

12.RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones y resultados obtenidos a lo largo de este estudio, se ha realizado una propuesta de recomendaciones para la gestión del territorio con el fin de mitigar la problemática existente. Con estas conclusiones se pretende favorecer la desaceleración de los procesos de erosión que afectan a todo el volcán y tratar de controlar el riesgo por inundaciones y avenidas existente.

El objetivo de las recomendaciones es tratar de mejorar la calidad de vida de los habitantes de los municipios que circundan el volcán y conservar los recursos naturales como suelo y vegetación.

Los procesos de erosión son procesos naturales en los que no se puede intervenir hasta el punto de hacerlos desaparecer, es una tendencia natural del terreno en la búsqueda de un equilibrio. Las zonas con un alto grado de desarrollo, como las grandes inestabilidades que presentan algunas laderas son difíciles de recuperar, ya que son pocos en los factores en los que el hombre puede intervenir.

Aunque el estudio realizado se ha centrado en las tres quebradas más evolucionadas del volcán, las recomendaciones expuestas son y deben ser aplicadas al conjunto del área estudiada, ya que la problemática asociada es la misma.

Para la elaboración de estas propuestas se han tenido en cuenta los recursos naturales de la zona así como las necesidades de la población. Para llevarlas a cabo ha de actuarse a corto, medio y largo plazo, tanto por parte de las comunidades como de los organismos locales, departamentales y nacionales. Es de vital importancia que exista una buena conexión entre estos tres actores y que cada uno sea consciente y se haga cargo de las responsabilidades que le atañen.

Las recomendaciones han sido agrupadas según tres líneas de actuación:

Recomendaciones para la planificación territorial, enfocadas a la conservación de los recursos naturales, a desacelerar los procesos de erosión y mitigar el riesgo existente por inundaciones y avenidas. Se pretende lograr una mejora de la calidad de vida aunque esto suponga un cambio en las actividades de la población.

Recomendaciones de actuaciones sobre el terreno, enfocadas a mitigar el riesgo y desacelerar los procesos de erosión en las laderas.

Recomendaciones de actuaciones de prevención y seguimiento, enfocadas a mitigar el riesgo y a otorgar una continuidad al presente estudio.

12.1. Planificación territorial

Ya se ha explicado a lo largo de este informe la importancia de los recursos naturales suelo y vegetación, en cuanto a su influencia en la erosión de las laderas. Debe por tanto considerarse una planificación de los usos del suelo, con la doble función de abastecer a la población de los insumos necesarios y de no agotar los recursos naturales, sino contribuir a su enriquecimiento. Es imprescindible que participen en este punto las partes competentes a nivel gubernamental (SNET, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Economía, Ministerio de Educación, Alcaldías, etc.) y a nivel no gubernamental (ong's dedicadas al medio ambiente y al desarrollo social, comunidades, etc.). Se recomienda así:

- Evitar la quema de campos.
- Incentivar los cultivos permanentes (agroforestería)
- Reforestar las laderas con árboles frutales.

El sig (sistemas de información geográfica) es una buena base para la elaboración de una planificación territorial. Para las cartografías presentadas se ha utilizado esta base en la que se recomienda una actualización continua en los mapas ya elaborados, sobre todas las actuaciones, desde nuevas construcciones, hasta cultivos, etc. Deben igualmente realizarse mapas con la delimitación de zonas aptas y no aptas para cada actividad.

12.2. Actuaciones sobre el terreno

Los procesos de erosión, avenidas e inundaciones ocurren de forma natural propiciados por diversos factores que han sido detallados a lo largo del estudio. No obstante, se puede intervenir de manera directa sobre el terreno con el fin de que estos procesos ocasionen el menor daño posible a la población e infraestructuras. Parte de estas recomendaciones deben ser retomadas por Alcaldías e instituciones Departamentales y Nacionales, así como por los miembros de las comunidades y núcleos urbanos. Se realizan recomendaciones de actuación en cauce y en laderas.

12.2.1. Actuaciones en el cauce

- Construcción de gaviones en la quebrada El Cargadero.

Estas estructuras permiten, a corto plazo, captar el material arrastrado por el flujo hídrico, y, a medio plazo, modificar el perfil de la quebrada, disminuyendo la energía del flujo en las zonas que quedan colmatadas por una disminución de la pendiente. Se recomiendan estas estructuras permeables cuyas características permiten el paso del caudal líquido pero no del material involucrado. Poseen una gran resistencia y elasticidad que las hace idóneas para este tipo de dinámica.

Se recomienda el mantenimiento de los gaviones ya ubicados por la ong PCI y la ubicación de más gaviones en la parte alta de la cuenca con la finalidad de retener los 12.000m³ de material restantes, que actualmente se encuentran susceptibles de ser transportados por los flujos torrenciales.

- Mantener los cauces limpios del material que va siendo depositado por los flujos hídricos. Este material hace disminuir la capacidad de estos cauces, facilitando la ocurrencia de desbordamientos. Para la retirada del material sedimentario se debe usar maquinaria en caso de ser necesario. Se debe realizar en los puntos bajos de las quebradas, en aquellos lugares en los que se identifica este incremento de depósitos. Los puntos donde el año pasado se depositaron grandes acumulaciones de material volverán a ser zonas donde el material tienda a depositarse, como fue el caso de la sección del puente en la quebrada *El Cargadero* en la carretera que une la carretera Litoral con Santiago de María o en la quebrada La Quebradona a la altura del caserío Los Perol.
- Tomar medidas de protección en la erosión de los cauces para evitar: inestabilidad de las laderas por descalce, especialmente en las zonas de curva de las quebradas, indicadas como zonas de alta erosión en los mapas realizados en detalle para cada quebrada, en las zonas

altas de las quebradas (mapas nº 8.1,8.2,8.3.anexo2); protección para los desbordamientos en las partes bajas de los cauces. Estas medidas pueden ser:

Obras biofísicas en los márgenes del cauce mediante bordas, acumulando el material que se encuentra en el cauce en los márgenes del mismo, y plantación de especies de rivera (bambú, sauces, etc.) para minimizar la erosión y evitar el desbordamiento de la importante carga sólida que transportan los flujos en las grandes avenidas.

- Estudio de la viabilidad de reubicación de las familias que se encuentran en riesgo, especialmente de las casas ubicadas en las zonas consideradas como cauce de las quebradas (mapa nº14."áreas inundables",área inundable 4.anexo2). Se conoce la problemática social que implica esta medida pero se considera la más segura para la gente que habita en estas zonas de mayor afectación, especialmente para la quebrada *El Cargadero*.

12.2.2.Actuaciones en las laderas

- Aumentar la sección de las salidas de drenaje existentes bajo la carretera de Santiago de María, en los cruces con las quebradas. En caso contrario, si son taponadas estas secciones, se producirá un desbordamiento por la carretera, afectando a estos puntos y a los situados más abajo ya que el agua puede diseminarse fuera de su cauce una vez que éste ha sido abandonado.

Para el caso de la sección del puente de la quebrada El Cargadero en el cruce con esta carretera, se recomienda una ampliación de esta sección. No se puede dar una sección determinada, esta sección va a depender a la hora de su diseño, de la vida media que se quiera planificar para este tipo de obras. En el capítulo 10.2 se determinan los caudales asociados para distintos periodos de retorno y la estimación de la capacidad del caudal líquido de esta sección, sección insuficiente para que exista una probabilidad mínima del 10% de que desborde cada año. Explicada la importancia de la carga sólida como formadora de taponos y por tanto puntos de desbordamiento, se recomienda el diseño de una obra, con menos probabilidad de taponarse que un puente de medio arco.

- Creación de un sistema de drenaje en carreteras y caminos, con el fin de evitar que estas vías de comunicación sean líneas preferenciales para la circulación de los flujos durante las lluvias, así como controlar el comportamiento del agua de escorrentía superficial. Se recomienda realizar esas canalizaciones especialmente en aquellos caminos que son utilizados de forma habitual como quebradas por el agua de escorrentía y que constituyen la única vía de escape de ciertos sectores en caso de necesidad de evacuación. Los drenajes deberían ser zanjas con un sistema de permeabilidad, constituido por arena compactada bajo

grava. Estos sistemas de drenaje requieren de un mantenimiento principalmente de limpieza para evitar que sean obstruidos.

- Tomar medidas de protección contra la erosión de las laderas, obras biofísicas de contención y conservación del suelo: barreras vivas, acequias, muros secos, etc. Las acequias son obras que deben construirse paralelas a las curvas de nivel, con la doble función de retener las partículas arrastradas por la erosión y aumentar la infiltración para una adecuada conservación de los suelos. Las barreras vivas y muros tienen la finalidad a corto plazo de reducir la acelerada evolución de las pequeñas quebradas que afectan la ladera, reteniendo material y disminuyendo la pendiente. A mediano plazo, genera una vegetación, que además de proteger los suelos contra la erosión genera insumos para la población.

En la actualidad la Ong CHF está realizando obras de protección de suelos en ladera media (anexo 6). Se recomienda que se extrapolen estas medidas con el fin de cubrir toda la ladera afectada. En aquellos puntos en los que se está desarrollando el cambio de cultivo de cafetal a técnicas de cultivo temporal debe elaborarse una planificación previa, como se explicaba en el apartado anterior.

12.3. Actuaciones de prevención y seguimiento

El presente informe será entregado a diferentes organismos con el fin de hacer pública toda la información que se recoge y de darle una continuidad al proyecto. El SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales) como contraparte, se hace cargo del seguimiento de este área, así como de la actualización de las cartografías mediante el SIG. Será igualmente entregado a las Alcaldías de los municipios del área de estudio, con la misma finalidad y a ong's con proyectos en la zona como PCI y Handicap International.

Para que esta continuidad sea más efectiva, se hace un llamamiento a los habitantes de las comunidades ubicadas en las faldas del volcán. La falta de registros históricos de eventos pasados ha sido una de las problemáticas que se han encontrado en la realización de este proyecto. Sería por tanto de gran utilidad para posteriores análisis que se llevaran a cabo, un monitoreo de eventos, con información acerca de:

- Zonas inundadas, ya sean hogares o carreteras y caminos, con el fin de registrar el comportamiento hídrico, asociando dicha información a la fecha exacta en que ocurre y al tiempo de duración de las precipitaciones.
- Ocurrencia de desprendimientos, y causas asociadas: sismo o lluvias.
- Con la finalidad de poder asociar a los eventos de avenidas e inundaciones, se recomienda instalar una estación pluviométrica donde se registren intensidades de lluvia.

- Se recomienda mantener un control sobre el estado de evolución de las quebradas, sobre la ocurrencia o reactivación de inestabilidades y la cantidad de material disponible en los cauces.
- Debe tenerse especial precaución en las casas cercanas a toda quebrada y desalojarse éstas en caso de crecida del caudal, hacia puntos más elevados y alejados de las quebradas.
- Se considera necesaria la creación de comités de gestión local del riesgo, como actuaciones de prevención, labor que está siendo realizada por la ong Handicap International, y la realización de capacitaciones a la población para darse a conocer la amenaza existente, así como la elaboración de un código de conducta y emergencia durante las avenidas.
- Incluirse en la curricula escolar la gestión de riesgos.
- Preparación de mapas con vías de evacuación.
- Creación de áreas de refugio equipadas.