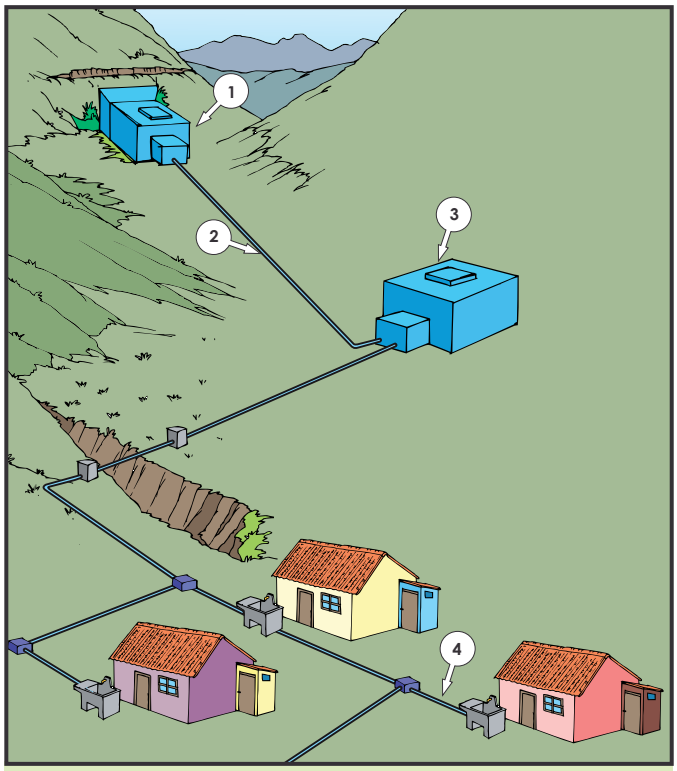
Red de distribución.- Es la red compuesta por tuberías que distribuyen el agua a los diferentes sectores de la población.

Dentro de un sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento se pueden tener los siguientes elementos complementarios:

Cámara distribuidora de caudales.- Es la cámara que distribuye el agua a diferentes subsistemas.

Cámara de reunión.- Es la cámara que reúne el agua de diferentes captaciones.

Cámara rompepresiones en línea de conducción.- Es la cámara que eliminará la presión alta en la línea de conducción.



1. Captación de manante, 2. Linea de conducción, 3. Reservorio, 4. Red de distribución.

Válvulas de aire.- Son las válvulas instaladas en la línea de conducción o red de distribución para eliminar el aire acumulado en las tuberías.

Válvulas de purga.- Son las válvulas instaladas en la línea de conducción y red de distribución para eliminar los sedimentos acumulados y poder realizar la limpieza del sistema.

Pases aéreos.- Es la estructura que permitirá salvar un obstáculo como una quebrada, un río o una vía.

Válvulas de control.- Son las válvulas instaladas en la red de distribución para controlar el paso del agua hacia determinados sectores.

Es necesario evitar la inclusión de cámaras rompepresión en la red de distribución, debido a su alto grado de vulnerabilidad y por la corta vida útil de la válvula flotadora.

Instalaciones domiciliarias.- Son instalaciones realizadas en las viviendas para el consumo de agua.

2.2 SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO

Es el sistema que aprovecha las presiones generadas por la diferencia de niveles desde la captación hasta el reservorio y la red de distribución, pero necesita una planta de tratamiento, ya que utiliza una fuente de agua superficial (río, acequia, laguna).

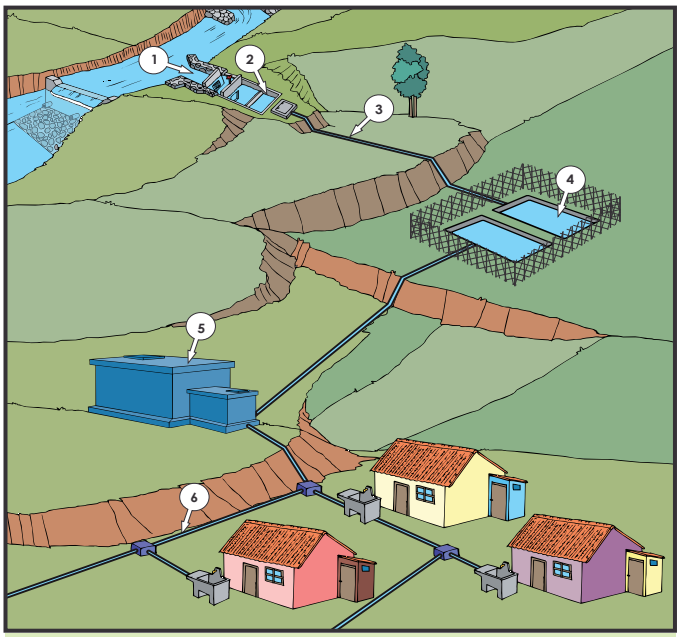
2.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO

Los componentes principales para este tipo de sistema son los siguientes:

Captación superficial.- Es la estructura construida para captar las aguas de un río, riachuelo o un canal.

Desarenador.- Es la estructura construida para eliminar las arenas arrastradas por el riachuelo o canal.

Línea de conducción.- Es la tubería que conduce el agua desde la captación superficial a la planta de tratamiento y luego al reservorio.



1. Captación superficial, 2. Desarenador,
3. Línea de conducción, 4. Planta de tratamiento,
5. Reservorio, 6. Red de distribución.

Planta de tratamiento.- Es el lugar donde se realiza el tratamiento del agua superficial hasta dejarla apta para el consumo humano, mediante procesos físicos y biológicos.

Reservorio apoyado.- Es la estructura donde se almacena el agua tratada en la planta de tratamiento y además sirve de regulación del caudal, así como para el clorado del agua.

Red de distribución.- Es la red compuesta por tuberías que distribuyen el agua a los diferentes sectores de la población.

Dentro de la planta de tratamiento se tiene los siguientes componentes

Sedimentador.- Es la estructura construida para eliminar los sedimentos menores a las arenas.

Prefiltros.- Es la estructura construida para disminuir la turbidez del agua superficial. Su tratamiento es en base a grava graduada, estos pre filtros pueden ser de flujo horizontal o flujo vertical.

Filtros Lentos.- Es la estructura construida para eliminar los agentes patógenos a través del filtro de arena graduada, son de flujo vertical.

Estos sistemas también pueden tener los siguientes componentes:

- Cámara distribuidora de caudales.
- Cámara rompepresión en línea de conducción.
- Válvulas de aire.
- Válvulas de purga.
- Pases aéreos.
- Válvulas de control.
- Conexiones domiciliarias.

2.3 SISTEMA DE AGUA POTABLE POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

Es el sistema que necesita elevar el agua hasta un punto alto (reservorio) a través de una bomba, ya que la fuente de agua se encuentra en niveles bajos y no se lograría tener las presiones necesarias para un buen funcionamiento hidráulico de la red de distribución; no necesita una planta de tratamiento, por utilizarse agua subterránea.

2.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

Los componentes para este tipo de sistema son los siguientes:

Captación.- Es la estructura construida para captar las aguas que afloran de una fuente subterránea.

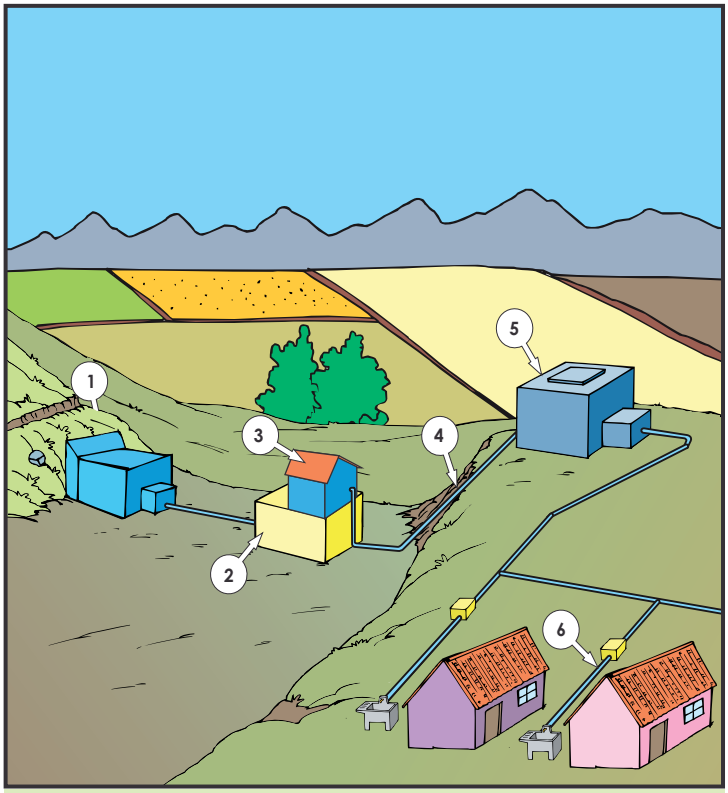
Tanque cisterna.- Es la estructura construida para recepcionar las aguas captadas y de donde se bombeará hacia el reservorio.

Caseta de bombeo.- Es la caseta construida en el tanque cisterna donde se instala el equipo electro-mecánico que impulsará el agua del tanque hacia el reservorio.

Línea de impulsión.- Es la tubería que conduce el agua desde el tanque cisterna hasta el reservorio.

Reservorio apoyado.- Es la estructura donde se almacena el agua captada y además sirve de regulación del caudal, así como para el clorado del agua.

Red de distribución.- Es la red compuesta por tuberías que distribuyen el agua a los diferentes sectores de la población.



1. Captación de manante, 2. Tanque cisterna, 3. Caseta de bombeo, 4. Linea de impulsión, 5. Reservorio, 6 Red de distribución.

De igual forma que los otros sistemas, también pueden tener los siguientes componentes:

- Válvulas de aire.
- Válvulas de purga.
- Pases aéreos.
- Válvulas de control.
- Conexiones domiciliarias.

MODULO III

TIPOS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

3.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON RED COLECTORA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Es el sistema que lleva las aguas residuales provenientes de las viviendas, a través de una red colectora de tuberías, hasta una planta de tratamiento de aguas servidas.

Su funcionamiento es básicamente por gravedad, aprovechando los desniveles existentes del terreno.

3.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON RED COLECTORA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los componentes para este tipo de sistema son los siguientes:

Conexión pre domiciliaria.- Es el punto donde las instalaciones domiciliarias se conectan a la red colectora.

Red colectora.- Es la tubería que recibe las aguas residuales domésticas y las lleva hasta el emisor.

Buzón.- Es la estructura construida en la red colectora o emisor que sirve para inspeccionar el funcionamiento de la red colectora o emisor así mismo facilita las acciones de operación y mantenimiento.

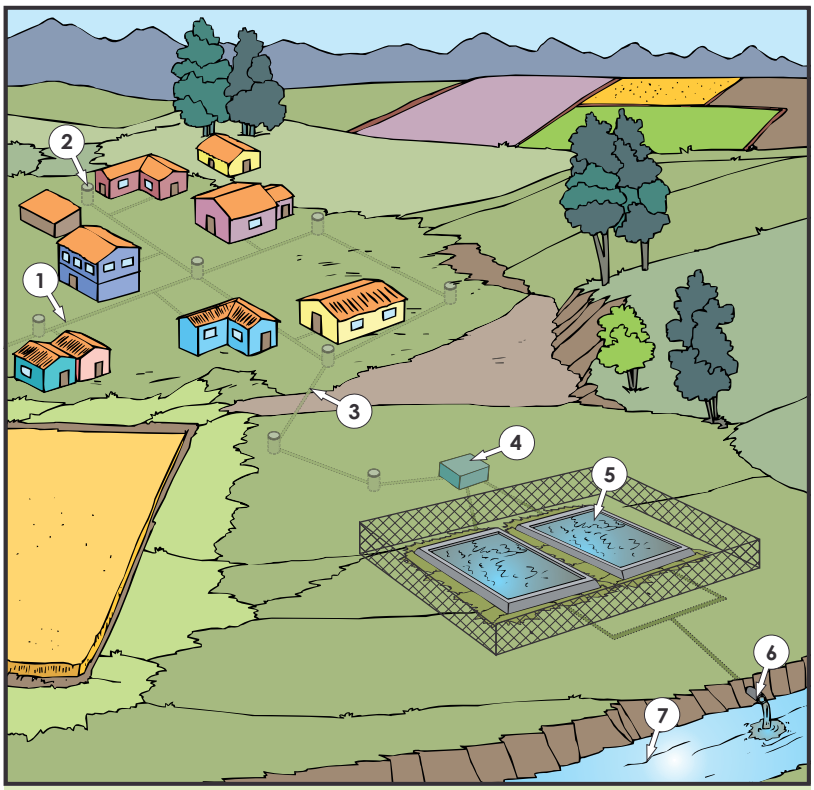
Emisor.- Es la tubería que recibe las aguas residuales provenientes de la red colectora y las conduce hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Cámara de rejas.- Es la estructura que evita el ingreso de materiales gruesos a la estructura de tratamiento.

Plantas de tratamiento.- Son los puntos donde se realiza el tratamiento de las aguas residuales domésticas.

Efluente.- Es la tubería que lleva las aguas tratadas al punto de disposición final o cuerpo receptor.

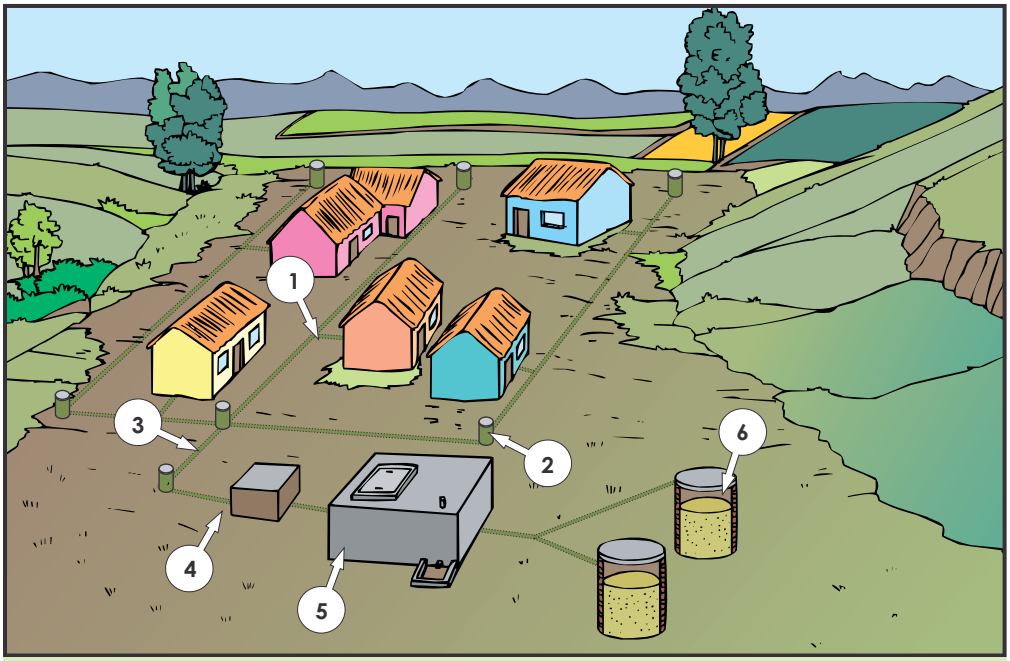
Las plantas de tratamiento de aguas residuales más utilizadas en el ámbito rural son las lagunas de estabilización y los tanques sépticos.



1. Red colectora, 2. Buzones, 3. Emisor, 4. Cámara de rejas, 5. Lagunas de estabilización, 6. Efluente, 7. Cuerpo receptor.

Lagunas de estabilización.- Son estanques que generan cuerpos de agua artificiales y grandes, para el tratamiento del agua residual mediante procesos naturales.

Tanque séptico.- Constituida por una cámara hermética que almacena y sedimenta las aguas residuales mediante un tratamiento primario. La disposición final para este tipo de tratamientos es generalmente los pozos de percolación o las zanjas de infiltración.



1. Conexión pre domiciliaria, 2. Buzones, 3. Red colectora, 4. Cámara de rejas, 5. Tanque séptico, 6. Pozos de percolación.

3.2 LETRINA DE POZO SECO

Es la letrina provista de un hoyo en la tierra que puede estar revestida parcialmente, cubierta por una losa o asiento, donde defeca directamente el usuario. Puede llevar una tubería de ventilación para facilitar la eliminación de olores y la presencia de moscas.

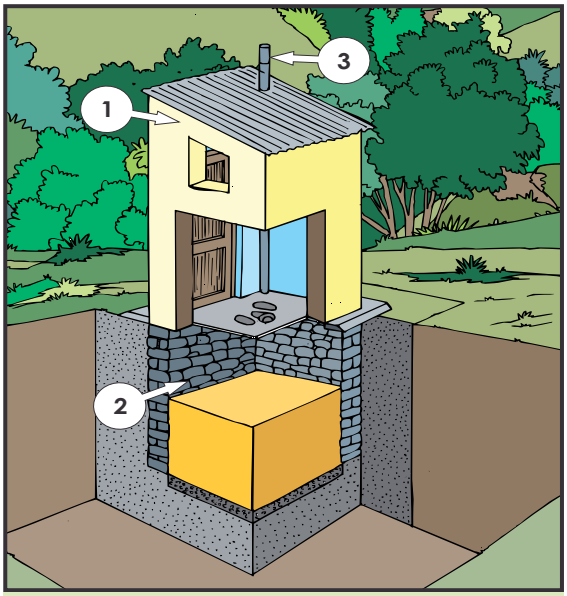
3.2.1 COMPONENTES DE LAS LETRINAS DE POZO SECO

Son los siguientes:

Caseta.- Es el punto donde se encuentra la loza turca.

Pozo seco.- Es el pozo excavado en un suelo permeable, donde se deposita la carga fecal, este pozo debe ser ventilado a través de una tubería.

Tubería de ventilación.- Es la tubería que se instala para eva-cuar los malos olores y evitar la presencia de moscas.



1. Caseta, 2. Pozo seco, 3. Tubería de ventilación.

3.3 BAÑO DE ARRASTRE HIDRÁULICO

Es el baño que utiliza el agua como elemento de transporte de la carga fecal hasta el tanque séptico o biodigestor.

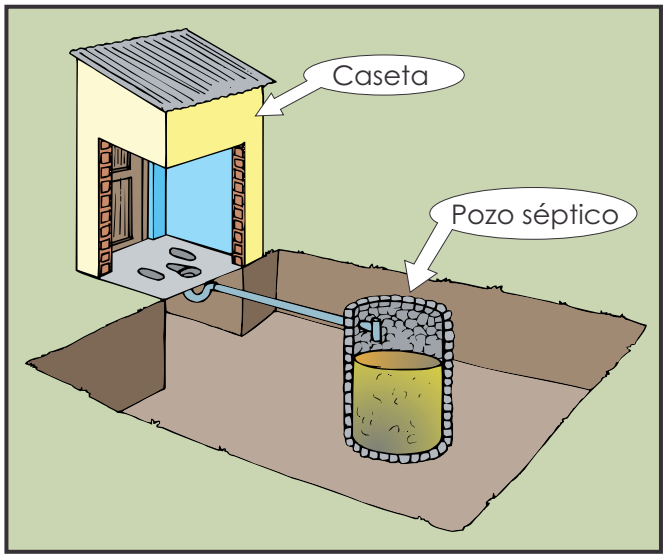
3.3.1 COMPONENTES DE LOS BAÑOS DE ARRASTRE HIDRÁULICO

Son los siguientes:

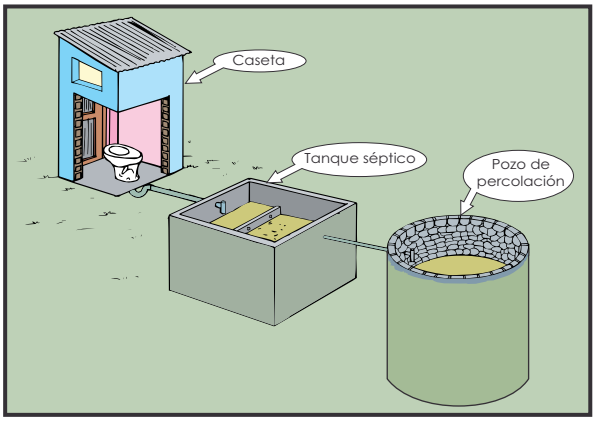
Caseta.- Es el punto donde se encuentran las instalaciones domiciliarias.

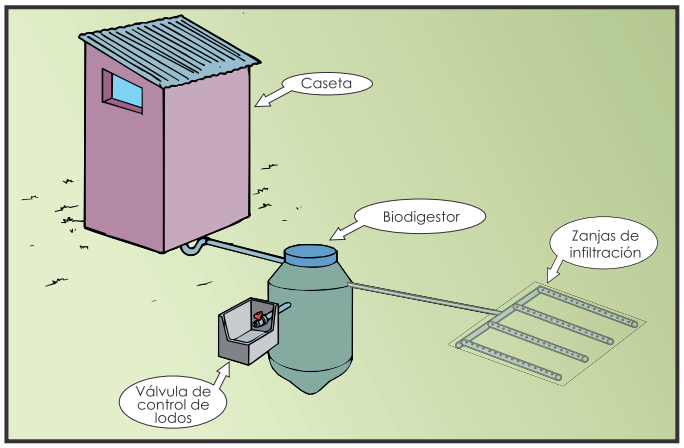
Los baños de arrastre hidráulico, para la sedimentación de los lodos pueden utilizar pozos sépticos, tanques sépticos o biodigestores.

Pozo séptico.- Es el pozo excavado en un suelo permeable, donde se realiza la sedimentación y la percolación de los líquidos al suelo.



Tanque séptico y tanque biodigestor.- Son las estructuras donde las aguas residuales sedimentan los lodos y realizan además un tratamiento primario. Las aguas que pasan por estos tanques tienen que ser infiltrados o deben recibir un tratamiento secundario.





3.4 BAÑOS SECOS ECOLÓGICOS

Es el sistema diseñado para separar la orina y las heces para permitir una mejor deshidratación de lodos.

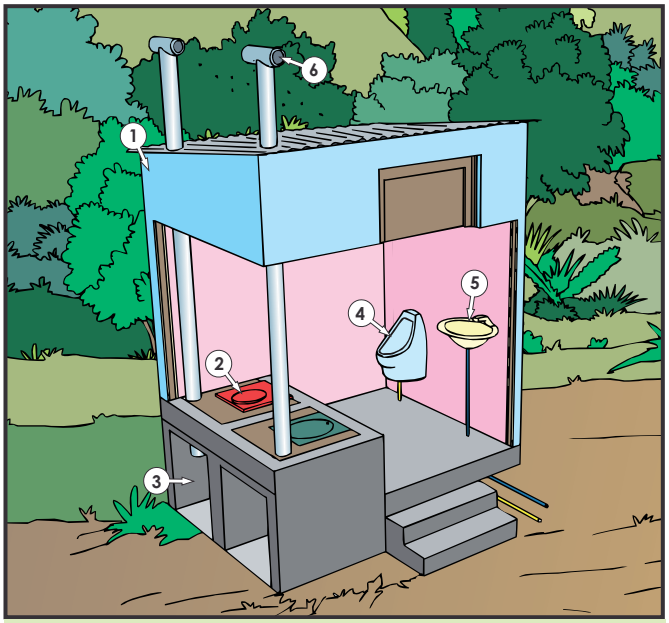
3.4.1 COMPONENTES DE LOS BAÑOS SECOS ECOLÓGICOS

Son los siguientes:

Caseta.- Es el punto donde se encuentran las instalaciones domiciliarias.

Cámara de compostaje.- Es la estructura doble usada para la recolección, almacenamiento y tratamiento de las heces.

Eco sanitario.- Es la base del sistema, consiste en una taza con desviador de orina, instalada al interior del baño. Debajo de este se colocan las cámaras donde se almacenan las excretas.



1. Caseta, 2. Sanitario ecológico, 3. Cámara de compostaje, 4. Urinario, 5. Lavatorio, 6. Tuberías de ventilación.

MODULO IV

MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN SISTEMASDE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL

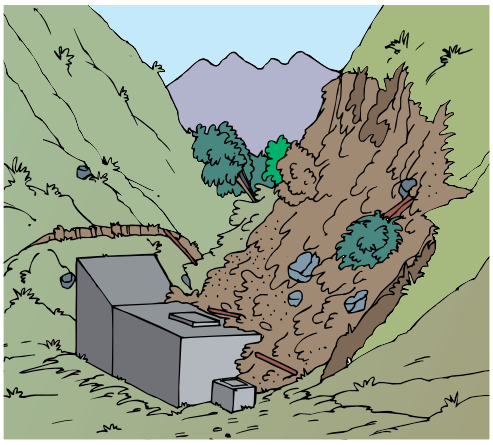
4.1 PRINCIPALES AMENAZAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

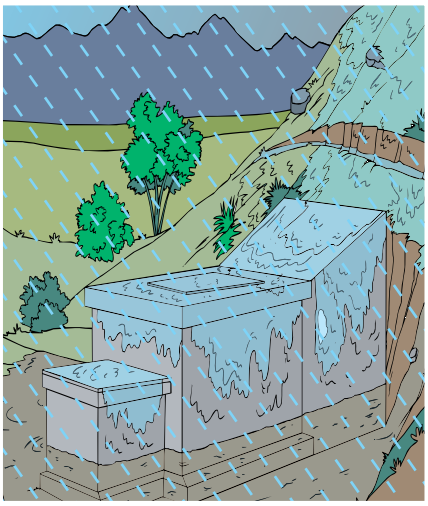
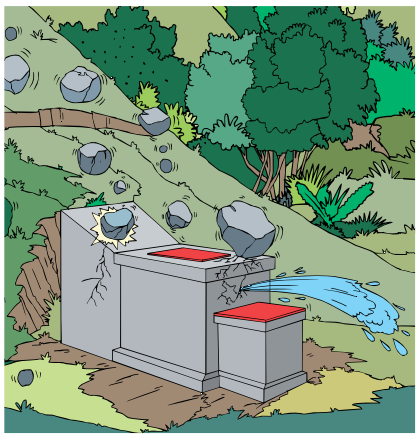
Las recomendaciones descritas a continuación pretenden orientar la correcta implementación de proyectos de agua y saneamiento, abarcando no sólo aspectos relacionados a la gestión del riesgo sino también a buenas prácticas en diseño y construcción, dado que también son base para contribuir en la reducción de las vulnerabilidades. Para una mejor aplicación se ha dividido en acciones para el diseño, la construcción y durante el servicio de los componentes, medidas que son referenciales y podrán ser usadas si se adecuan al contexto del proyecto.

Dentro de las principales amenazas o peligros naturales que afectan a los sistemas de agua potable y saneamiento tenemos los siguientes:

4.1.1 EN CAPTACIONES DE MANANTES, CAPTACIONES SUPERFICIALES (RÍOS, LAGOS, LAGUNAS), POZOS, GALERÍAS FILTRANTES

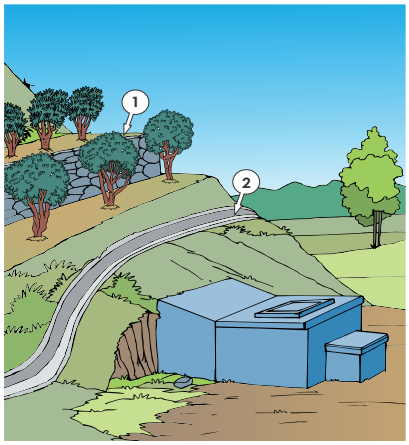
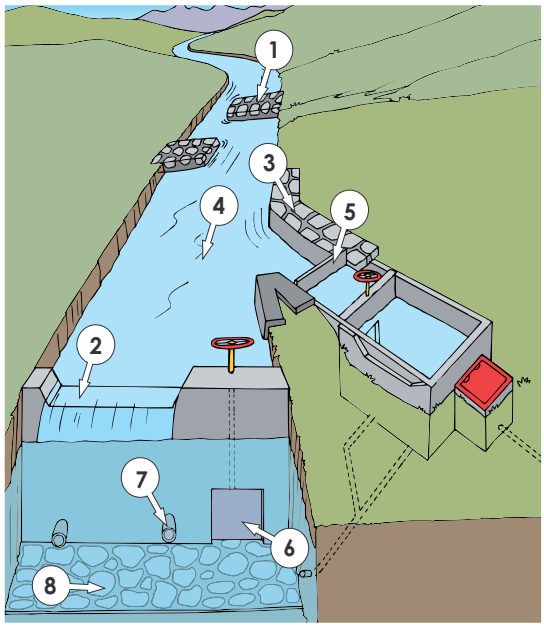
¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

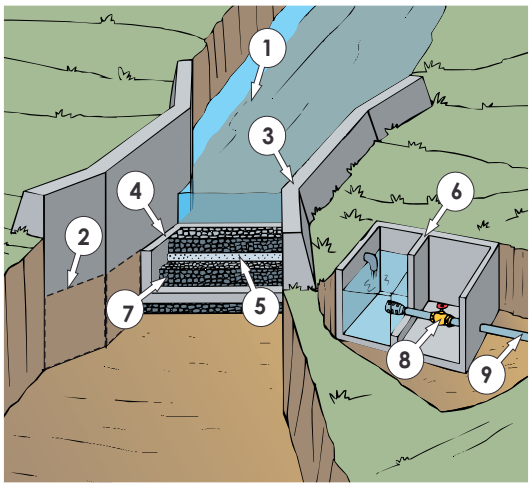
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos	• Destrucción total o parcial de las estructuras de captación. • Enterramiento de la estructura. • En muchos casos el desvío de las aguas de los manantes variando la capacidad de producción de los acuíferos. • Modificación de las características físicas y químicas del agua. • Desvío de los cauces de los riachuelos afectando las obras de captación.  Captación de manante afectada por un deslizamiento

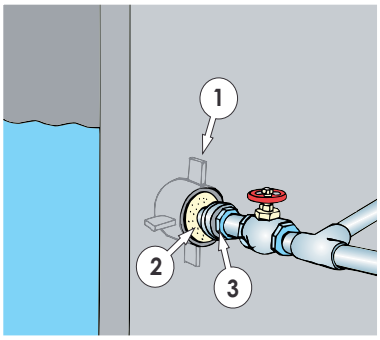
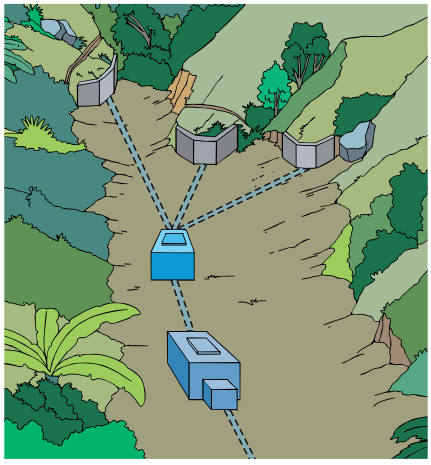
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Inundaciones y Huaycos	• Las aguas superficiales (contaminadas) ingresan a la cámara húmeda de la captación. • Colmatación de los pozos con sedimentos y arenas. • Interrupción en los sistemas de bombeo. • Destrucción de las obras de captación ubicadas en los ríos por impacto de las rocas y escombros que son arrastrados por la avenida y que debilitan la estructura. • Destrucción de las galerías de filtración. • Pérdida de la fuente de agua por alejamiento del río en la captación por cambio del curso y cauce.  Captación de manante afectada por inundación.
Sequías	• Reducción drástica del rendimiento del caudal de agua del manante. • Contaminación de las fuentes superficiales debido a la disminución de capacidad auto purificadora por la disminución del caudal. • Reducción de las fuentes subterráneas por descenso del nivel freático, disminución del rendimiento de pozos y mayor altura de bombeo. • Disminución del caudal de producción de las captaciones superficiales debido a la reducción del caudal base en los ríos y manantiales. • Extinción de la fuente de agua.
Terremotos	• Destrucción total o parcial de las obras de captación, pozos, etc. • Cambios del nivel de las capas freáticas y de la salida de las aguas subterráneas. • Agrietamientos e inclinación de estructuras de concreto armado. • Variación del caudal de fuentes superficiales debido al bloqueo o desviación de los cursos de agua. • Derrumbes al interior de las galerías filtrantes. • Rotura de tuberías que conectan la captación con la línea de conducción.  Captación de manante destruida por un terremoto

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Estudios hidrogeológicos para determinar el comportamiento de las aguas subterráneas que abastecen a los manantes de la zona. • Estudios geodinámicos con la finalidad de determinar los cambios que se puedan producir en la zona por acción de agentes externos como la lluvia etc.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	• Tratamiento de laderas. • Zanjas de coronación en las partes altas con la finalidad de evitar que las aguas de lluvias infiltren los terrenos con pendientes fuertes y la desestabilicen. • Reforestación con plantas nativas con la finalidad de estabilizar los suelos. **En la construcción considerar:** • Alejarse de las zonas inestables detectadas. • Ubicar las estructuras en zonas más estables. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de las estructuras de captación en caso de resultar afectadas.  **Mitigación en captación de manante:** 1. Reforestación y tratamiento de laderas, 2. Zanja de coronación
Inundaciones y Huaycos	**En el diseño considerar:** • Realizar estudios hidrológicos para estimar el peligro de inundación y su consecuente erosión y deslizamiento. • En los ríos determinar el potencial de erosión de fondo para evitar daños en las estructuras en especial las cimentaciones. • Ubicar la entrada de agua a una adecuada profundidad del nivel del río, para evitar el ingreso de materiales flotantes. • Zanjas de coronación. • Cambiar la ubicación de la cámara húmeda. • Construcción de muros de encausamiento. • La coronación de la presa debe contar con un vertedero con capacidad suficiente para evacuar el exceso de agua en época de crecida.  **Captación superficial:** 1. Gaviones también retienen escombros y evitan el impacto directo contra la presa, 2. Presa, 3. protección de taludes contra la erosión, 4. La obra de toma se ubica en un tramo recto del río, *5. Ventana de captación de agua hacia el sistema, 6. Compuerta para la evacuación de lodos, 7. Tubería de desagüe de lodos, 8. Emboquillado de piedra para la reducción de la erosión debido a la caída de agua.* • La presa debe contar con un sistema de evacuación de lodos constante (tuberías instaladas en el fondo de la presa o compuertas). • Además debe instalarse una compuerta para las labores de limpieza y mantenimiento periódico o luego de la ocurrencia de una crecida de agua. • Cuando el cauce del río es muy amplio y presenta un caudal grande, es recomendable desviar la cantidad de agua necesaria mediante un canal a partir del cual se construya la estructura de captación. • La unidad debe ser capaz de evacuar el agua en exceso y retornarla al río, a través del rebose.

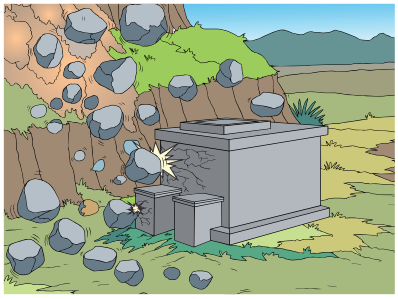
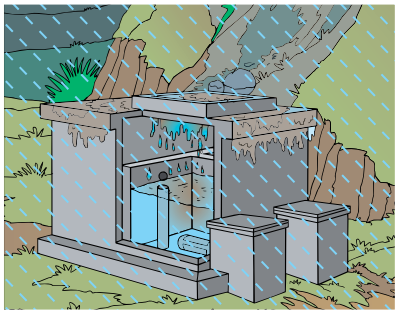
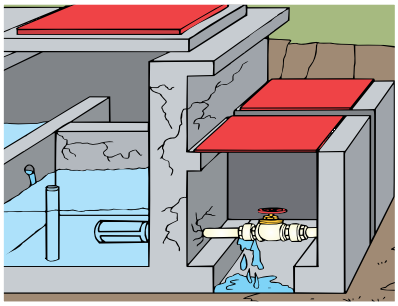
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Inundaciones y Huaycos	• Para el caso de pozos de bombeo, es recomendable elevar los muros de la cámara húmeda en los anillos del pozo. • Muchas veces no es conveniente construir un azud o represar el agua de un riachuelo, por que en una crecida del río, la captación se verá afectada. En este caso es recomendable la construcción de una captación sumergida en el cauce del río que constará de una estructura transversal de concreto en la que se colocará una tubería cribada sobre una cama de grava graduada y además será cubierta también con una capa con material propio del río, con la finalidad de permitir la infiltración del agua hacia la tubería cribada, la misma que está conectada a la cámara húmeda con una menor presencia de sedimentos.  **Captación sumergida:** 1. Río, 2. Nivel del lecho del río, 3. Muros de contención, 4. Caja de concreto armado, *5. Tubería de captación de agua hacia el sistema, 6. Caja de válvula, 7. Grava, 8. Llave de control de paso hacia el sistema, 9. Tubería de conducción.* • Adicional a esta captación sumergida y aguas arriba (5 a 10 m) de la caja con grava, se recomienda diseñar y construir un sedimentador en el cauce del río, para disipar la energía del agua y decantar el material grueso de arrastre. **En la construcción considerar:** • En riachuelos construir disipadores aguas arriba del desvío del río, con la finalidad de disminuir la velocidad de arrastre de sólidos. • Para prevenir la erosión en la base de la captación, se recomienda recubrir el cauce con emboquillado antes y después de la presa. • Cimentar la captación a suficiente profundidad para evitar su desestabilización por erosión de fondo. • Considerar la impermeabilización superficial necesaria para que el agua captada no sea contaminada por aguas superficiales. • Evitar en lo posible la construcción de estructuras dentro del cauce del río que tiendan a represar el curso del agua. **En servicio considerar:** • Drenaje de las estructuras inundadas. • Rehabilitación del sistema en caso de colapso.
Sequías	**En el diseño considerar:** • Estudio de suelos para determinar su permeabilidad. • Considerar otras fuentes alternas de agua. • Prever medidas para recargar el acuífero. • Medidas de reforestación con plantas nativas. • Estudios hidrogeológicos para determinar el comportamiento de las aguas subterráneas que abastecen a los manantes de la zona. **En la construcción considerar:** • Profundizar el pozo de bombeo. • Ubicación del afloramiento exacto. **En servicio considerar:** • Siembra y cosecha de agua en las partes altas. • Reforestación. • Monitoreo del nivel freático y aforo de caudales en diferentes épocas del año.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Sequías	• Uso racional del agua. • Abastecimiento de agua a la población con cisternas en caso de emergencia.
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Ubicar el manante en una zona estable. • Estudios hidrogeológicos para determinar el comportamiento de las aguas subterráneas que abastecen a los manantes en la zona ante los movimientos sísmicos. • Estudio geodinámicos con la finalidad de determinar los cambios que se puedan producir en la zona por acción de agentes internos como los sismos etc. • Considerar en el empalme de la captación con la línea de conducción, una rótula, que permita la flexibilidad en el momento del sismo, dotando a la válvula de uniones universales para su reposición.  **Mitigación en captaciones :** 1. Aletas de sujeción soldadas, 2. Material flexible para evitar destrozo en empalmes al momento del sismo, puede utilizarse junta impermeable de material asfáltico, 3. Uniones universales. • Considerar en los diseños el cálculo sísmico. • Reforzamiento de los anillos del pozo para el caso de los sistemas con bombeo. • Reforzamiento de las galerías filtrantes. • Para las galerías filtrantes preferentemente ubicarlas en suelos de grano grueso porque son menos susceptibles a la licuación de suelos. • Evitar perforar pozos en sectores donde pueda ocurrir licuación de suelos. **En la construcción considerar:** • Garantizar el uso de materiales de construcción según lo determinado en las especificaciones técnicas. • Realizar pruebas de control de calidad. • Utilizar procesos constructivos adecuados. • Prever acciones de supervisión continuos. **En servicio considerar:** • Rehabilitar a la brevedad la estructura si resultara dañada.
Otras Captaciones	**En el diseño considerar:** • En captaciones en zona de ceja de selva prever un diámetro de 3" a 4" para el sistema de limpia rebose, adicionalmente considerar incrementar el número de tuberías de descarga para evitar que el agua rebalse por encima de las cajas especialmente en época de lluvias, donde los caudales de los manantiales se incrementan. • Para el caso de manantes difusos o dispersos en una zona, se debe proteger el manante con captaciones ciegas y conducir el agua hacia una cámara de reunión o hacia una captación principal o mayor, cuidando que el ingreso sea hacia la cámara húmeda y no hacia el lecho filtrante.  Captaciones difusas conectadas a una captación principal. • Prever que para el diseño de la cámara húmeda en la captación principal, considere los caudales en época de lluvias.

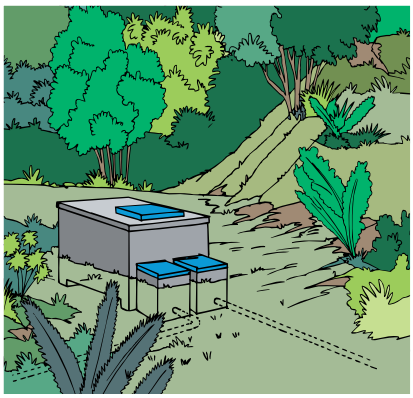
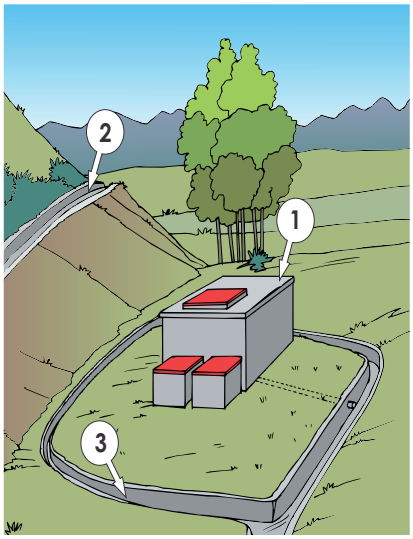
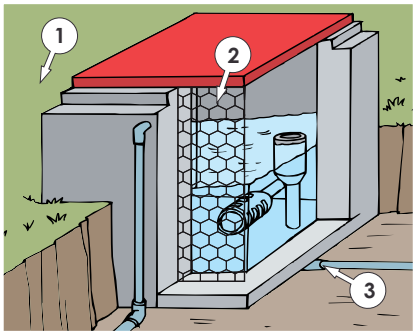
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Otras Captaciones	**En la construcción considerar:** • Antes de instalar la caja de captación es necesario realizar una limpieza adecuada de la zona e identificar el punto real del afloramiento, es decir en qué lugar el agua emana del terreno rocoso. • Para llegar a descubrir el punto real de afloramiento, será necesario excavar en el terreno a una mayor profundidad. • Al construir la unidad, el material filtrante (grava) debe rodear el punto de afloramiento, y la estructura de la caja de captación debe recolectar toda el agua que produce el manantial (si el sistema no necesita toda el agua producida por la fuente, el exceso debe desviarse en la caja de captación). **En servicio considerar:** • Rehabilitar a la brevedad la estructura si resultara dañada.

4.1.2 EN CÁMARAS: DE REUNIÓN, DISTRIBUIDORA DE CAUDALES, ROMPEPRESIONES, VÁLVULAS DE AIRE, DE PURGA

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS	
Deslizamientos	• Destrucción parcial o total de estas estructuras ubicadas en las trayectorias de los deslizamientos activos. • Rotura de los accesorios como válvulas, uniones, etc. • Pérdida de agua por filtración de las estructuras dañadas. • Contaminación del recurso hídrico.	 Cámara distribuidora de caudales afectada por un deslizamiento.
Inundaciones	• Las aguas superficiales (contaminadas) ingresan a la cámara distribuidora de caudales, cámara de reunión, cámara rompe presiones, afectando la calidad de las aguas. • Inundan las cajas de válvulas llenándolas de sedimentos y atascándolas. • Corroen accesorios de fierro galvanizado y metálicos.	 Cámara distribuidora de caudales afectada por inundaciones.
Terremotos	• Destrucción parcial o total de las estructuras. • Presencia de fisuras en los muros de las estructuras. • Rotura de los empalmes entre las tuberías y las estructuras. • Pérdida de la verticalidad de las estructuras de concreto armado.	 Cámara distribuidora de caudales afectada por terremoto.

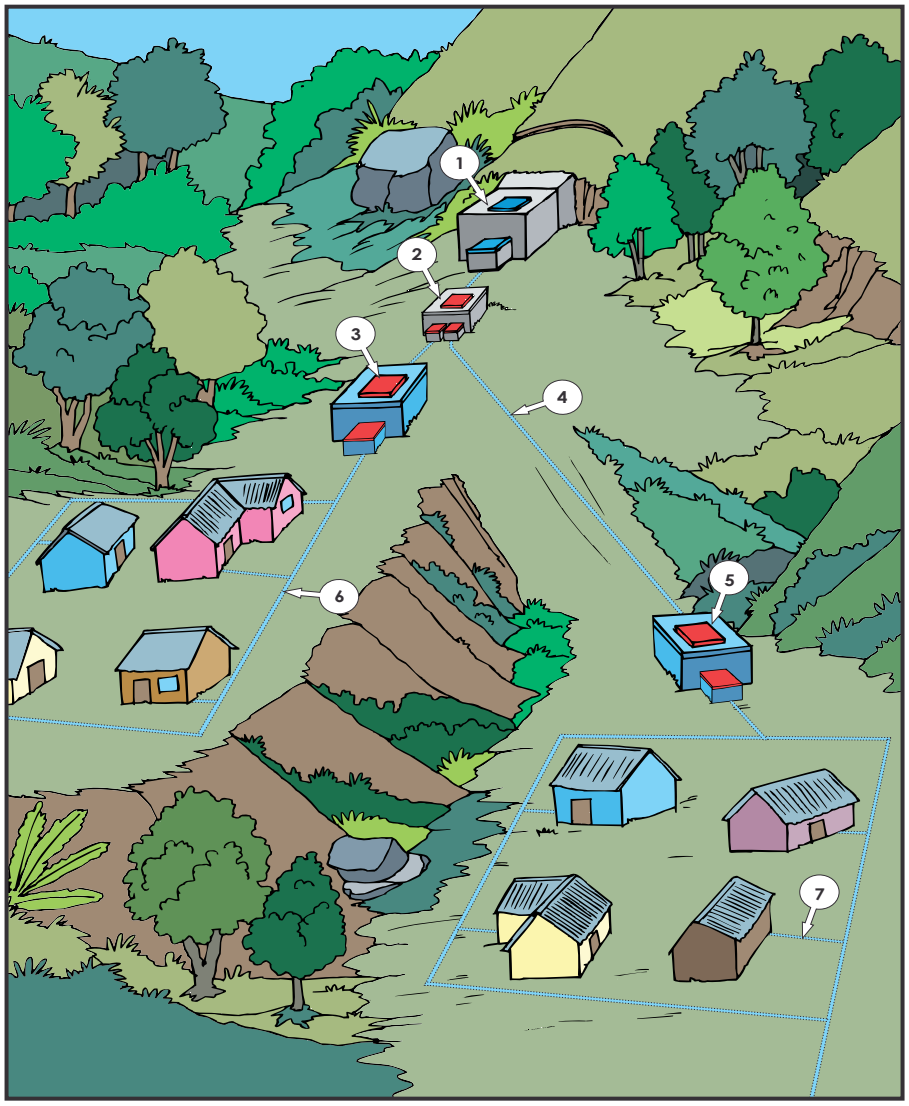
¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Tratamiento de laderas. • Zanjas de coronación en las partes altas con la finalidad de evitar que las aguas de lluvias infiltren los terrenos con pendientes fuertes y la desestabilicen. • Reforestación con plantas nativas con la finalidad de estabilizar los suelos. **En la construcción considerar:** • Evitar la ubicación de estos elementos en las zonas vulnerables y con peligro de deslizamientos. **En servicio considerar:** • Tomar en cuenta rutas alternas para el acceso a las estructuras del sistema de agua potable. • Rehabilitación de la estructura dañada.  Ubicar la cámara distribuidora de caudales en zona segura para evitar los deslizamientos.
Inundaciones	**En el diseño considerar:** • Zanjas de drenaje aguas arriba de las estructuras, desviando la escorrentía a las quebradas. • Incluir en el expediente estudios hidrológicos que permitan determinar los niveles de precipitaciones en la zona de trabajo. • Prever zanjas de drenaje en las partes altas. **En la construcción considerar:** • Levantar los muros de las estructuras por encima del nivel del terreno para evitar el ingreso de las aguas de inundación. • Prever puntos de limpieza en la losa del piso de las estructuras hidráulicas. • Rellenar las zonas excavadas para evitar que el agua pueda empozarse. **En servicio considerar:** • Limpieza y descolmatación de las estructuras. • Limpieza y remoción de elementos, alrededor de la estructura, que puedan embalsar el agua.  **Mitigación en cámara distribuidora de caudales:** 1. Estructura ubicada en terreno estable, 2. Zanjas de coronación en las zonas altas, 3. Zanja de protección y desagüe del rebose para evitar la erosión.
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Realizar estudios geológicos para localizar fallas y determinar los riesgos sísmicos y licuación. • Considerar empalmes con accesorios flexibles. • Incluir en el expediente técnico el diseño antisísmico de las estructuras. • Considerar una malla tipo gallinero de arriostre, para evitar las fisuras por los movimientos sísmicos y reforzar las estructuras.  **Mitigación en CRP:** 1. Estructura ubicada en terreno estable, 2. Incluir malla tipo gallinero en la construcción de la estructura, 3. Empalmes flexibles.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Terremotos	**En la construcción considerar:** • Garantizar el uso de materiales de construcción según lo determinado en las especificaciones técnicas. • Realizar pruebas de control de calidad. • Utilizar procesos constructivos adecuados. • Prever acciones de supervisión continuos. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de la estructura dañada. • Evaluación permanente de las grietas.

En lo posible, se evitará el uso de las cámaras rompepresión (CRP) en las redes de distribución, debido a que son elementos vulnerables por la inclusión de boyas para el control del nivel de agua, éstas tienden a malograrse y no son repuestas inmediatamente haciendo que la población que está por encima de la CRP no sea abastecida adecuadamente.

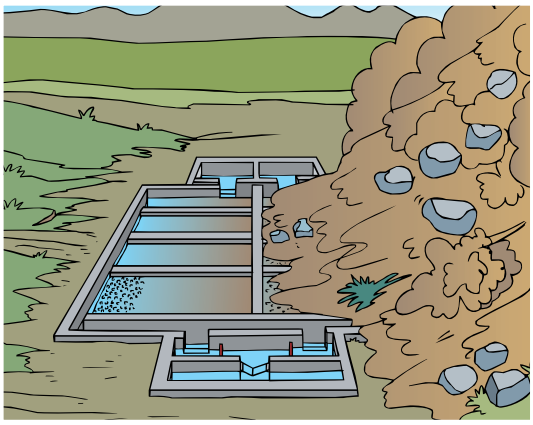
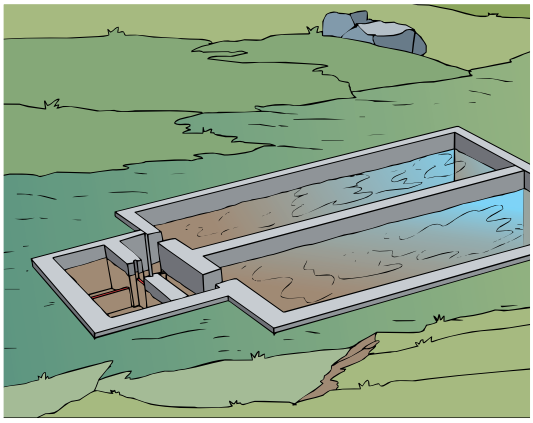
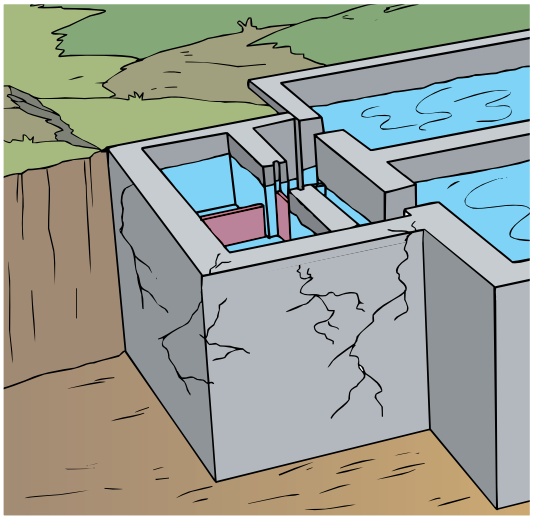
Es preferible dividir el caudal a través de una cámara distribuidora de caudales, en sub sistemas, evitando de esa manera tener presiones altas en las redes de distribución y sectorizando el sistema.



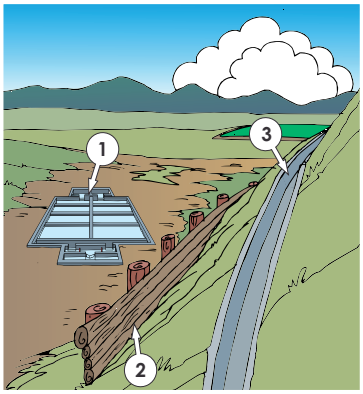
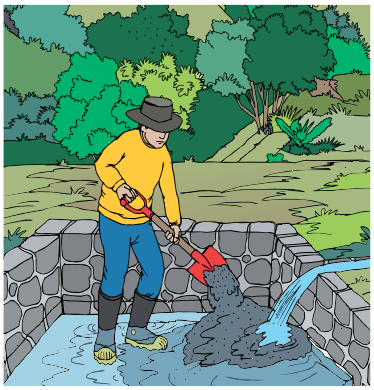
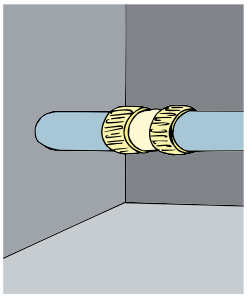
1. Captación, 2. Cámara distribuidora de caudales, 3. Reservorio parte alta, 4. Línea de conducción, 5. Reservorio parte baja, 6. Red de distribución parte alta, 7. Red de distribución parte baja.

4.1.3 EN PRE FILTROS Y FILTROS LENTOS

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

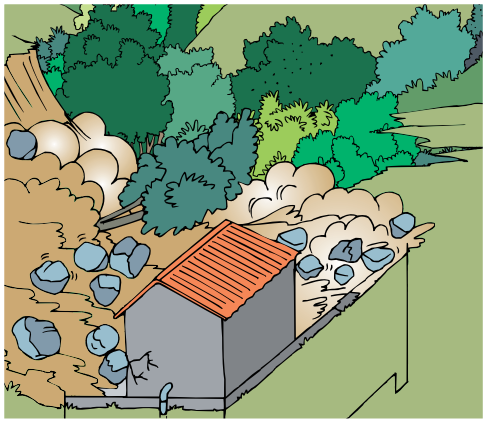
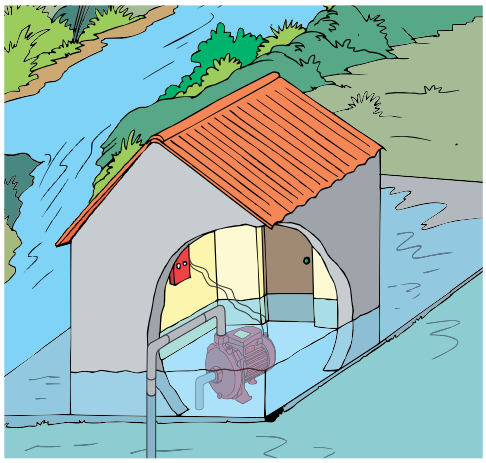
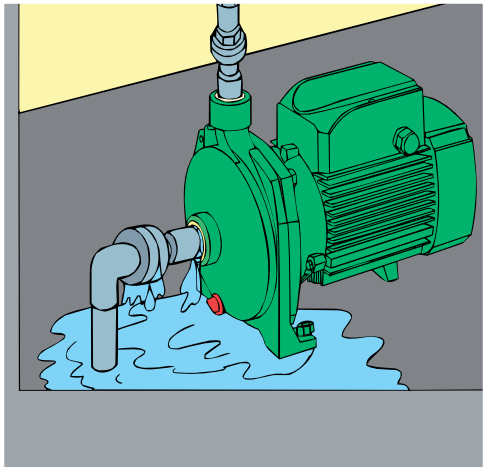
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS	
Deslizamientos	• Destrucción total o parcial de las estructuras en los pre filtros y filtros lentos. • Enterramiento de la estructura. • Arrastre de sólidos. • Colmatación de los lechos filtrantes. • Modificación de las características físicas y químicas del agua.	 Pre filtro afectado por un deslizamiento.
Inundaciones	• Presencia de gran cantidad de sedimentos y turbiedad que colmatan los filtros. • No funciona el filtro y las aguas llegan al reservorio con sedimentos y turbiedad alta. • Rebose del agua por las unidades de filtración. • Contaminación del agua.	 Filtro lento afectado por una inundación.
Terremotos	• Destrucción total o parcial de las estructuras. • Hundimientos que afectan la infraestructura. • Grietas en muros y columnas. • Falla por corte en tuberías de entrada y salida a las estructuras rígidas por asentamiento diferencial del suelo. • Suspensión de la energía eléctrica que pueden afectar ciertos procesos electromecánicos.	 Filtro lento afectado por un terremoto.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

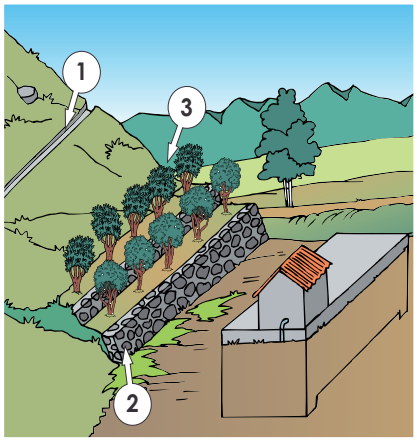
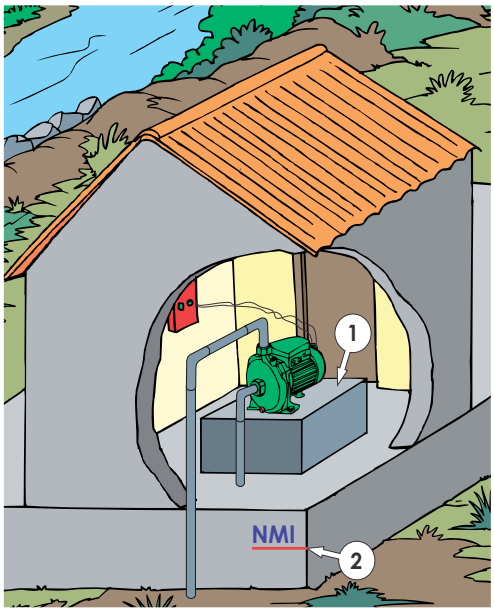
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Tratamiento de cuencas aguas arriba para evitar arrastre de sólidos. • Ubicación de los pre filtros y filtros lentos en zonas seguras. • Estudios geodinámicos con la finalidad de determinar los cambios que se puedan producir en la zona por acción de agentes externos como la lluvia etc. • Tratamiento de laderas, para disminuir la inestabilidad de los taludes. • Zanjas de coronación en las partes altas con la finalidad de evitar que las aguas de lluvias infiltren los terrenos con pendientes fuertes y la desestabilicen. • Reforestación con plantas nativas con la finalidad de estabilizar los suelos.  **Mitigación en Pre filtros:** 1. Ubicar la estructura en un lugar seguro, 2. Proteger las laderas con muros de contención, 3. Hacer zanjas de coronación para evitar la erosión del terreno. **En la construcción considerar:** • Evitar la ubicación de estos elementos en las zonas vulnerables y con peligro de deslizamientos. **En servicio considerar:** • Limpieza periódica de filtros y reposición del lecho filtrante
Inundaciones	**En el diseño considerar:** • Construcción de disipadores de energía, para evitar el arrastre de sólidos. • Considerar en el diseño tubería by pass para facilitar el mantenimiento. • Considerar estudios físicos del agua principalmente de la turbidez en época de lluvias para mejorar el tratamiento preliminar. **En la construcción considerar:** • Levantar los muros de las estructuras por encima del nivel del terreno para evitar el ingreso de las aguas de inundación. • Rellenar las zonas excavadas para evitar que el agua pueda empozarse.  Hacer la limpieza del material colmatado y de todas las estructuras afectadas. **En servicio considerar:** • Limpieza permanente en época de lluvias. • Contar con material filtrante de reposición cuando se haga la limpieza del filtro colmatado.
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Estudio geodinámicos con la finalidad de determinar los cambios que se puedan producir en la zona por acción de agentes internos como los sismos etc. • Considerar elementos con empalmes flexibles que eviten la rotura de tuberías y accesorios al atravesar paredes de muros. • Considerar en los diseños el cálculo sísmico para el refuerzo de las estructuras. • Las uniones deben ser dúctiles con alta resistencia sísmica. **En la construcción considerar:** • Los accesorios deben ser fáciles de montar y desmontar, incluyendo uniones universales.  Usar empalmes flexibles en las estructuras para evitar su rotura en caso de terremoto. **En servicio considerar:** • Reconstrucción de las estructuras dañadas. • Reubicación de los pre filtros o filtros lentos.

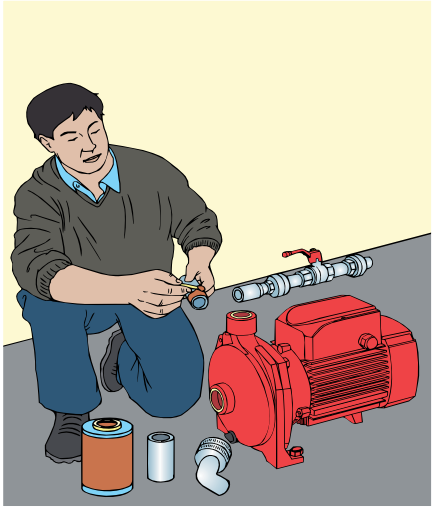
4.1.4 EN TANQUES CISTERNA Y CASETAS DE BOMBEO

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos	• Destrucción total o parcial de las estructuras en la caseta de bombeo. • Enterramiento de la estructura del tanque cisterna. • Suspensión de la operación de los equipos electromecánicos. • Contaminación del agua.  Tanque cisterna y caseta de bombeo afectados por un deslizamiento.
Inundaciones	• Contaminación del agua por ingreso de aguas superficiales. • Daño en el equipo electromecánico. • En sistemas con pozos las tuberías colapsan por golpe de ariete causado por el corte de energía. • Daños en edificaciones por erosión de cimentación. • Contaminación del agua extraída por elevación del nivel freático. • La inundación puede desenterrar las estructuras y luego arrastrarlas en la dirección de la corriente.  Tanque cisterna y caseta de bombeo afectados por una inundación.
Terremotos	• Destrucción total o parcial de las estructuras en la caseta de bombeo y en el tanque cisterna. • Grietas en el suelo y en las paredes del pozo. • Pérdida de verticalidad del pozo. • Daño en los bloques de anclaje y bases de la línea de impulsión. • Desacople de los puntos de anclaje de los equipos electromecánicos.  Equipo de bombeo afectado por un terremoto.

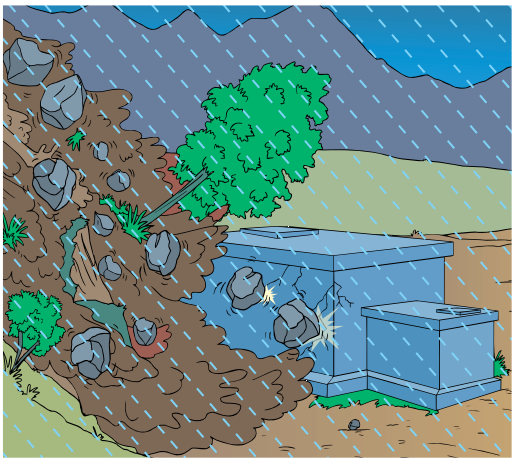
¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

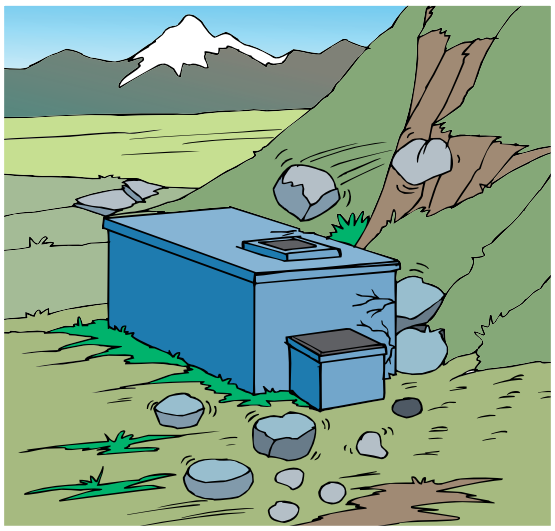
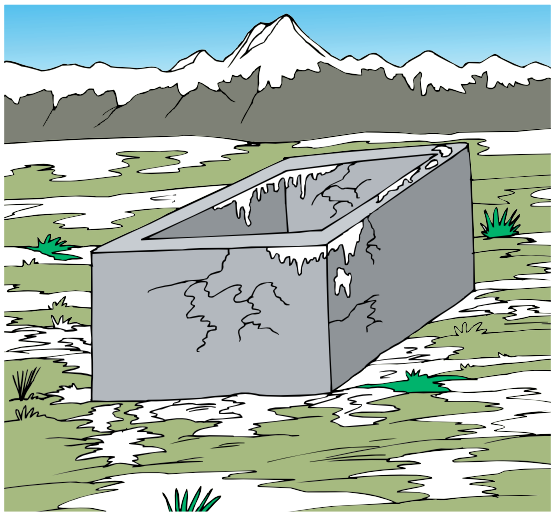
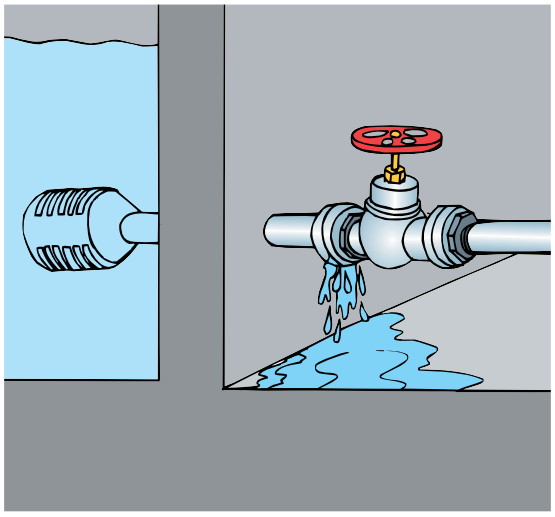
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Tratamiento de cuencas. • Ubicar el tanque cisterna y la caseta de bombeo en zonas estables. • Estudios geodinámicos con la finalidad de determinar los cambios que se puedan producir en la zona por acción de agentes externos como la lluvia etc. • Tratamiento de laderas. • Zanjas de coronación en las partes altas con la finalidad de evitar que las aguas de lluvias infiltren los terrenos con pendientes fuertes y la desestabilicen. • Reforestación con plantas nativas con la finalidad de estabilizar los suelos.  **Mitigación en tanques cisterna:** 1. Zanjas de coronación para evitar la erosión, 2. Muros de contención, 3. Reforestar con plantas nativas.
Inundaciones	**En el diseño considerar:** • Realizar estudios hidrogeológicos para ubicar adecuadamente el pozo con buen rendimiento. • Prever accesorios y equipos necesarios para mitigar las consecuencias por el corte de energía, especialmente las que originan el golpe de ariete. • Construcción de drenes laterales. • Proveer instalaciones con equipos que puedan desarmarse fácilmente. • Realizar diseños apropiados para el anclaje de los equipos de bombeo. • Prever adecuados cercos de protección contra la erosión y el suministro de un equipo electrógeno auxiliar. • Asegurar que las inundaciones no afecte los equipos eléctricos.  **Mitigación en tanques cisterna y casetas de bombeo:** 1.Elevar la estructura de la electrobomba, 2. Elevar el tanque cisterna mas arriba del Nivel Máximo de Inundación (NMI). • En caso de cisternas, verificar que se haya considerado el nivel de la napa freática en el diseño de la cimentación, pues pueden flotar si no están llenos, si ocurre licuación de suelos. **En la construcción considerar:** • Evitar suelos colapsables. • La estructura no debe estar empotrada en el suelo, debe estar sobresaliente, para evitar que ingrese el agua de escorrentía. **En servicio considerar:** • Limpieza y mantenimiento general con motobombas. • Mantenimiento del equipo electromecánico.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Las estructuras de la caseta de bombeo y del tanque cisterna deben ser de un material resistente y apropiado para resistir los sismos. • Considerar en los diseños el cálculo sísmico. • Prever un sistema alterno de suministro de energía, a través de un equipo electrógeno de emergencia. • Considerar alternativas de interconexión con sistemas cercanos. **En la construcción considerar:** • Vaciado de la losa de fondo y los muros del tanque cisterna en un solo tiempo para garantizar una estructura monolítica. • Instalar conexiones flexibles entre equipos y tuberías. • Tener planos detallados del sistema. • Fijar los tableros a los muros con pernos de anclaje de acero. **En servicio considerar:** • Los tanques cisternas deben tener un nivel de agua que la haga en su conjunto más pesado para evitar que floten, si ocurre licuación de suelos. • Reconstrucción de las estructuras dañadas.  Reparar los daños ocasionados por el terremoto usando empalmes flexibles.

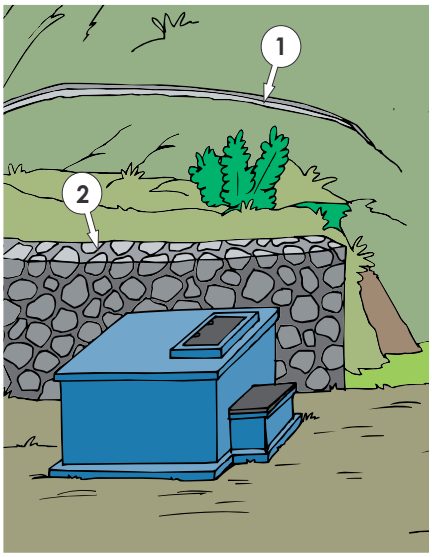
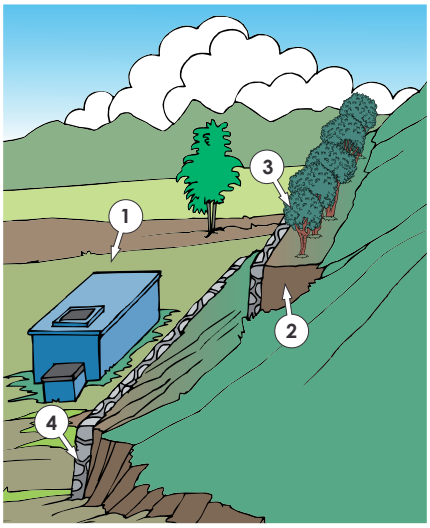
4.1.5 EN RESERVORIOS

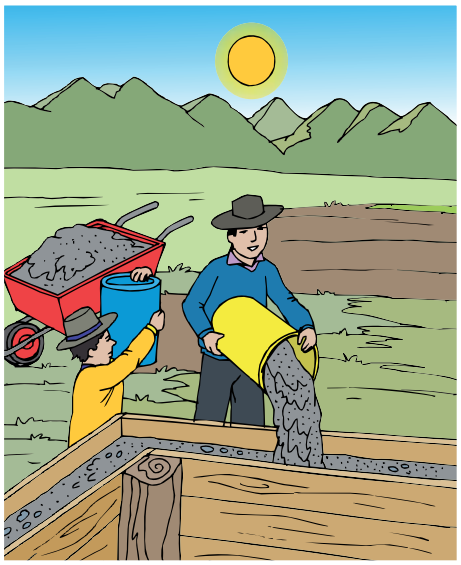
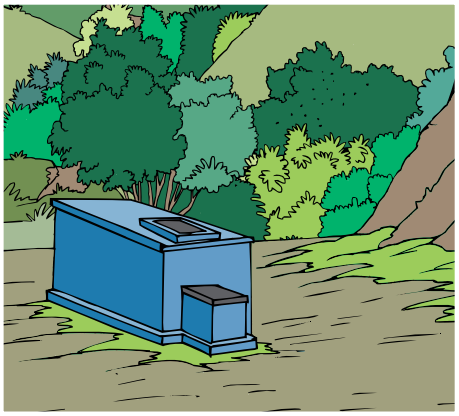
¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos	• Destrucción parcial o total de estas estructuras ubicadas en las trayectorias de los deslizamientos activos. • Rotura de los accesorios como válvulas. • Fisuras en la estructura de almacenamiento. • Pérdida de agua por filtraciones.  Reservorio afectado por un deslizamiento.

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS	
Caída de rocas	• Fisuras en los muros por impacto de las rocas. • Daño en las cámaras de válvulas (rotura de los accesorios). • Pérdida de agua en el tanque de almacenamiento por filtraciones. • Daño en los sistemas de cloración ubicados próximos al reservorio.	 Reservorio afectado por la caída de rocas.
Heladas	• Congelan el agua en el momento del fraguado del concreto vaciado produciendo grietas en la estructura. • Reducen la resistencia final del concreto armado. • Dificultan el proceso constructivo. • Congelan el agua en los sistemas de cloración por goteo.	 Reservorio afectado por la helada.
Terremotos	• Destrucción parcial o total de las estructuras. • Presencia de fisuras en los muros del tanque y la cámara de válvulas. • Rotura de los empalmes entre las tuberías y las estructuras. • Grietas que con el ambiente húmedo corroen las varillas de acero de refuerzo en la estructura. • Hundimiento o rotación que afecta a la estructura.	 Empalmes del reservorio afectados por un terremoto.

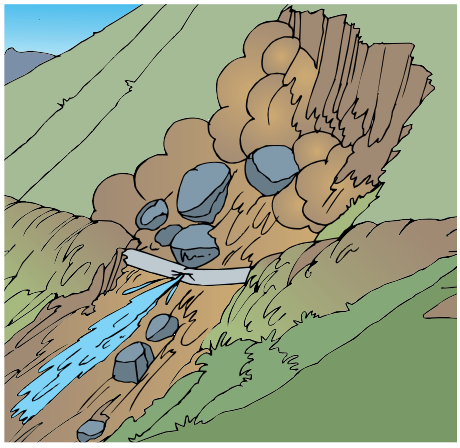
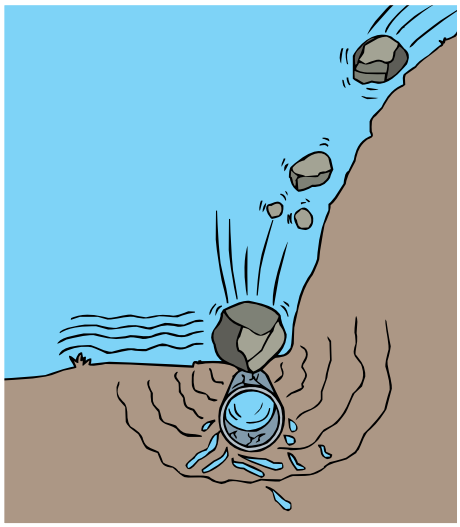
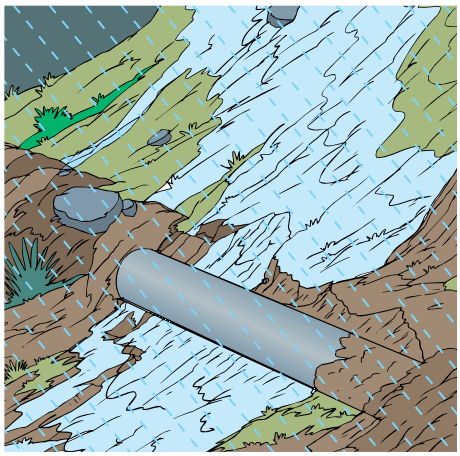
¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

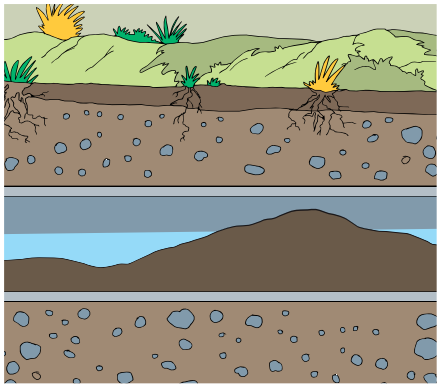
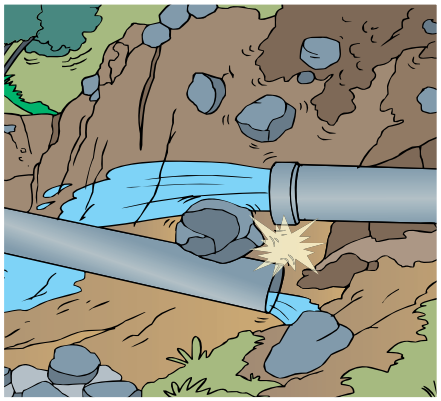
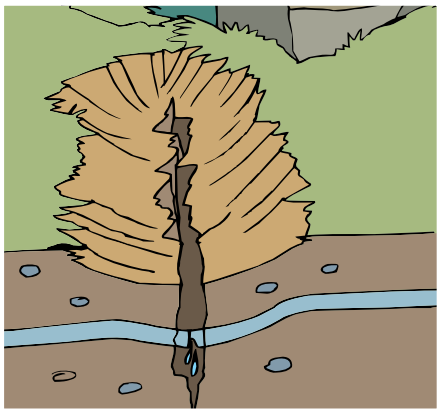
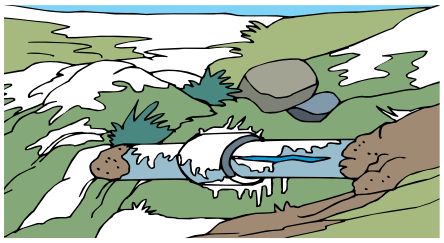
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Realización de estudios geológicos para identificar zonas críticas propensas a deslizamientos. • Ubicar la estructura en un lugar menos vulnerable. • Reforestación con plantas nativas. • Construcción de muros de sostenimiento y protección. • En caso de reservorios enterrados, verificar que se haya considerado el nivel de la napa freática en el diseño de la cimentación, pues pueden flotar si no están llenos, si ocurre licuación de suelos. • Se deben prever sistemas de drenaje superficial y sub superficial, según sea el caso, con la finalidad de proteger la cimentación de los reservorios. • Prever cerco de protección.  **Mitigación en reservorios :** 1. Zanjas de coronación para evitar la erosión del terreno, 2. Muros de contención para evitar el deslizamiento del terreno. **En la construcción considerar:** • Construcción de zanjas de coronación. • Prolongar la tubería de rebose, para evitar la erosión en la base del reservorio. • La tapa del reservorio debe coincidir con el ingreso y salida del agua. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de la estructura, siempre y cuando no haya sufrido fisuras que comprometan el tanque de almacenamiento.
Caída de rocas	**En el diseño considerar:** • Ubicación del reservorio a zonas de menor peligro. • Realización de estudios geológicos para identificar zonas críticas propensas a deslizamientos. • Utilizar concretos y varillas de acero con calidad certificada por laboratorios competentes. Este requerimiento debe estar incluido en las especificaciones técnicas del proyecto. • Prever adecuados, cercos y/o estructuras de protección.  **Mitigación en reservorios :** 1. Ubicar el reservorio en una zona segura, 2. Tratamiento de laderas por medio de andenes, 3. Reforestar con plantas nativas, 4. Muros de contención para evitar el deslizamiento del terreno. **En la construcción considerar:** • Limpieza y desquinche controlado de rocas de la parte alta. • Tratamiento de laderas en las partes altas. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de la estructura, siempre y cuando no haya sufrido fisuras que comprometan el tanque de almacenamiento.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Heladas	**En el diseño considerar:** • Especificar y considerar dentro del expediente técnico el uso de aditivos incorporadores de aire. **En la construcción considerar:** • Preparación y vaciado del concreto en horas donde la temperatura es mayor que la temperatura de congelamiento. • Cubrir la estructura durante las noches y madrugadas. • Prever mecheros alrededor de la estructura durante las noches y madrugadas en los 3 primeros días iniciales de la construcción. • Prever adecuados, cercos y/o estructuras de protección. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de la estructura, siempre y cuando no haya sufrido fisuras que comprometan el tanque de almacenamiento.  **Mitigación en reservorios :** Hacer el vaciado de la estructura cuando la temperatura sea mayor que la de congelamiento para evitar fisuras al momento del fraguado por el congelamiento del agua de la mezcla, utilizar aditivos incorporados de aire.
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Incluir en el diseño de los reservorios el cálculo sísmico y el cálculo de empujes de tierras y la presión hidráulica para estructuras enterradas. • Incluir en el diseño el estudio geológico. • Realizar estudios de suelos en la zona donde se proyecta ubicar las estructuras. • Diseñar los reservorios incluyendo juntas entre pared y techo. • En el planteamiento hidráulico considerar subsistemas, para evitar reservorios grandes y en lo posible propiciar planteamientos sectorizados. • Ubicación del reservorio en zonas seguras.  **Mitigación en reservorios :** Ubicar la estructura en un lugar seguro alejado de las laderas para evitar daños por deslizamiento o caída de rocas durante el terremoto. • Considerar 2 uniones universales por cada válvula en la cámara de válvulas para facilitar su reemplazo. **En la construcción considerar:** • Prever anclajes adecuados para los equipos de cloración. • Control adecuado de la calidad del concreto y acero, con pruebas en laboratorio y campo. • Para reservorios elevados utilizar apoyos cilíndricos continuos de concreto armado, utilizando encofrados deslizantes. • Vaciado de la losa de fondo y los muros del tanque en un solo tiempo para garantizar una estructura monolítica. • La tapa sanitaria debe coincidir con el ingreso y salida del agua. **En servicio considerar:** • La escalera de acceso deberá ser móvil. • Reconstrucción del reservorio en caso de resultar afectado.

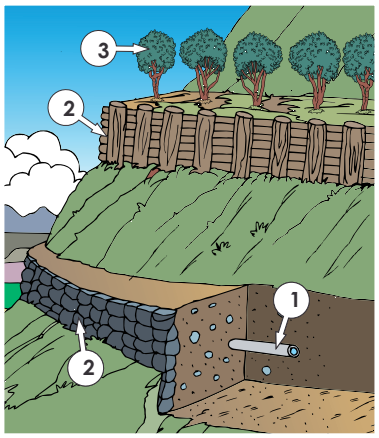
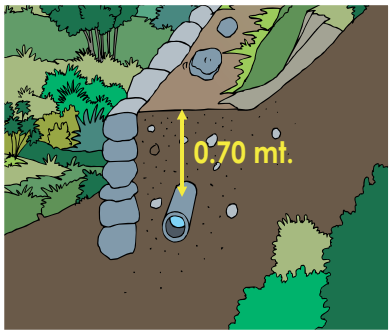
4.1.6 EN LINEAS DE CONDUCCIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN

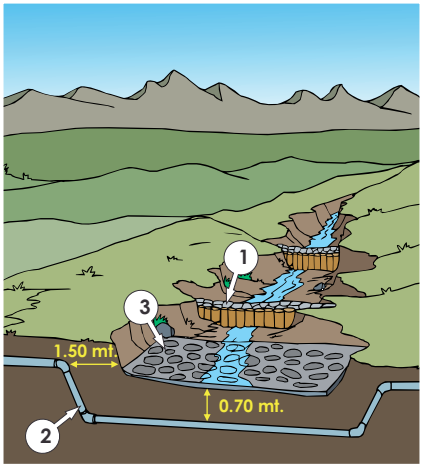
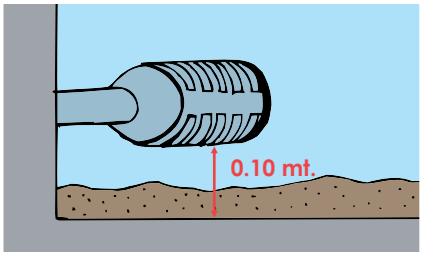
¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

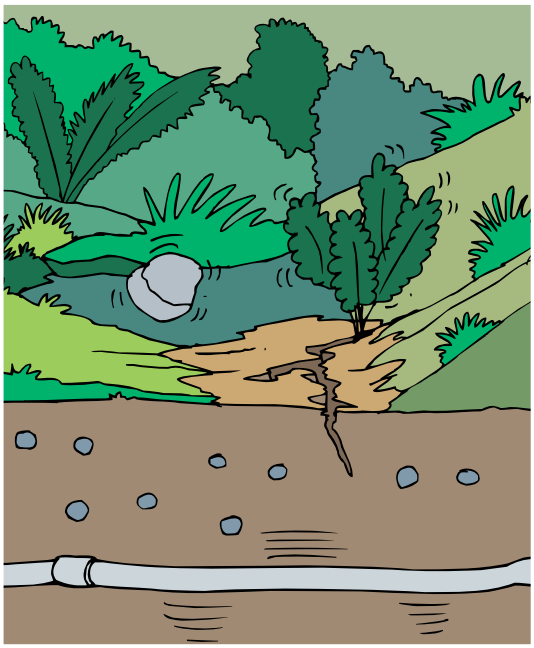
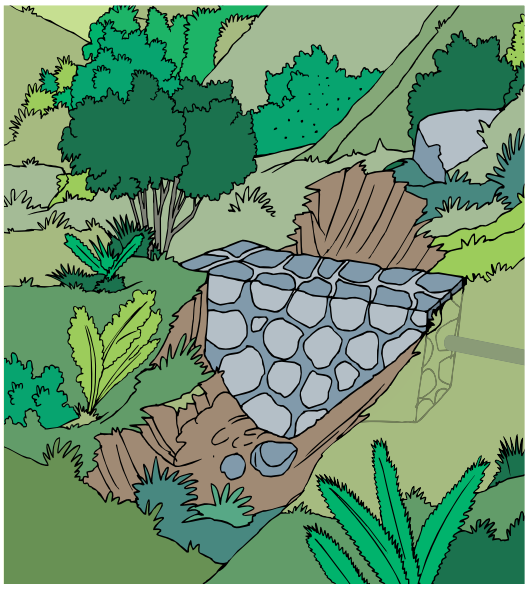
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS	
Deslizamientos	• Contaminación del agua transportada. • Rotura de las tuberías desabasteciendo de agua a la población. • Obstrucción debido al ingreso de sedimentos y otros en las redes y líneas. • Enterramiento de las tuberías. • Arrastre de tramos en las líneas y redes de agua.	 Tubería afectada por un deslizamiento.
Caída de rocas	• Rotura de las tuberías por impacto, debido a la poca profundidad de relleno sobre las redes. • Desabastecimiento de agua a la población. • Contaminación del agua conducida por la tubería. • Dificultad de acceder a la tubería por la presencia de rocas.	 Tubería afectada por la caída de rocas.
Inundaciones	• Erosión en los rellenos de las zanjas, debido a una mala compactación y poca altura de excavación, quedando expuesta la tubería. • Deterioro de las tuberías por asentamiento del suelo como consecuencia de la saturación del suelo. • Deterioro de las válvulas de control y cámaras de purga y aire. • Pérdida del alineamiento en las tuberías.	 Tubería afectada por la erosión del terreno por causa de las inundaciones.

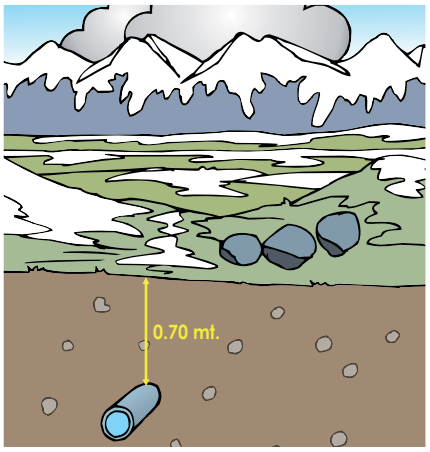
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS	
Sequías	• Obstrucciones por la disminución del caudal, por lo tanto reducción de la velocidad mínima para evitar la sedimentación. • Conflicto social por acceder al agua en la población. • Incremento de enfermedades, debido a la poca disponibilidad del recurso en las familias usuarias.	 Tubería taponada con lodos por la disminución del caudal del agua efecto de las sequías.
Terremotos	• Rotura de las tuberías y desacoplamiento de redes en las estructuras. • Deformación permanente por la licuación de suelos. • Desempalme en las uniones por separación de tuberías. • Las tuberías se deforman por compresión perpendicular a su eje y pierden su esfericidad. • Pérdida de agua y desabastecimiento a la población.	 Tubería rota por efecto de un terremoto.
Fallas geológicas	• Rotura de las tuberías. • Deformación permanente y separación en las uniones. • Pérdida de alineamiento en las redes de agua. • Obstrucción de la tubería por ingreso de sedimentos, colmatándose a los tramos aguas abajo. • Contaminación del agua transportada.	 Tubería rota por efecto de una falla geológica.
Heladas	• Rotura de las tuberías por el aumento en el volumen del agua congelada. • Pérdida de las propiedades resistentes del tubo. • Se dificulta la conducción del agua en las redes y conexiones domiciliarias.	 Tubería rota por efecto del agua al aumentar su volumen por las heladas.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos	**En el diseño considerar:** • Realización de estudios geológicos para identificar zonas críticas propensas a deslizamientos. • Desvío del trazo de la línea de conducción a zonas más estables. • Utilización de tuberías de polietileno o tuberías con juntas flexibles para lograr salvar la zona deslizada, provista de su debida protección. • Construcción de muros de sostenimiento y protección. • Es recomendable utilizar mapas de riesgo para definir las zonas por donde pasarán las redes. • Incluir en líneas y redes de pendiente pronunciada, sistemas de retenida en las zanjas mediante dados de concreto u otros medios. • Tratamiento de laderas en las partes altas. • Reforestación con plantas nativas.  Mitigación en Línea de conducción : 1. Utilizar tubería de polietileno, 2. Construir muros de contención, 3. Reforestar las laderas con plantas nativas. **En la construcción considerar:** • Alejarse de las zonas inestables detectadas. • Cambiar el trazo por zonas más estables. **En servicio considerar:** • Rehabilitación de las tuberías en caso de resultar afectadas. • Recubrir el relleno de la tubería permanentemente.
Caída de rocas	**En el diseño considerar:** • Realización de estudios geológicos para identificar zonas críticas propensas a deslizamientos. • Desvío del trazo en las líneas de conducción y distribución. • Utilización de tuberías de mayor resistencia para lograr salvar la zona crítica. • Profundización del enterramiento de la tubería a una altura mínima de 0.70 m, la que se aumentará de acuerdo a la gravedad de la amenaza. • Tratamiento de laderas en las partes altas, para evitar desprendimientos.  Mitigación en Línea de conducción: Enterrar la tubería a una altura mínima de 0.70 mt. bajo el nivel del terreno. • Reforestación con plantas nativas. • En caso de que la tubería atraviese zona rocosa y no se pueda profundizar la excavación, se construirá muros de piedras a modo de andenes para ubicar dentro de ella la tubería previamente colocando una cama de arena de soporte y luego rellenando hasta una altura mínima de 0.70 m. **En la construcción considerar:** • Alejarse de las zonas inestables detectadas. • Cambiar el trazo por zonas más estables. • Detectar fugas de agua durante la construcción. **En servicio considerar:** • No permitir que ninguna tubería de PVC esté expuesta al intemperismo.

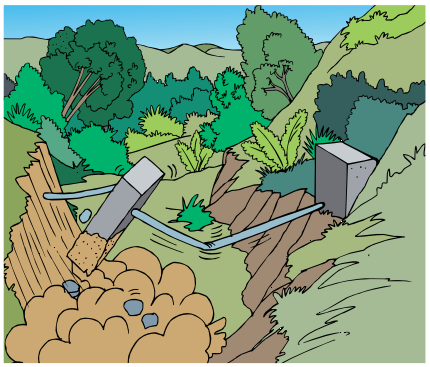
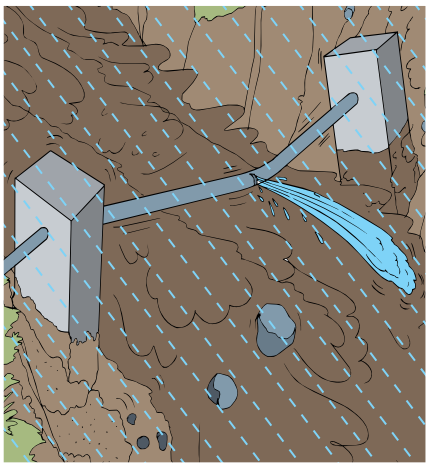
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Inundaciones	**En el diseño considerar:** • Diseñar las redes de distribución de agua en circuitos que permitan aislar con válvulas, sectores con amenaza de inundación o posibles desbordes de quebradas o ríos. • Hay trazos que no pueden evitarse que pasen por zonas peligrosas y no es posible reubicarlos, por lo tanto se debe considerar como parte de la inversión un porcentaje de la tubería para posterior stock como repuestos. • Relleno y compactación de las zonas erosionadas. • Proponer en el expediente técnico, drenajes, para desviar las aguas de lluvias a las quebradas. • Especificar en el expediente técnico altura mínima de excavación y relleno de 0.70 m.  **Mitigación en Línea de conducción :** 1. Implementar muros de protección para evitar la erosión en las quebradas, 2. Profundizar la tubería y alejarse del borde, 3. Hacer un enrocado para proteger la instalación de la tubería, preferentemente utilizar tubería de fierro galvanizado. • Especificar el grado de compactación de los rellenos en la línea de conducción y red de distribución. **En la construcción considerar:** • Alejarse de las zonas propensas a inundación. • Detectar fugas de agua durante la construcción. **En servicio considerar:** • Relleno y compactación de las zonas erosionadas.
Sequías	**En el diseño considerar:** • Incremento de fuentes de agua para mantener un caudal que evite la sedimentación. • En el diseño mantener una altura mínima de 0.10 m, desde el fondo de las estructuras hasta la canastilla, para lograr la sedimentación en la cámara húmeda. • Incluir en el diseño válvulas de purga en las partes bajas de la línea de conducción y redes de distribución.  Ubicar la canastilla a una altura mínima de 0.10 mts. por encima de la losa de fondo para evitar el ingreso de lodos a las líneas de conducción. **En la construcción considerar:** • Respetar las especificaciones técnicas del proyecto. • Evaluar posibles zonas de interconexión con otras redes o sistemas. **En servicio considerar:** • Verificar que el agua circule de manera continua por todos los tramos de las redes o líneas de agua. • En los planos de redes de tubería de distribución se dejaran señalados las tomas (acoples) para conectar sistemas alternos en caso de necesidad.

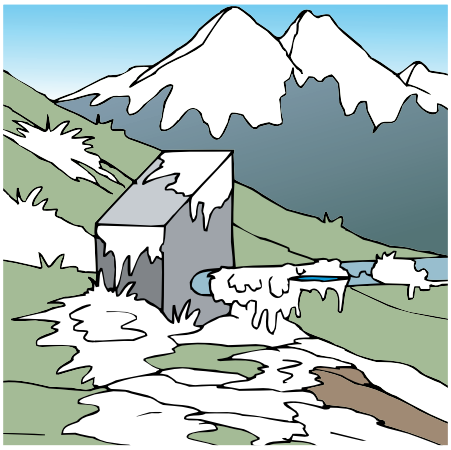
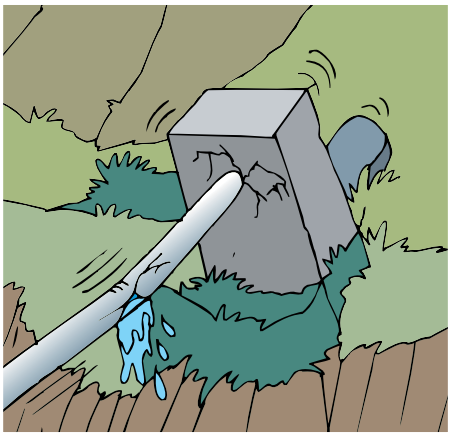
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Terremotos y fallas geológicas	**En el diseño considerar:** • Utilización de tuberías de polietileno y/o fierro galvanizado en zonas inestables. • Utilización de juntas flexibles en los tramos donde las tuberías cruzan zonas agrietadas. • Incluir en el diseño de redes de distribución, válvulas conforme a normas generalmente aceptadas y distribuidas estratégicamente, de manera que las áreas más dañadas puedan ser fácilmente ais-ladas. • Incluir en el diseño el uso de accesorios que permitan la flexibilidad de las tuberías al conectarse en aquellos elementos de acople rígido tales como cajas de válvulas, reservorios, etc.  Utilizar tuberias y accesorios flexibles para evitar la ruptura de los mismos durante los terremotos. • En las líneas de conducción y redes de distribución, incluir en el diseño, el uso de tuberías y uniones flexibles. • Para el caso de uniones rígidas, cada cierto tramo se debe considerar uniones flexibles para absorber las vibraciones y el desplazamiento horizontal. • La unión de la tubería con los accesorios debe preferentemente ser roscada y no pegada ya que éstos se desprenden si la intensidad sísmica es alta. **En la construcción considerar:** • No usar accesorios de hierro fundido sino materiales dúctiles. • Prever trazos en líneas y redes por zonas adecuadas. • Evitar exponer la tubería o accesorios a fuego directo. **En servicio considerar:** • Rehabilitar los tramos afectados a la brevedad. • Considerar tubería de reposición en almacén. • Detectar oportunamente las fugas de agua.  Reubicar la línea de conducción o utilizar un muro de protección para salvar la falla geológica.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Heladas	**En el diseño considerar:** • Especificar en los planos la altura mínima de excavación y de relleno de las zanjas donde se instalarán las tuberías. **En la construcción considerar:** • Profundizar las zanjas donde se instalan las tuberías. **En servicio considerar:** • No permitir que ninguna tubería de PVC esté expuesta al intemperismo y heladas. • En las madrugadas evitar que el agua permanezca dentro de la tubería, para lo cual es recomendable cerrar la salida del agua en la noche en el reservorio y abrirla en la mañana del siguiente día.  Profundizar la tubería a 0.70 mt como mínimo bajo el nivel del terreno para evitar el congelamiento.

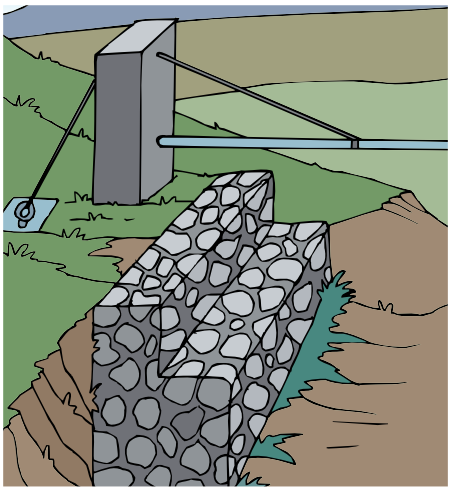
4.1.7 EN PASES AÉREOS

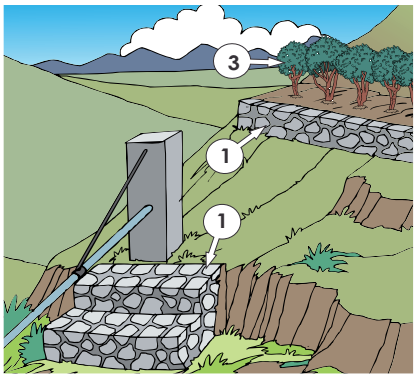
¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

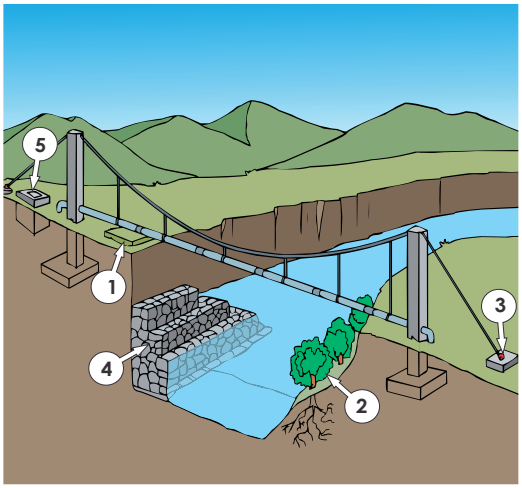
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos **Caída de rocas**	• Inestabilidad de los anclajes y estructuras de soporte. • Rotura de las tuberías por impacto. • Rotura de los cables que sustentan el pase aéreo. • Pérdida de agua conducida por las tuberías. • Desabastecimiento de agua a la población.  Pase aéreo afectado por un deslizamiento.
Huaycos	• Erosión del cauce del río, por lo tanto socavación del estribo de soporte del pase aéreo. • Muchas veces el tirante de agua alcanza a la tubería del pase aéreo, destruyéndola. • El agua sigue discurriendo pudiendo ocasionar erosión en parte del estribo. • Infiltración de agua y sólidos en tramos colapsados, ocasionando pérdida de la calidad del agua y la reducción del diámetro útil en las tuberías. • Hundimiento y/o deslizamiento y pérdida de estabilidad por saturación del suelo. • Pérdida de la estructura por activación de ríos o quebradas secas.  Pase aéreo afectado por un huayco.

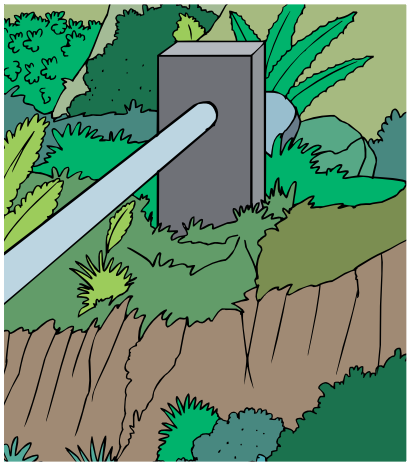
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Intemperismo Heladas	• Rotura de la tubería por su fragilidad. • Rotura de la tubería por aumento del volumen del agua congelada interiormente. • Pérdida de la resistencia en las tuberías. • La conducción del agua se ve limitada.  Pase aéreo afectado por las heladas.
Terremotos	• Destrucción parcial o total de la estructura del pase aéreo. • Fisuramiento de las columnas y estribos de soporte. • Rotura del empalme entre tuberías y estructuras de soporte. • Hundimiento, rotaciones y pérdida de la verticalidad en los elementos de soporte.  Pase aéreo afectado por un terremoto.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos Caída de rocas	**En el diseño considerar:** • Realización de estudios geológicos para identificar zonas críticas propensas a deslizamientos. • Ubicación del pase aéreo en una zona estable y poco expuesta. • Tratamiento de laderas en las partes altas para evitar desprendimiento de materiales sueltos. **En la construcción considerar:** • Eliminación de árboles cercanos que puedan caer sobre el pase aéreo. • Reforestación con plantas nativas en las zonas aledañas.  Muros de protección para reforzar el Pase aéreo.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos Caída de rocas	**En servicio considerar:** • Construcción de muros de sostenimiento y protección con materiales locales. • Reparación y reposición de cables de sustento. • Previsión de contar en el almacén con tuberías y accesorios de reposición en caso de emergencia.  **Mitigación en pases aéreos :** 1. Muros de refuerzo y protección, 2. Reforestar con plantas nativas para evitar la erosión.

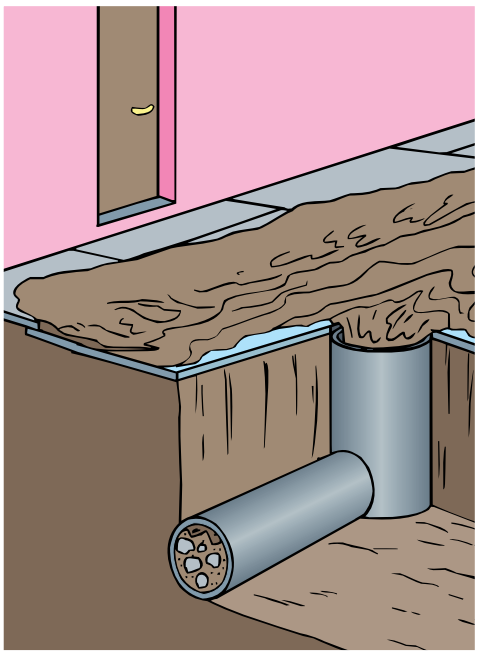
Huaycos	**En el diseño considerar**
	• Pases aéreos de hasta 6 metros de longitud podrán ser soportados por dados de anclaje, luces mayores deberán tener sistemas con cables, pendolones o estructuras de soporte tipo cerchas.
	• Construcción de muros de encauzamientos y muros de contención, puede trabajarse con gaviones.
	• Construcción de espigones aguas arriba del río para estabilizar la velocidad del curso del agua.
	• Diseñar el pase aéreo, considerando una luz mayor al cauce de la quebrada o río, considerando unos tres metros a partir de cada margen por seguridad.
	• Incluir la colocación de válvulas antes y después del pase aéreo, para evitar la erosión del agua aguas arriba y la posibilidad de contaminación aguas abajo del pase colapsado.
	 
	
	Mitigación en Pase aéreo : 1. Retiro del cauce. 2. Estabilización de taludes restableciendo la cobertura vegetal, 3.Bloque de anclaje para los cables de sujeción, 4. Muro de gaviones para prevenir la erosión del talud, 5. Válvula de corte para facilitar el mantenimiento.
	• Considerar una altura mínima de 2.00 mts. desde el nivel máximo del río a la tubería, incluyendo piedras y escombros.
	  • Para cauces pequeños de hasta 2 m. de longitud se puede plantear un sifón invertido de la siguiente forma:
	  • Excavar a lo largo del cauce una profundidad de 1.00 m.
	  • Colocar un enrocado sobre la base del cauce 1.00 m. antes y después de la ubicación de la tubería para evitar que el agua erosione el terreno.
	  • La tubería debe ser profundizada 1.50 m. antes y después del cruce de la quebrada y de preferencia será de fierro galvanizado.
	  • Incorporar medidas para reducir la erosión del fondo del cauce del río, mediante barreras aguas arriba del cruce de la tubería.
	En la construcción considerar:
	• Realizar pruebas de control de calidad.
	• Utilizar procesos constructivos adecuados.
	• Prever acciones de supervisión continuos.
	En servicio considerar:
	• Incluir mantenimiento del enrocado y las barreras para disminuir la erosión.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Intemperismo **Heladas**	**En el diseño considerar:** • Tuberías de polietileno o de fierro galvanizado. • Aislantes térmicos como el tecknoport o considerar una tubería de mayor diámetro tipo encamisetado con la finalidad de crear un colchón de aire o aislante. **En la construcción considerar:** • Utilizar tuberías de buena resistencia al intemperismo, confiable calidad. • Realizar una buena compactación del material de relleno. **En servicio considerar:** • No permitir que ninguna tubería de PVC esté expuesta al intemperismo y heladas. • Evitar el flujo de agua en las madrugadas. Proteger la tubería del pase aéreo con un aislante térmico como la lana de alpaca para protegerlo de las heladas, y usar tuberías de polietileno.
Terremotos	**En el diseño considerar:** • Cálculos antisísmicos en el diseño de las columnas y estribos del pase aéreo. • Incluir en el diseño el uso de tensores contra viento para evitar los movimientos laterales. Principalmente en longitudes mayores a 30 mts. **En la construcción considerar:** • Instalar las columnetas resistentes y bien cimentadas. • Realizar pruebas de control de calidad. • Utilizar procesos constructivos adecuados. • Prever acciones de supervisión continuos. **En servicio considerar:** • Rehabilitar a la brevedad la estructura si resultara dañada. • Provisión de tuberías y accesorios de reposición.  Construir las columnetas del pase aéreo resistentes y bien cimentadas.

4.1.8 EN REDES COLECTORAS, EMISOR Y EFLUENTES, BUZONES, CÁMARA DE REJAS, LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN Y TANQUES SÉPTICOS

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos **Inundaciones** **Huaycos** **Terremotos** **Sequías**	• Colmatación de las redes por ingreso de lodos y residuos sólidos, dejando de funcionar el desagüe domiciliario y los colectores. • Reflujo de las aguas residuales hacia las viviendas y vías públicas generando focos de contaminación. • En caso de terremotos rotura de las tuberías en las redes colectoras y emisores, colapsamientos de los diques en las lagunas de estabilización y de las estructuras como cámaras de reja y tanques sépticos. • Desempalme de uniones y pérdida del alineamiento horizontal y vertical alterando la pendiente del drenaje.

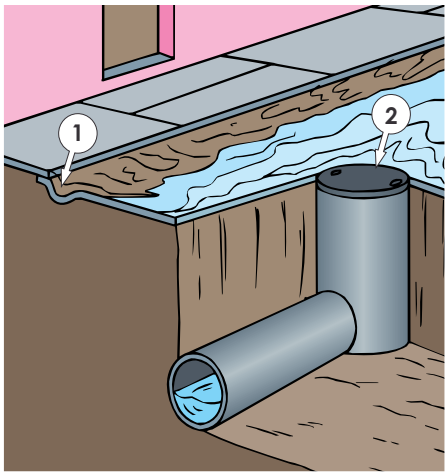
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos **Inundaciones** **Huaycos** **Terremotos** **Sequías**	• Las tuberías de desagüe de diferentes diámetros, en general se dañan al ser desenterradas por erosión, arrancadas de sus emplazamientos y arrastradas aguas abajo. • En caso de sequías se generan obstrucciones en redes por falta de caudal y disminución de la velocidad por debajo de la velocidad de sedimentación. • Desborde de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. • Contaminación ambiental y exposición a enfermedades. • Las lagunas al ser inundadas, colapsan porque el volumen adicional sobrepasa la capacidad de almacenamiento a la que fue diseñada. • Los taludes y canales de tierra colapsan por erosión. • Se depositan sedimentos en toda el área de la planta.  Buzón colapsado por el ingreso de sedimentos por falta de tapas y de cuneta para lluvias y lodos en las pistas.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos **Inundaciones** **Huaycos** **Terremotos** **Sequías**	**En el diseño considerar:** • Prever el aporte de agua de lluvias o separar los sistemas (desague/lluvia) para evitar rebalses. • Incluir dispositivos de derivación de sobreflujo en línea o colectores principales del alcantarillado sanitario. • Si la planta de tratamiento ha tenido que ubicarse en un área inundable, en la etapa de diseño se deben establecer elementos (obras civiles u otros) que protejan a las estructuras en casos de inundaciones o acumulación de sedimentos. • Durante la etapa de diseño considerar que los equipos y documentos técnicos se ubiquen en partes altas, para evitar que se deterioren durante las inundaciones. • Verificar durante el diseño y construcción que se considere una adecuada base de sustentación de los colectores. • Verificar durante el diseño y construcción se especifiquen y utilicen materiales de buena calidad. • Considerar diseños modulares de tal forma que se puedan sobrecargar las unidades en operación por cortos períodos. • En tramos con alta pendiente del terreno, diseñar sistemas de retenidas en las zanjas, mediante dados de concreto. • Incorporar estructuras de protección de tuberías y sistemas de tratamiento para contener flujos de lodos. • Incorporar obras de rebose y derivación en plantas de tratamiento de aguas residuales.

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos **Inundaciones** **Huaycos** **Terremotos** **Sequías**	

- En el diseño para la capacidad de lagunas, tomar en cuenta el aumento extremo de la precipitación. Utilizar con fines de protección y ubicación de las plantas los datos históricos de máximas inundaciones.
- Efectuar estudios de localización de las estructuras de descarga. Cuando son a cursos de agua, considerar el nivel máximo histórico en el punto de descarga.
- Desarrollar un estudio de impacto ambiental en la zona de descarga y disposición final de las aguas tratadas.
- Prever en lagunas y plantas de tratamiento de aguas servidas, cercos adecuados y/o estructuras de protección contra la erosión hídrica.



Mitigación en red colectora :
1. Cunetas de drenaje de agua y lodos,
2. Tapas de los buzones en buen estado.

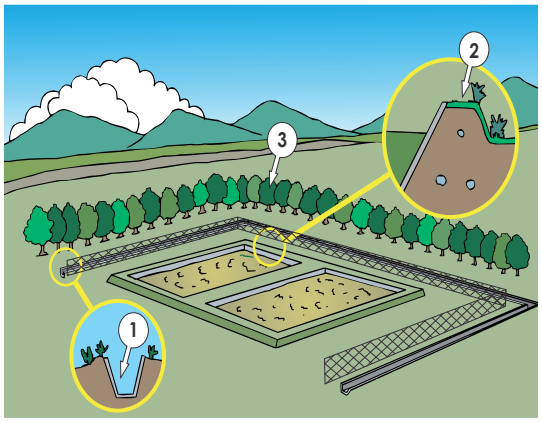
- Analizar los efectos de inundaciones y proponer las estructuras necesarias para su mitigación, que pueden ser: canales revestidos para la conducción de las aguas tratadas, estructuras de cruce adecuadas a fin que puedan amortiguar o soportar posibles erosiones en las zonas de quebradas activas o secas, etc.
- Considerar un material adecuado de revestimiento en los taludes de las lagunas y tanques para evitar la erosión.
- Los tanques sépticos estarán provistos de sistema de desfogue de lodos a través de válvulas bridadas o sumideros de limpia rebose en función a su capacidad, los mismos que descargarán a lechos de secado.
- Drenaje, estabilización de taludes, muros y diques.

En la construcción considerar:

- Elaboración de planos de replanteo al término de obra.
- Suministro de equipos y herramientas.
- Es aceptable la utilización de tuberías con ductilidad media como las de PVC, con buenos diseños y construcción de calidad que reduzcan los daños.
- Identificar rutas alternas para el acceso a los componentes de los sistemas de alcantarillado.

En el servicio considerar:

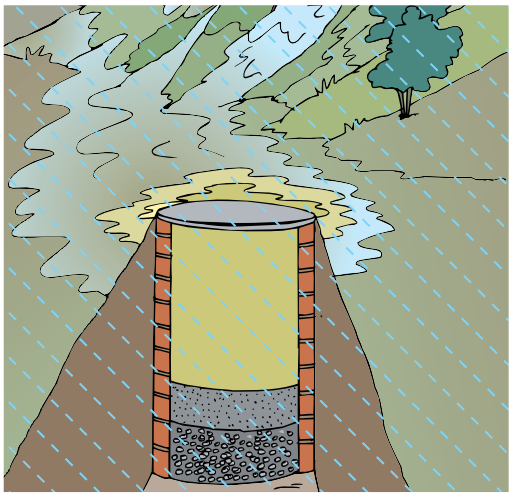
- Recomendar pavimentar las calles con pendientes pronunciadas y orientar el flujo del agua de inundación a un sistema de drenaje urbano, la sección de la calle no debe ser plana sino bombeada.
- Mantenimiento periódico del sistema.
- Inspección técnica y asistencia frecuente.



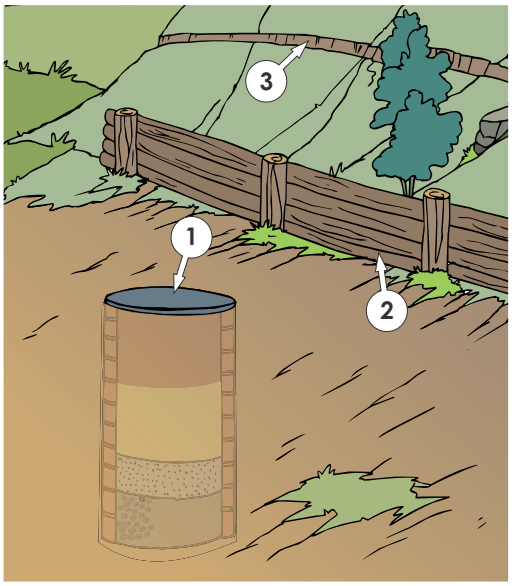
Mitigación en Lagunas de estabilización : 1. Canaletas para la recolección y drenaje de aguas de lluvia, 2. Protección de los bordes de la laguna con recubrimiento exterior (pasto y/o grama), 3. Cerco perimétrico y reforestación de zona circundante.

4.1.9 EN POZOS PERCOLADORES Y ZANJAS DE ABSORCIÓN

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

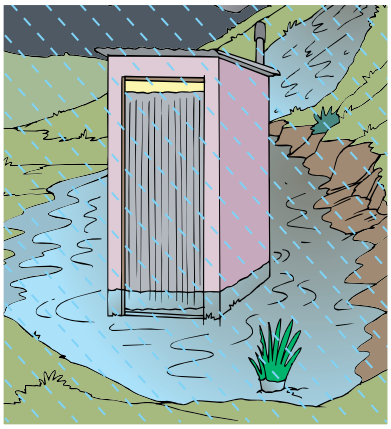
AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos Inundaciones Huaycos	• Colapso parcial del sistema por saturación de agua y lodos. • Contaminación ambiental. • Riesgo y exposición de la población a enfermedades. • Pérdida de la verticalidad de los pozos. • Colmatación de la estructura. • Presencia de malos olores. • Aparición de vectores como moscas, cucarachas, roedores alrededor de la estructura.  Pozo percolador colapsado por ingreso de líquidos por efecto de las inundaciones.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

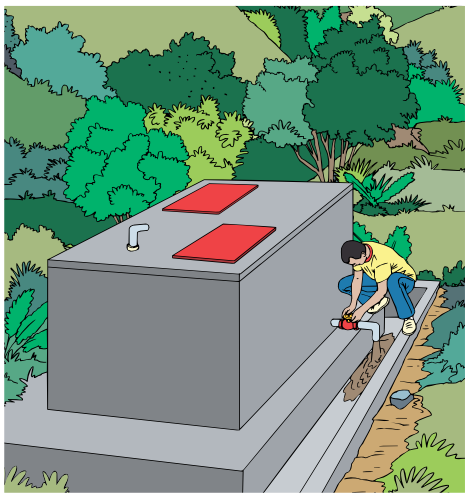
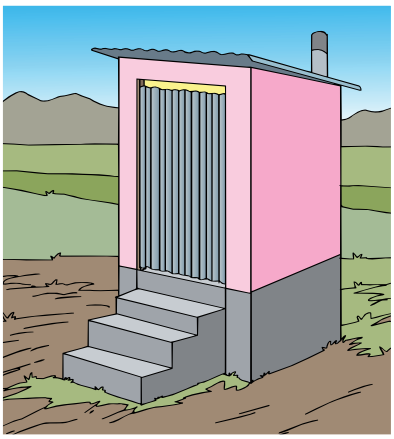
AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos Inundaciones Huaycos	**En el diseño considerar:** • Drenaje y/o derivación de aguas pluviales. • Zanjas de interceptación (tierra y material filtrante). • Encauzamiento o canalización de cursos de agua. **En la construcción considerar:** • Evitar la ubicación de los pozos percoladores y zanjas de absorción cerca de cauces de agua o zonas inundables. • Realizar pruebas de conductividad hidráulica en el suelo. **En el servicio considerar:** • Limpieza periódica de cauces de agua. • Reubicación del percolador o zanja filtrante una vez que se colmate.  **Mitigación en pozo percolador :** 1. Tapa en buen estado, 2. Muro de contención para evitar la caída de piedras, 3. Zanja de coronación para evitar las inundaciones y la erosión del terreno.

4.1.10 EN SISTEMAS DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS IN SITU

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE PRESENTAN AMENAZAS NATURALES?

AMENAZAS NATURALES	PROBLEMAS E IMPACTOS
Deslizamientos Inundaciones Huaycos	• Destrucción parcial o total de la infra-estructura. • Contaminación ambiental. • Riesgo y exposición de la población a enfermedades. • Dificultad para acceder a los servicios básicos. • Presencia de malos olores. • Aparición de vectores como moscas, cucarachas, roedores, etc.  Letrina afectada por una inundación.

¿CÓMO PODEMOS MITIGAR ESTOS EFECTOS?

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD
Deslizamientos Inundaciones Huaycos	**En el diseño considerar:** • Construcción de sistemas elevados en caso de inundaciones o nivel freático alto. • Drenaje y/o derivación de aguas pluviales. • Estudios de permeabilidad del suelo antes de la construcción. • Evitar la ubicación de las letrinas en zonas inundables. • Construcción de zanjas de corona-ción en la parte superior de las letrinas.  Limpieza de lodos.  Construcción de baño seco ecológico. **En la construcción considerar:** • Mejorar la calidad de la cimentación y caseta de la letrina. • Trabajar con materiales locales. **En el servicio considerar:** • Limpieza periódica de los pozos y/o reubicación de los llenos. • Mantenimiento a las casetas.

4.2 MITIGACIÓN EN EL COMPONENTE SOCIAL

4.2.1 ORGANIZACIÓN ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LOS DESASTRES NATURALES EN LOS SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO

ORGANIZACIÓN SIN FORTALECIMIENTO: SITUACIÓN CRÍTICA

AMENAZAS NATURALES	ANTES	DURANTE	DESPUES
Huaycos **Falla Geológica** **Deslizamientos** **Terremotos** **Heladas** **Sequías**	• Ausencia de organización institucional y social en relación al tema. • Desconocimiento de roles y funciones de la Municipalidad y comunidad ante la presencia de desastres. • Escasa sensibilización, información y capacitación sobre gestión de riesgos en caso de desastres. • Ausencia de instrumentos claros y precisos de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades EDAN.	• Colapso de los servicios de saneamiento. • Ausencia de liderazgo. • Poca iniciativa de respuesta. • Escasa participación e involucramiento de la población afectada. • Aprovechamiento de parte de la población afectada y no afectada. • Escasa coordinación y organización de las instituciones para la ayuda.	• Ausencia de instrumentos para la identificación de daños en agua y saneamiento. • Población sin servicios de agua y saneamiento. • Incremento de riesgos de contaminación ambiental. • Presencia de enfermedades. • Ausencia de un Plan de Intervención Integral en casos de desastres. • Total desorganización por ausencia de liderazgo.

ORGANIZACIÓN FORTALECIDA Y CAPACITADA

AMENAZAS NATURALES	ANTES	DURANTE	DESPUES
Huaycos **Falla Geológica** **Deslizamientos** **Terremotos** **Heladas** **Sequías**	• Conocimiento e interés de los peligros y vulnerabilidades que existen en la zona. • Realizan la evaluación de riesgos antes de los desastres. • Identifican componentes de los sistemas de agua y saneamiento más vulnerables.	• Solicitan apoyo a los gobiernos locales de manera organizada. • Organizan faenas comunales para devolver la operatividad al sistema. • Proporcionan materiales de la zona para reparar el sistema.	• Reconstrucción de los sistemas dañados. • Sensibilización y capacitación de autoridades y población para la adecuada gestión del sistema de agua y saneamiento. • Cloración y desinfección del sistema de agua.

AMENAZAS NATURALES	ANTES	DURANTE	DESPUES
Huaycos **Falla Geológica** **Deslizamientos** **Terremotos** **Heladas** **Sequías**	• Las instituciones públicas y privadas asumen sus competencias. • Cuentan con fondos de contingencias para recuperar el sistema. • Se cuenta con almacén adelantado de materiales para la emergencia. • Pobladores capacitados en la reparación del sistema. • Se realizan simulaciones de corte del sistema para preparar a la población. • Se identifican fuentes alternas de abastecimiento de agua. • Capacitación para el manejo adecuado del agua en situaciones de emergencia. • Implementación de sistemas de alerta temprana. • Se aplican medidas preventivas en función a los recursos disponibles. • Se consideran rutas alternas de acceso a las estructuras componentes del sistema.	• Existe un aporte económico local para reparar el sistema. • Respuesta de las municipalidades para dotar de agua mediante cisternas u otros medios. • Funcionamiento de los comités de Defensa Civil. • Manejo adecuado del agua para consumo en situaciones de emergencia. • Rehabilitación inmediata de los componentes afectados del sistema (se cuenta con materiales en almacén para reponer el servicio "opciones fusibles"). • Se establecen sistemas de comunicación directos y permanentes a los usuarios. • Búsqueda, rescate, socorro y asistencia a los damnificados.	• Coordinación de visitas técnicas e inspecciones al sistema con la ayuda de los gobiernos locales y el sector salud. • Propiciar que se incluyan obras de mitigación y/o prevención en los presupuestos participativos. • Gestionar financiamiento directo mediante mecanismos públicos a través de fichas de emergencias (MEF).

4.2.2 ACCIONES NECESARIAS A INCORPORAR EN EL COMPONENTE SOCIAL

AMENAZAS NATURALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD

Huaycos
Falla Geológica
Deslizamientos
Terremotos
Heladas
Sequias
	• Fortalecer capacidades a nivel institucional y comunitario.
	• Fortalecer las organizaciones para la gestión del riesgo de desastres:
	  • Definición de roles.
	  • Manejo de instrumentos.
	  • Padrones actualizados de recursos humanos y logísticos.
	• Instalar servicios de agua y saneamiento alternativos.
	• Formular e implementar un Plan de Contingencia.
	• Coordinación inter institucional canalizada desde los gobiernos locales.
	• Fortalecer al Comité Local de Emergencia.
	• Elaborar mapas de riesgos en forma participativa que involucre a la población.
	• Contar con un Plan de atención de emergencias que considere servicios alternativos de agua y saneamiento.
	• Planificar actividades de carácter participativo: simulacros, talleres de sensibilización.
	• Implementar sistemas de alerta temprana.
	• Prever dentro del presupuesto regional, municipal y comunal un fondo para la atención de medidas de respuesta a la emergencia.
	• Cumplimiento de los roles municipales para la implementación de un Plan de Ordenamiento Territorial que integre los riesgos.
	• Programar mantenimientos periódicos en los sistemas de agua y saneamiento, teniendo en cuenta su vida útil.
	• Elaborar e implementar un Plan de Educación Sanitaria en Reducción de Riesgos de Desastres (RRD).
	• Monitorear y acompañar a los comités de defensa civil.
	• Capacitar en EDAN (Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades).
	
	PLANIFICAR
	
	ACUDIR
	
	MITIGAR

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Términos definidos en la página Web del INDECI.

1. ACUÍFERO (geo):

Formación geológica fisurada o porosa saturada que contiene material permeable como para almacenar en sus intersticios una cantidad de agua que fluye en su interior. Este flujo se produce entre los poros y oquedades que se intercomunican, es de velocidad variable y obedece a las condiciones hidrológicas.

2. AFECTADO (grd):

Persona, animal, territorio o infraestructura que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno de origen natural o inducido por el hombre. Puede requerir de apoyo inmediato para eliminar o reducir las causas de la perturbación para la continuación de la actividad normal.

3. ALUVIÓN (geo):

Desplazamiento violento de una gran masa de agua con mezcla de sedimentos de variada granulometría y bloques de roca de grandes dimensiones. Se desplazan con gran velocidad a través de quebradas o valles en pendiente, debido a la ruptura de diques naturales y/o artificiales o desembalse súbito de lagunas, o intensas precipitaciones en las partes altas de valles y quebradas.

4. AMENAZA (grd):

Peligro inminente. Peligro natural o inducido por el hombre anunciado por una predicción.

5. AVENIDA (hid):

Crecida del caudal de un río. En algunos lugares del país se llama localmente riada.

6. CARCAVA (geo):

Surcos formados por el movimiento de las aguas provenientes de lluvias torrenciales, alcanzando algunas veces proporciones espectaculares en los terrenos inclinados.

7. COLMATACIÓN (hid):

Sedimentación excesiva en los cauces de ríos, lagunas y represas, principalmente en las partes bajas de las cuencas, pudiendo ocasionar el desborde de sus aguas.

8. DERRUMBE (geo):

Caída repentina de una porción de suelo, roca o material no consolidado, por la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante y a la fuerza de la gravedad, sin presentar un plano de deslizamiento. El derrumbe suele estar condicionado a la presencia de discontinuidades o grietas en el suelo con ausencia de filtraciones acuíferas no freáticas. Generalmente ocurren en taludes de fuerte pendiente.

9. DESASTRE (grd):

Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o inducido por el hombre).

10. DESLIZAMIENTO (geo):

Ruptura y desplazamiento de pequeñas o grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos, en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento.

11. DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS (geo):

Caída violenta de fragmentos rocosos individuales de diversos tamaños, en forma de caída libre, saltos, rebote y rodamientos por pérdida de la cohesión y resistencia a la fuerza de la gravedad. Ocurren en pendientes empinadas de afloramientos rocosos muy fracturados y/o meteorizados, así como en taludes de suelos que contengan fragmentos o bloques.

12. EROSIÓN (geo):

Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua, viento, el hielo, la humedad y variaciones de temperatura.

13. ESCORRENTÍA (hid):

Movimiento de las aguas continentales por efecto de la gravedad que tiene lugar a lo largo de cauces naturalmente excavados en la superficie terrestre.

14. FALLA GEOLÓGICA (geo):

Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce desplazamiento relativo, vertical, horizontal y longitudinal. Los procesos tectónicos generan las fallas.

15. HUAYCO (geo):

Un término de origen peruano, derivado de la palabra quechua "huayco" que significa quebrada, a lo que técnicamente en geología se denomina aluvión. El

"huayco" o "lloclla" (el más correcto en el idioma quechua), es un tipo de aluvión de magnitudes ligeras a moderadas, que se registra con frecuencia en las cuencas hidrográficas del país, generalmente durante el período de lluvias.

16. HUNDIMIENTO (geo):

Descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede debido, entre otros casos, a procesos de disolución de las rocas calcáreas por acción del agua y los cambios de temperatura (proceso cárstico); otras veces debido a la depresión de la napa freática, a labores mineras, a licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de los estratos.

17. INUNDACIÓN (hid):

Desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y tsunami.

18. MITIGACIÓN (grd):

Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientados a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción, contra desastres de origen natural e inducido por el hombre.

19. NEVADA (met):

Precipitación de cristales de hielo, que toman diferentes formas: estrella, cristales hexagonales ranurados, etc.; existen casos en que, aun a temperaturas bajo cero, los cristales pueden estar rodeados de una delgada capa de agua líquida y cuando chocan unos con otros incrementan de tamaño en forma de grandes copos.

20. PELIGRO (grd):

La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, potencialmente dañino, para un período específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

21. PLAN DE CONTINGENCIA (grd):

Son los procedimientos específicos preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta ante la ocurrencia o inminencia de un evento particular para el cual se tienen escenarios definidos. Por lo señalado, tiene carácter opcional cuando se presuman las condiciones indicadas.

22. PREVENCIÓN (grd):

El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismo resistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, sobre ordenamiento urbano y otras).

23. RECONSTRUCCIÓN (grd):

La recuperación del estado pre desastre, tomando en cuenta las medidas de prevención necesarias y adoptadas de las lecciones dejadas por el desastre.

24. REHABILITACIÓN (grd):

Acciones que se realizan inmediatamente después del desastre. Consiste fundamentalmente en la recuperación temporal de los servicios básicos (agua, desagüe, comunicaciones, alimentación y otros) que permitan normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre. La rehabilitación es parte de la Respuesta ante una Emergencia.

25. RESPUESTA (grd):

La Respuesta como parte integrante de la Gestión de Riesgo de Desastres, está constituida por el conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan durante un desastre o inmediatamente ocurrido éste, así como ante la inminencia del mismo, a fin de garantizar una adecuada y oportuna atención de las personas afectadas y damnificadas, así como la rehabilitación de los servicios básicos.

26. RIESGO (grd):

Es la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.

27. SEQUÍAS (met):

Ausencia de precipitaciones pluviales que afecta principalmente a la agricultura. Los criterios de cantidad de precipitación y días sin precipitación, varían al definir una sequía. Se considera una sequía absoluta, para un lugar o una región, cuando en un período de 15 días, en ninguno se ha registrado una precipitación mayor a 1 mm. Una sequía parcial se define cuando en un período de 29 días consecutivos la precipitación media diaria no excede 0.5 mm. Se precisa un poco más cuando se relaciona la insuficiente cantidad de precipitación con la actividad agrícola.

28. SISMO (sis):

Liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, que se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres.

29. TERREMOTO (sis):

Convulsión de la superficie terrestre ocasionada por la actividad tectónica o por fallas geológicas activas. La intensidad es generalmente mayor de VI y VII grados de la escala Mercalli Modificada (MM).

30. VULNERABILIDAD (grd):

Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.

REFERENCIAS

- Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, versión 2009 (Preliminar), auspiciado por: RASNIC, RRASCA, Aguasan-COSUDE, INAA Enero 2009.

- ¿Cómo reducir el impacto de los Desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural? Preparado por: Jesús Antonio Trelles Bautista Gráficos: Daniel Taipe Isidro Lima, 2006.

- Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Emergencias y Desastres, Segunda edición (revisada y corregida), junio 2004.

- Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario; Instituto Nicaraguenses de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador.

- Taller de sistematización de experiencias en gestión del riesgo en proyectos de Agua y Saneamiento DRVCS - SANBASUR, Mayo 2011.

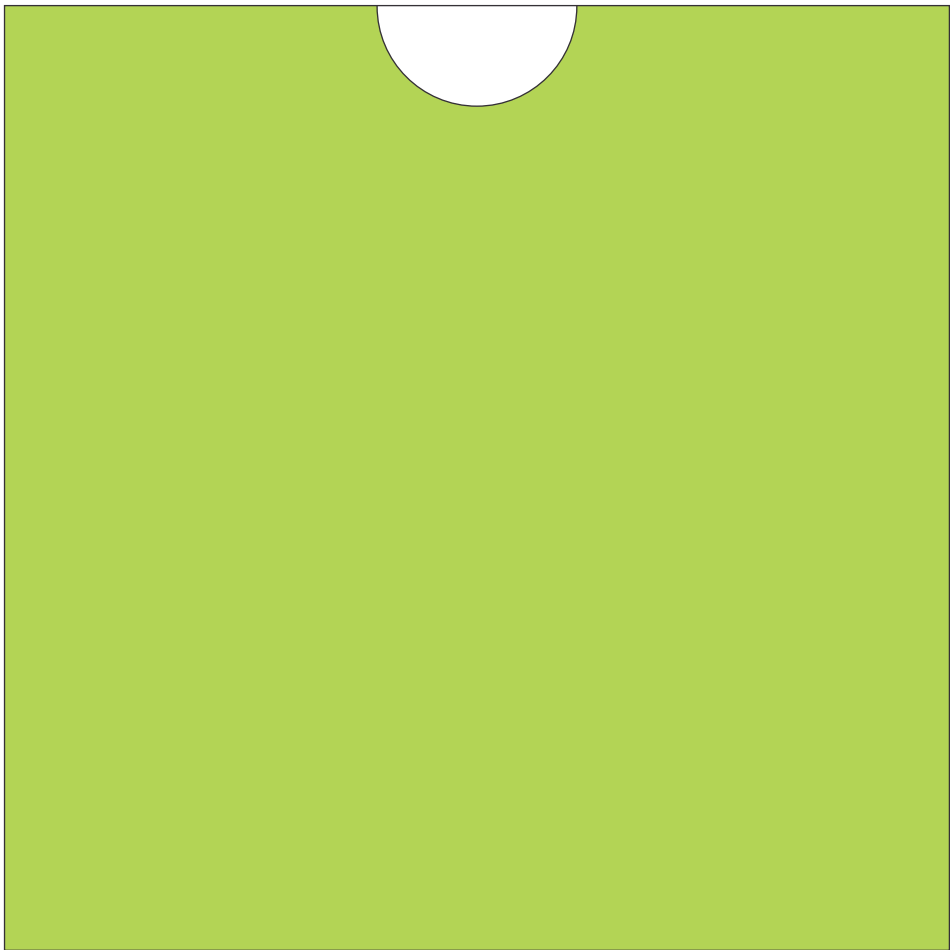
- ¿Como reducir el impacto de los desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural? Organización Panamericana de la Salud, Ecuador mayo 2007.

- Guía técnica de soporte para identificar, reducir y formular planes de contingencia por riesgos sobre la calidad del agua para consumo humano; Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia. Decreto 1575-2007.

- Reducción del Riesgo de Desastres en la Gestión del Ciclo del Proyecto; Herramientas para Oficiales de Programas y Gerentes del Proyecto; Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Medio Oriente y Norte de África - 2007.

- Pagina Web del INDECI. (www.indeci.gob.pe)

Captación de agua colapsada en Lucre - Quispicanchi - Cusco
Febrero 2010



Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Av. Micaela Bastidas N° 480 - Wanchaq - Cusco
Telefax N° 084-222173 / 084-242582 / 084-225751
http://www.regioncusco.gob.pe/dirvivienda