

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6973**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LOS SECTORES YANASACHA Y SANTA ROSA**

Región Ayacucho  
Provincia La Mar  
Distrito Santa Rosa



NOVIEMBRE  
2019

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLOGICOS EN LOS SECTORES YANASACHANA Y SANTA ROSA

REGIÓN AYACUCHO, PROVINCIA LA MAR, DISTRITO SANTA ROSA

### Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1. Antecedentes y trabajos previos .....	3
1.2. Objetivos .....	5
<b>2. ASPECTOS GENERALES</b> .....	5
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	5
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	6
3.1. Pendiente del terreno .....	7
3.2. Clasificación de unidades geomorfológicas.....	7
<b>4. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	10
4.1. Complejo Metamórfico .....	10
4.2. Formación Ananea .....	10
4.3. Grupo Cabanillas .....	10
4.4. Depósitos aluviales.....	11
4.4. Depósitos fluvial .....	11
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	13
5.1. Conceptos teóricos .....	13
5.1.1. Deslizamiento .....	13
<b>6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS</b> .....	24
<b>CONCLUSIONES</b> .....	27
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	28
<b>REFERENCIAS</b> .....	29

## RESUMEN

El distrito de Santa Rosa con una extensión territorial de 372.3 km<sup>2</sup> se ubica en la margen izquierda del valle del río Apurímac; en el oriente peruano. Por su ubicación geográfica está expuesta a fuertes lluvias estacionales (enero a marzo), a esto se suma sus condiciones geológicas y geomorfológicas que son susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa..

Ante esta problemática de riesgo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental realizó la evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos, en dos sectores afectados por procesos geodinámicos. El trabajo fue realizado por geólogos especialistas en peligros geológicos, durante 1 días de trabajo de campo y consistió en: la cartografía de peligros geológicos que afectaron los poblados, carreteras, infraestructura entre otros.

Entre los factores condicionantes que originan la ocurrencia de procesos geológicos por movimientos en masa, se tiene la pendiente del terreno muy fuerte (25°-45°) la geomorfología formada por laderas de montaña en roca sedimentaria y substratos conformado por intercalación de areniscas gris claras con arcillitas pizarrosas gris oscuras (Gpo. Cabanillas), este substrato está cubierto por material cuaternario como depósitos aluvial y fluvial.

Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se identificaron peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbe y flujo de detritos; así como, peligros geohidrológicos como inundación y erosión fluvial. Estos peligros afectaron en diferente intensidad a centros poblados, vías afirmadas, infraestructura como terrenos de cultivo.

El presente informe técnico con información geológica y geodinámica para la Gestión del Riesgo de Desastres, contiene mapas que muestran la cartografía de peligros geológicos de las áreas afectadas según el tipo de evento ocasionado por las lluvias intensas y/o excepcionales.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades pongan en práctica para reducir la vulnerabilidad y por lo tanto el riesgo a los peligros geológicos. Estas propuestas de solución se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados; así como también evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional. Su alcance contribuye con entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local), a partir del reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios susceptibles a movimientos en masa, inundaciones u otros peligros geológicos asociados a eventos hidroclimáticos, sísmicos o de reactivación de fallas geológicas, o asociados a actividad volcánica. Mediante esta asistencia técnica el INGEMMET proporciona una evaluación técnica que incluye resultados de la evaluación geológica-geodinámica realizada, así como, recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos o la generación de desastres futuros en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres.

El alcalde de la municipalidad distrital de Santa Rosa, mediante Oficio N°068-2019-MDA/A, de fecha 14 de febrero del año en curso solicitó a nuestra institución una evaluación técnica de peligros geológicos en los sectores Yanasacha y Santa Rosa.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisionó a los profesionales Dulio Gómez Velásquez y Mauricio Núñez Peredo, especialistas en peligros geológicos, para realizar las evaluaciones técnicas, en los sectores previamente mencionados, el cual se realizó el 22 de febrero del presente año, previa coordinación con autoridades locales.

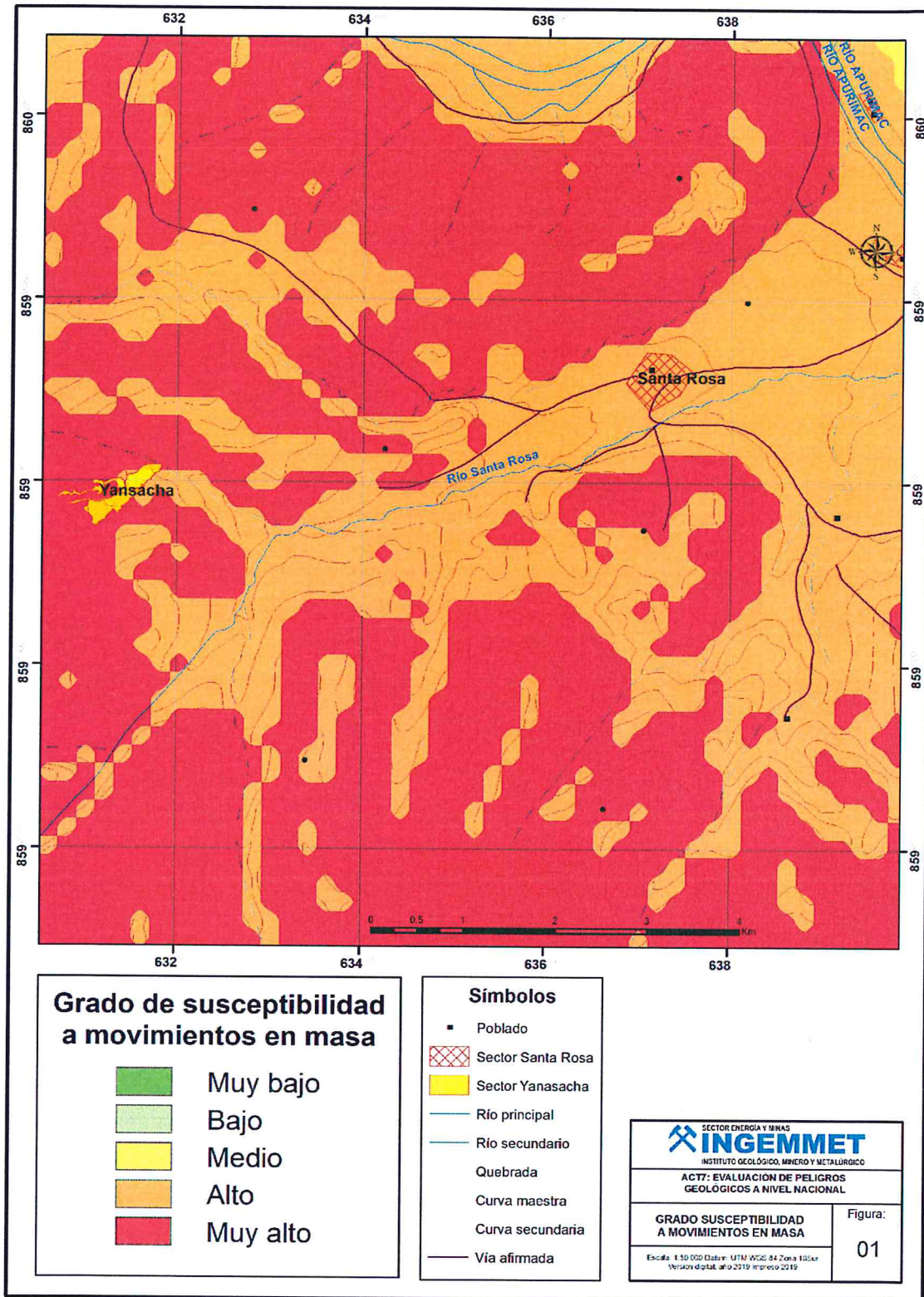
La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1. Antecedentes y trabajos previos

Se pueden mencionar los estudios anterior efectuado en la zona que se menciona a continuación:

- a) Estudio de riesgos geológicos de la región Ayacucho (Ingemmet, 2015), realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que los sectores de Yanasacha y Santa Rosa, se ubica en una zona de Alto a Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera (figura 1).
- b) Zonas críticas por peligros geológicos en la región Ayacucho (Vilchez, M., et al, 2011), identifica cinco zonas críticas en la provincia La Mar, el sector Santa Rosa es considerado como zona crítica a la ocurrencia de peligros geohidrológicos como erosión e inundación fluvial, considerado como eventos excepcionales como último evento se tiene el ocurrido el año 2012, afectaron las terrazas bajas donde se encuentran asentados las comunidades de Luisiana y Unión Mejorada, afectando viviendas y terrenos de cultivo.



**Figura 1.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Ayacucho, se observa que en los sectores de Yanasacha y Santa Rosa, se ubica en una zona de Muy Alto a Alto grado de susceptibilidad a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera. (Ingemmet, 2015).

## 1.2. Objetivos

- Identificar los peligros geológicos por movimientos en masa, que afectaron los sectores del distrito de Santa Rosa, obras de infraestructura, terrenos de cultivo y vías de comunicación; así como, las causas de su ocurrencia.
- Emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación del riesgo.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Ubicación y accesibilidad

El área de estudio en el distrito de Santa Rosa se ubica en la margen izquierda del río Apurímac (figura 2), entre las coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur: 629956 – 641032 E y 8598351 - 8594733 S, a una altura que varía de 630 a 1150 m s.n.m. el distrito tiene una extensión territorial de 372.3 km<sup>2</sup> cuenta con aproximadamente 4 042 habitantes (INEI-2017), que se dedican principalmente a la agricultura.

El acceso a la zona de estudio:

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Ayacucho	873	Asfaltada	14:17
Ayacucho	San Francisco	182	Asfaltada	4:31
San Francisco	Santa Rosa	20.2	Afirmada	0:59
Santa Rosa	Yanasacha	8.5	Afirmada	0.25

La zona presenta un clima tropical y húmedo. Actualmente no cuenta con una estación hidrometeorológica. Sin embargo de la estación de Pichari, la más cercana al área de trabajo (última en funcionar), se tiene registrada precipitaciones de 2184,6 mm anuales (SENAMHI, 2003).

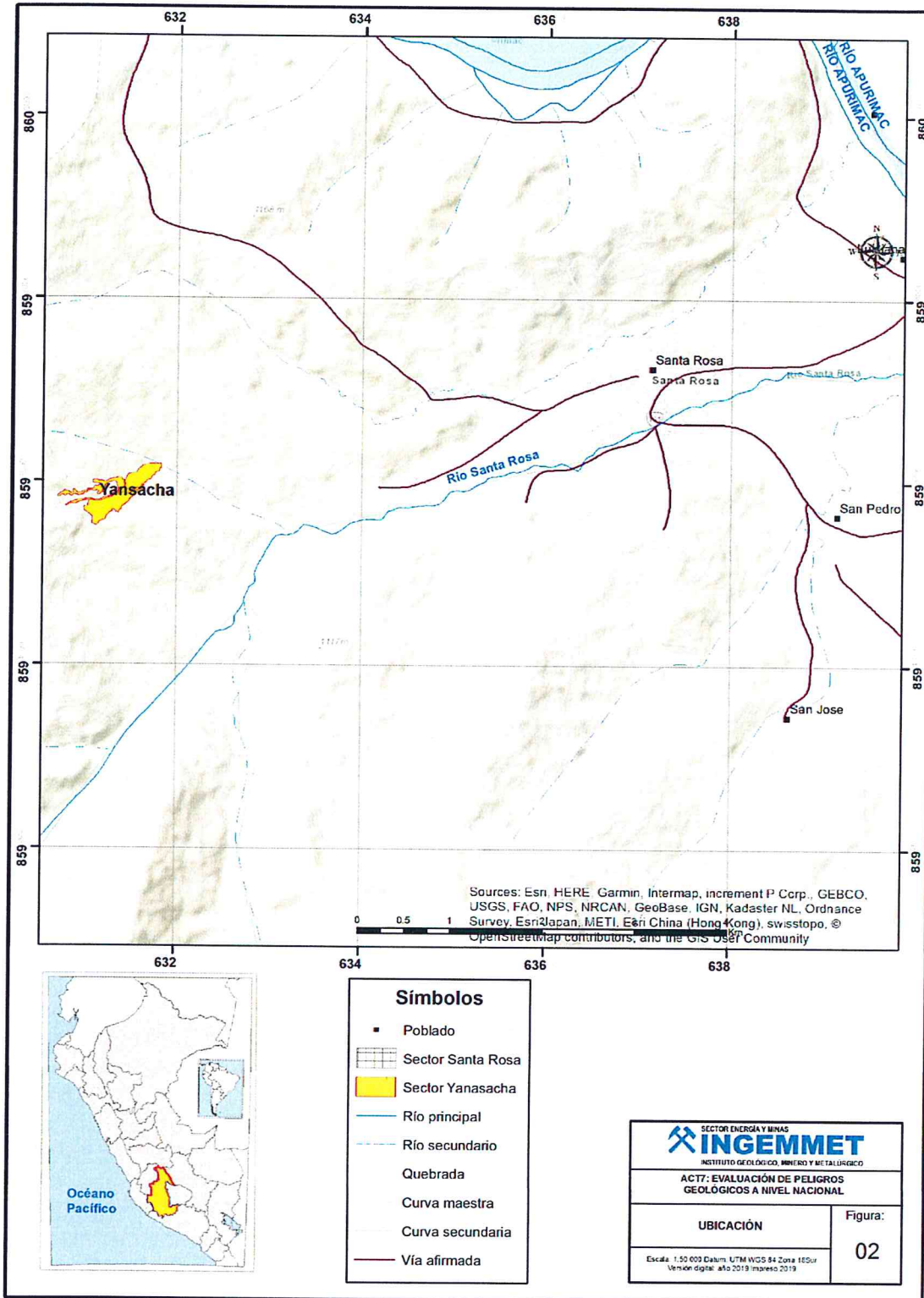


Figura 2. Mapa de ubicación de los sectores Yanasacha y San Rosa y alrededores.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área de estudio presenta una topografía accidentada y agreste. El relieve es abrupto con terrenos accidentados, de flancos escarpados en algunas zonas cortado por profundos valles y quebradas. (figura 03).

### 3.1. Pendiente del terreno

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, además del relieve, es la pendiente de los terrenos. La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

En la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen moderada pendiente, comprendidas entre 25° a 45°. Esto facilita el escurrimiento superficial de los materiales sueltos dispuestos en las laderas. Asimismo se tienen pendientes menores de los 5°, situadas en la parte baja del río Apurímac y Santa Rosa donde se asienta algunos centros poblados.

Por ello es propenso, considerando solo el factor pendiente, que ocurran movimientos en masa en laderas de montañas (deslizamientos) como cauces de quebradas (huaicos), porque facilita el escurrimiento superficial, como el fácil acarreo de material suelto en las laderas como cauces, respectivamente.

### 3.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

Las geoformas son unidades independientes que conforman un relieve, están compuestas por materiales que brindan información de su dinámica de formación, presentan características morfoestructurales tales como: forma, altura, pendientes, drenaje, vegetación, color, textura, etc., que las diferencian una de otras.

#### 3.2.1. Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional:

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas, ocupan el del área total de la región. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

#### Unidad de Montaña

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de la base local, se conocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento y de glaciación).

En el contexto general se encuentran conformados por alineamientos alargados, consolidados por rocas de tipo sedimentaria y metamórfica, con un moderado a fuerte estado de meteorización superficial y de erosión.



### **Sub unidad de montañas en rocas sedimentarias**

Corresponde a relieves montañosos compuestos por rocas sedimentarias (alternancia de areniscas cuarzosas y limolitas pizarrosas) con laderas de pendiente media a fuerte (25° a 45°). Se observa en el área de estudio. El centro poblado de Yanasacha se ubica sobre esta sub unidad.

### **Sub unidad de montañas en rocas metamórfica**

Corresponde a relieves montañosos compuestos por rocas metamórficas (filitas y cuarcitas) con laderas de pendiente fuerte (25° a 45°). Dentro del área de estudio solo se ubica al suroeste y representa en menor porcentaje.

## **3.2.2. Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional**

Formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos, a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En el área de estudio se identificaron dos unidades que corresponden a este proceso: unidad de piedemonte y unidad de planicie.

### **Unidad de piedemonte**

Constituyen depósitos convexos residuales acarreados y depositados en vertientes o laderas bajas y medias, engloba orígenes variados asociado a la gravedad, aguas superficiales, etc. y la pendiente como una condición determinante para su movilidad y acumulación de los materiales sueltos. Corresponden al tiempo geológico del cuaternario.

#### **Sub unidad de vertiente coluvio-deluvial.**

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos.

Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles.

### **Unidad de planicies inundables**

Corresponde a terrenos de acumulación de sedimentos y acuíferos. Están sujetos a modificaciones físicas constantes o recurrentes, desarrolladas normalmente en cuencas, llanos andinos y amazónicos.

#### **Sub unidad de terraza aluvial**

Terrenos llanos relativamente altos por encima del curso actual de los ríos, principalmente de carácter estacionarios. Litológicamente están compuestas por fragmentos heterogéneos en tamaño y litología (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), transportados por la corriente de río Apurímac, el río Santa Rosa, el cual conforma superficies planas o terrazas bajas en ambos márgenes. Son consideradas susceptibles a inundaciones en periodos de lluvias excepcionales, el poblado de San Rosa se sitúa sobre estas terrazas aluviales.

### Sub unidad de terraza fluvial

Sub unidad geomorfológica de origen denudativo y depositacional, ya que los cauces de los ríos al evolucionar en su madurez, sedimentan y profundizan sus lechos y laderas, quedando en sus márgenes formas de bancos o graderías de sedimentación fluvial conocida como terrazas fluviales, en la zona de estudio se ubica en los fondos de los valles y quebradas.

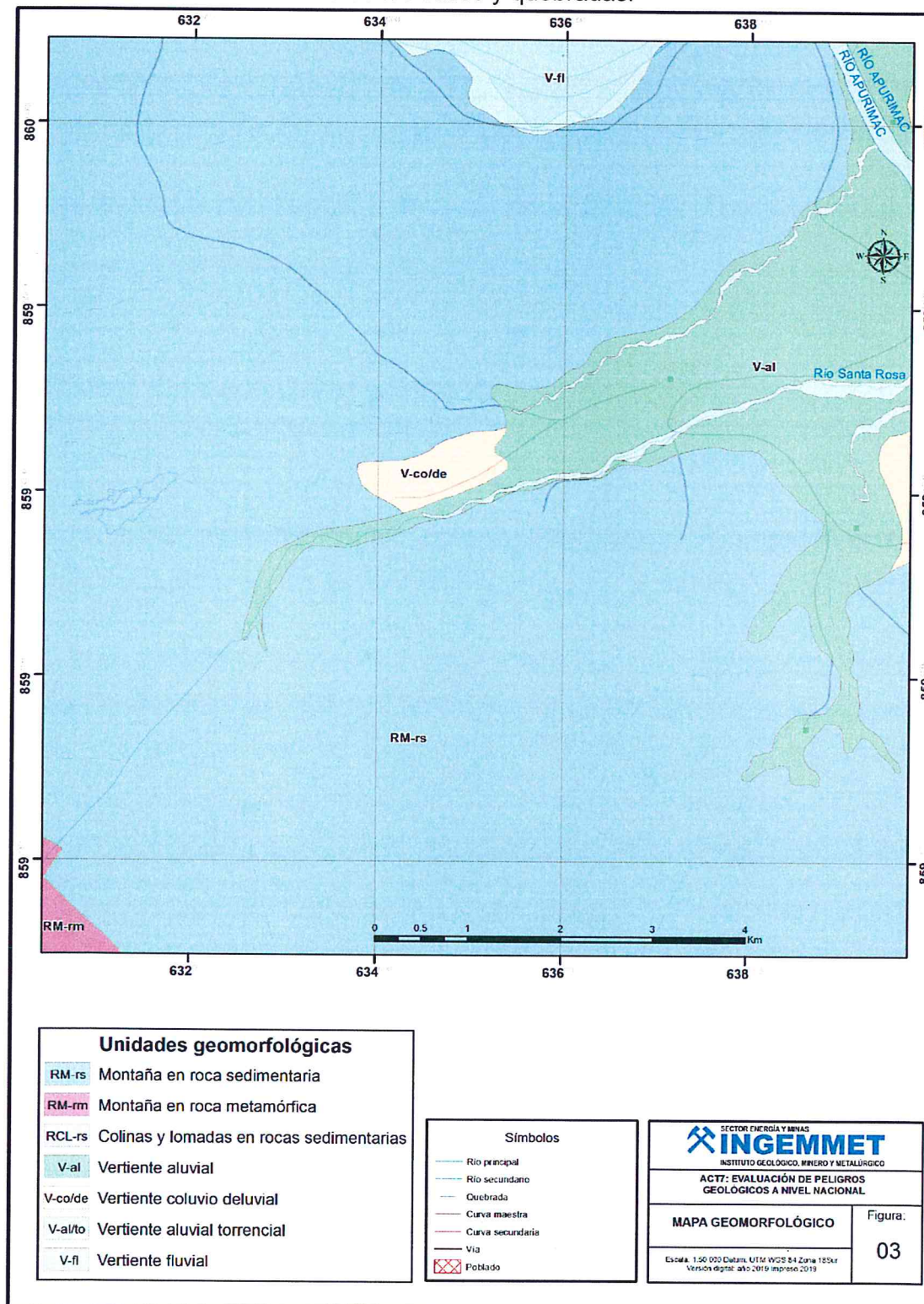


Figura 3. Cartografía de unidades geomorfológicas del área de estudio

## 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según la cartografía geológica en el cuadrángulo de San Francisco (Monge *et al.*, 1998), en el área de estudio se presenta las siguientes unidades lito estratigráficas (figura 4).

### 4.1. Complejo Metamórfico.

Aflora al suroeste del área de estudio. Está compuesta principalmente por esquistos y filitas, con una esquistosidad y foliación bien marcada, de color gris verdusco, intercalada con capas delgadas de cuarcitas (Monge, *et. al.*, 1998). Esta unidad se presenta meteorizado, fracturado de calidad geotécnica media.

### 4.2. Formación Ananea.

Está compuesta principalmente por rocas sedimentarias, formada por una gruesa secuencia de pizarras, pizarras limolíticas y areniscas cuarzosas muy subordinadas en capas delgadas (Monge, *et. al.*, 1998). Esta unidad se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura vegetal, en muchos casos inestables debido a las pendientes media (15° a 25°) y la constante deforestación que originan eventos como: deslizamientos, derrumbes y hundimientos, en los alrededores del distrito Santa Rosa. También esta unidad es susceptible a los procesos de erosión e inundación fluvial

### 4.3. Grupo Cabanillas

Esta unidad aflora en los alrededores del distrito de Santa Rosas, conformada por intercalación de areniscas gris claras a oscuras en capas delgadas intercalaciones con arcillitas pizarrosas gris oscuras. Esta unidad litológica se encuentra muy meteorizado en superficie, de calidad geotécnica mal, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.

En el sector Yanasacha, se observa lutitas pizarrosas bituminosa de color gris oscuro altamente porosa, estas por la fricción o movimiento originado por un evento natural, tienden a generar la combustión, la humareda que genera es muy intensa que genera molestia a las vías respiratorias cuando la exposición es por encima de un periodo de tiempo de 1 min. (Fotografía 1)



Fotografía 1. Vista de afloramiento de rocas de la Formación Cabanillas formada por areniscas claras intercaladas con arcillitas pizarrosas gris oscuras. (coordenada UTM 631449 E – 8595656 S)

#### **4.4. Depósitos aluviales**

Estos depósitos se encuentran distribuidos en las márgenes de los ríos, formando terrazas. esta unidad está formada por gravas y arenas en matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma bien redondeada.

#### **4.4. Depósitos fluvial**

Distribuidas a lo largo de los cauces de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac, formando el cauce actual de los mismos. Esta unidad está formada por grava en una matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma redondeada (Nuñez, 2012).

Las terrazas formadas en ambas márgenes, indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateralmente de las aguas, generalmente están formadas por grava y arena.

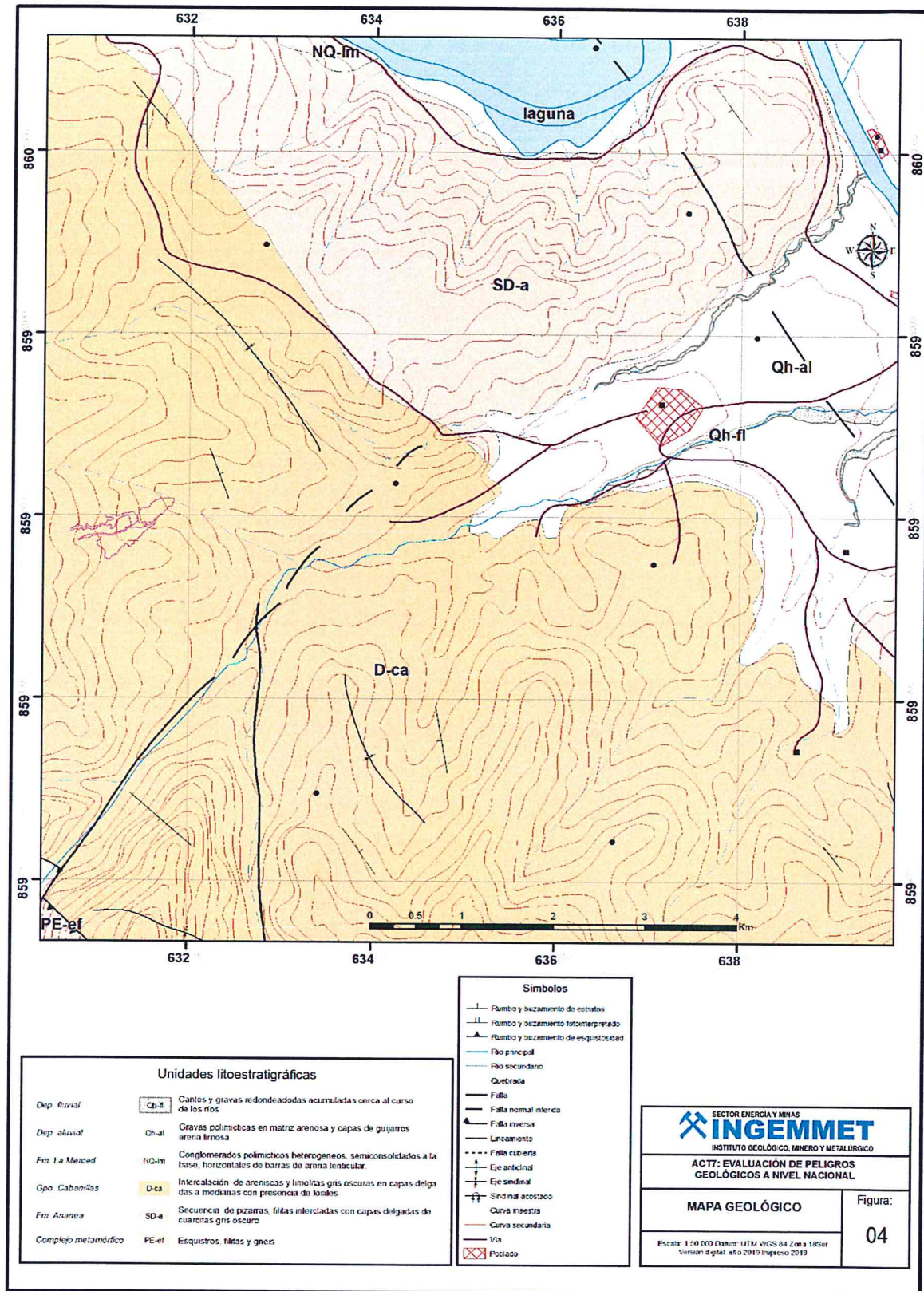


Figura 4. Mapa de unidades litoestratigráficas del área de estudio (tomado de Ingemmet, 1998)

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 5.1. Conceptos teóricos

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Algunos movimientos en masa, como la reptación, son, lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto de otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999<sup>a</sup>, en Glade y Crozier, 2005).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona

#### 5.1.1. Deslizamiento

Es un movimiento ladera bajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de un delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

En el sistema de Varnes (1978), clasifica los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y o en cuña. Sin embargo, las superficie de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que la de los dos tipos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablara de deslizamiento compuesto (Hutchinson, 1988). (figura 5)

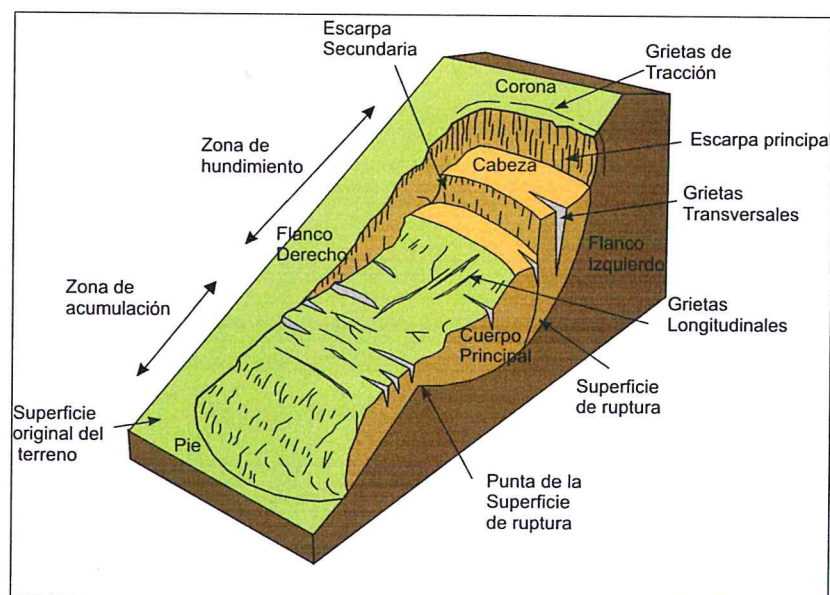


Figura 5. Esquema de Deslizamiento rotacional

## Deslizamiento en el sector Yanasacha

El sector de Yanasacha, se ubica en la coordenada UTM WGS 84, zona 18Sur 631168 E – 8595614 S, según versión de los pobladores el evento inicia el 23 de enero del presente año, en horas de la mañana lo que sorprendió a los pobladores.

La visita de campo realizado el día 23 de febrero, se ha observado que el sector es afectado por peligros geológicos de tipo deslizamiento con velocidad de movimiento lento, las misma presentan las siguientes características:

### **Deslizamiento:**

- Escarpe principal 450m.
- Salto vertical varia de 3m a 5m.
- Ancho de cuerpo desplazado 200 m.
- Longitud del escarpe principal al pie de la ladera 940 m.
- Cuerpo principal se desplaza 50 m
- En la zona de hundimiento se acumula agua
- Grietas de tracción apertura 0.10m

Para la ocurrencia de peligros geológicos en el área de estudio, está condicionado aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos (figura 05).

### Factores de sitio

- a) El sector presenta montañas en rocas sedimentarias con laderas de pendiente del terreno fuerte ( $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ), consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes
- b) Substrato muy meteorizado, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Suelos residuales poco saturados por sectores
- d) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terrenos de cultivo.
- e) Acumulación de agua después del movimiento.(fotografía 5 y 6)

### Factores antrópicos

- a) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- b) Ocupación de áreas donde se realizaron corte y explanación de ladera
- c) No cuenta con sistema de drenaje pluvial

El desencadenante principal es la lluvia intensa extraordinaria, que se presentan entre los meses diciembre a marzo.

### Afecta:

El evento afecta terrenos de cultivo y tramo de carretera afirmada (fotografía del 2 al 4)



Fotografía 02. Se observa corona de deslizamiento con salto de 3 a 5 m



Fotografía 03. Vista del escape principal con salto vertical de 5m, afecta tramo de carretera afirmada.





Fotografía 04. Vista tomadas en los alrededores del escarpe principal, se observan grietas de tracción con apertura de 0.10m profundidad 1m



Fotografía 05. Vista tomada con dirección norte 290°, se observa el cuerpo principal en la zona de hundimiento acumulación de agua que satura el terreno



Fotografía 06. Vista del cuerpo o masa desplazada, se observa acumulación de agua que forma manantiales.

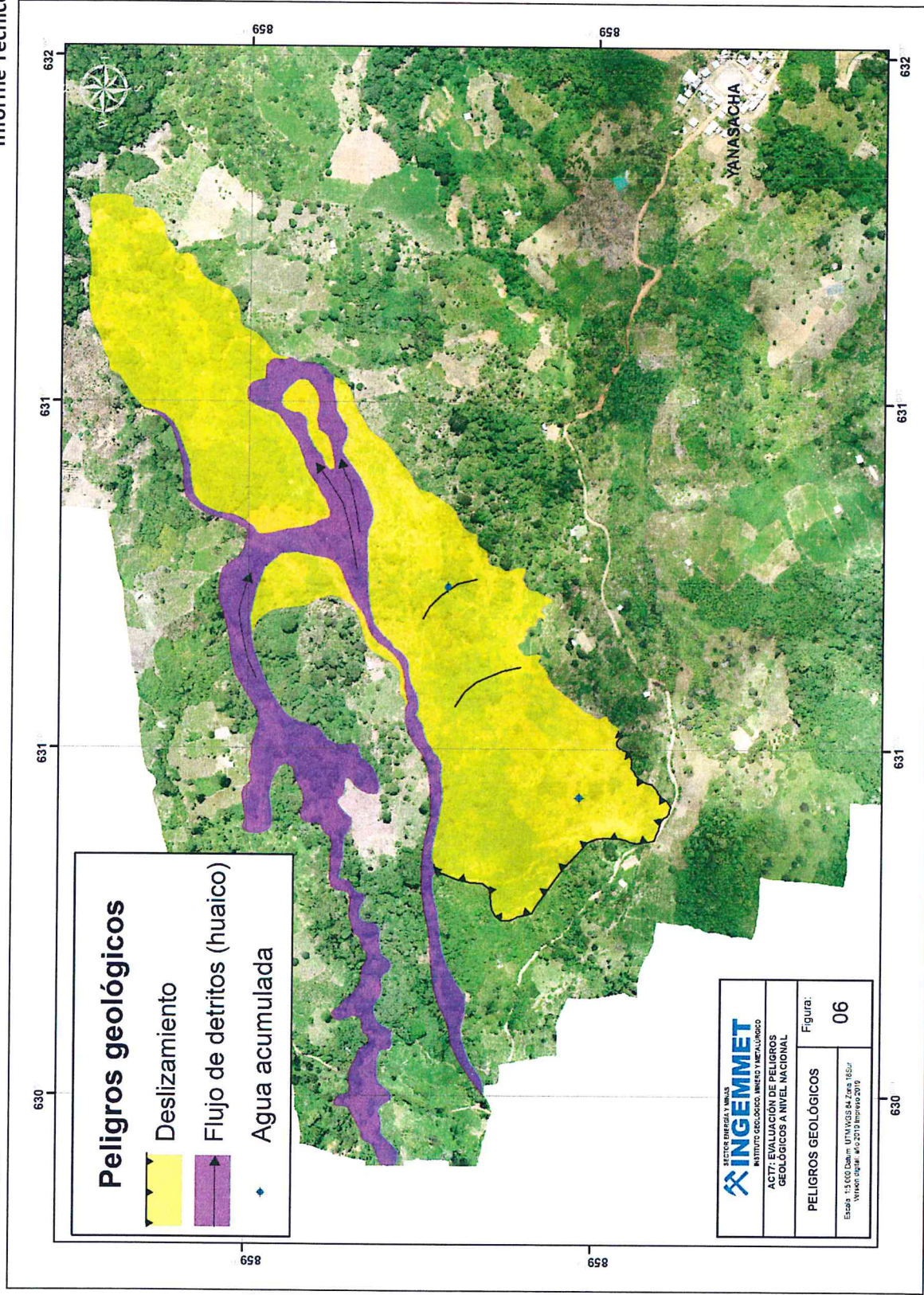


Figura 6. Sector Yanasacha, se observa la cartografía de procesos geodinámicos de tipo deslizamiento y flujo de detritos

## **Peligros geohidrológicos**

El poblado Santa Rosa se ubica entre las quebradas Santa Rosa y Catute, estas quebradas son susceptibles a la ocurrencia de peligros geohidrológicos como inundación y erosión fluvial, son eventos que se generan en periodos de lluvias más o menos excepcionales por su intensidad, duración y/o extensión (lluvias cortas de gran intensidad o lluvias prolongadas de baja o gran intensidad).

Las crecidas de los ríos (avenidas) constituyen un proceso natural ligado a la dinámica geológica (morfología del cauce), en las cuales el río habilita un cauce amplio para almacenaje del caudal y su carga. La cuenca actúa como un sistema de proceso – respuesta autorregulable, en el cual todos los factores están interrelacionados. Cualquier modificación introducida en un punto, implicará un reajuste en su dinámica y morfología, que no se produce de forma progresiva, sino con cambios bruscos, originando en muchos casos desastres, cuando los caudales y la carga superan la capacidad de sus cauces.

Las avenidas se caracterizan por su frecuencia probable de ocurrencia o período de retorno, definiendo así la avenida en mensual, anual, decenal, centenaria, milenaria, etc., a cada una de las cuales corresponderán mayores valores de caudal y nivel de aguas a alcanzar, inundando superficies crecientes en las márgenes. (Núñez, S., 2012).

Pese a una inundación o huayco periódico o excepcional, las áreas que corresponden a la llanura de inundación o terrazas bajas del valle, son frecuentemente utilizadas para la agricultura, comunicaciones y asentamientos poblacionales, o para la explotación de caudales del propio río. (Núñez, S., 2012).

En consecuencia, las crecidas o avenidas excepcionales, es decir con caudales superiores a los normales, en mayor o menor grado, vienen asociadas normalmente con ingentes daños a bienes y personas, como el caso de los ríos Apurímac, Santa Rosa y Catute. (Núñez, S., 2012).

Según Guzmán. et. Al, 2003, el sector de Santa Rosa, está considerado como un área de alto peligro, frente a deslizamientos, movimientos complejos (deslizamientos – flujos), huaycos, inundaciones y erosión fluvial.

## **Erosión e inundación fluvial**

En el presente año las crecidas de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac; provocaron intensa erosión en sus márgenes, afectando a los sectores de Santa Rosa, Catute, Manita, Unión Mejorada y Luciana

**Sector Santa Rosa:** En la Fotografía 7, se observa el caudal torrencioso por la crecida del río en épocas de intensas precipitaciones, situación que se agrava con el estrechamiento del cauce en algunos sectores, causado por la presencia de afloramientos rocosos en ambas márgenes, construcción del puente Santa Rosa y la ocupación en áreas susceptible por la población.

Debido a las lluvias excepcionales que se presentaron en noviembre del 2011 y en el periodo lluvioso del 2012, las defensas ribereñas (gaviones de hasta 4.0 metros de alto construidos en 2005) de la margen izquierda del río Santa Rosa fueron afectadas en un tramo aproximado de 250 m, estas estructuras se tienen formas sinuosas y ondulantes, fotografía 8 (Nuñez, 2012).

El evento ocurrido el año 2019, con la presencia de lluvias extraordinarias incremento el caudal lo que ocasiono daños a la infraestructura defensas ribereñas (gaviones), vía afirmada (fotografías 9, 10 y 11).

En la figura 6, se realiza una comparación de una imagen del año 2018 con unas fotografías tomadas con vehículo aéreo no tripulado el año 2019, con estas imágenes podemos comparar como el incremento del caudal en el presente año, erosiona la margen derecha del rio Santa Rosa en tres sectores como se muestra en los círculos de color blanco 1 y 2, estos son afectados por erosión fluvial, también por derrumbes que se originan en la ladera de montaña sedimentaria, para que estos eventos terminen a manera de flujos de detritos (huaicos).

En el círculo de color blanco 3, se observa que el incremento hace que desborde el caudal inundando un área de 12,951 m<sup>2</sup> en la coordenada UTM 637628E- 8596987S.



Fotografía 7. Río Santa Rosa, se observa caudal torrencioso en periodos de crecidas excepcionales (cortesía MD Santa Rosa 2011)



Fotografía 8 Margen izquierda del rio Santa Rosa, se observa la estructura (defensa ribereña), presenta forma sinuosa por la fuerza del caudal, también se puede observar que el caudal se encuentra colmatado por material fluvial



Fotografía 9. Vista tomada con dirección suroeste en la coordenada UTM 637208 E – 8596642 S, por la crecida del caudal de río Santa Rosa, afecta la defensa ribereña formada por gaviones, también afecta 80 m de tramo de vía afirmada.



Fotografía 10 Vista tomada con dirección suroeste en la coordenada UTM 636502 E – 8596197 S, es afectado por erosión fluvial, también por derrumbes que se originan en el talud superior de la vía afirmada. Al fondo de la fotografía se observar que el cambio de curso del caudal erosiona la margen derecha del río Santa Rosa



Fotografía 11, Vista tomada con dirección noreste en la coordenada UTM 636502 E – 8596197 S, es afectado por erosión fluvial, también por derrumbes que se originan en el talud superior de la vía afirmada, la superficie presenta grietas con apertura 0.1 m.

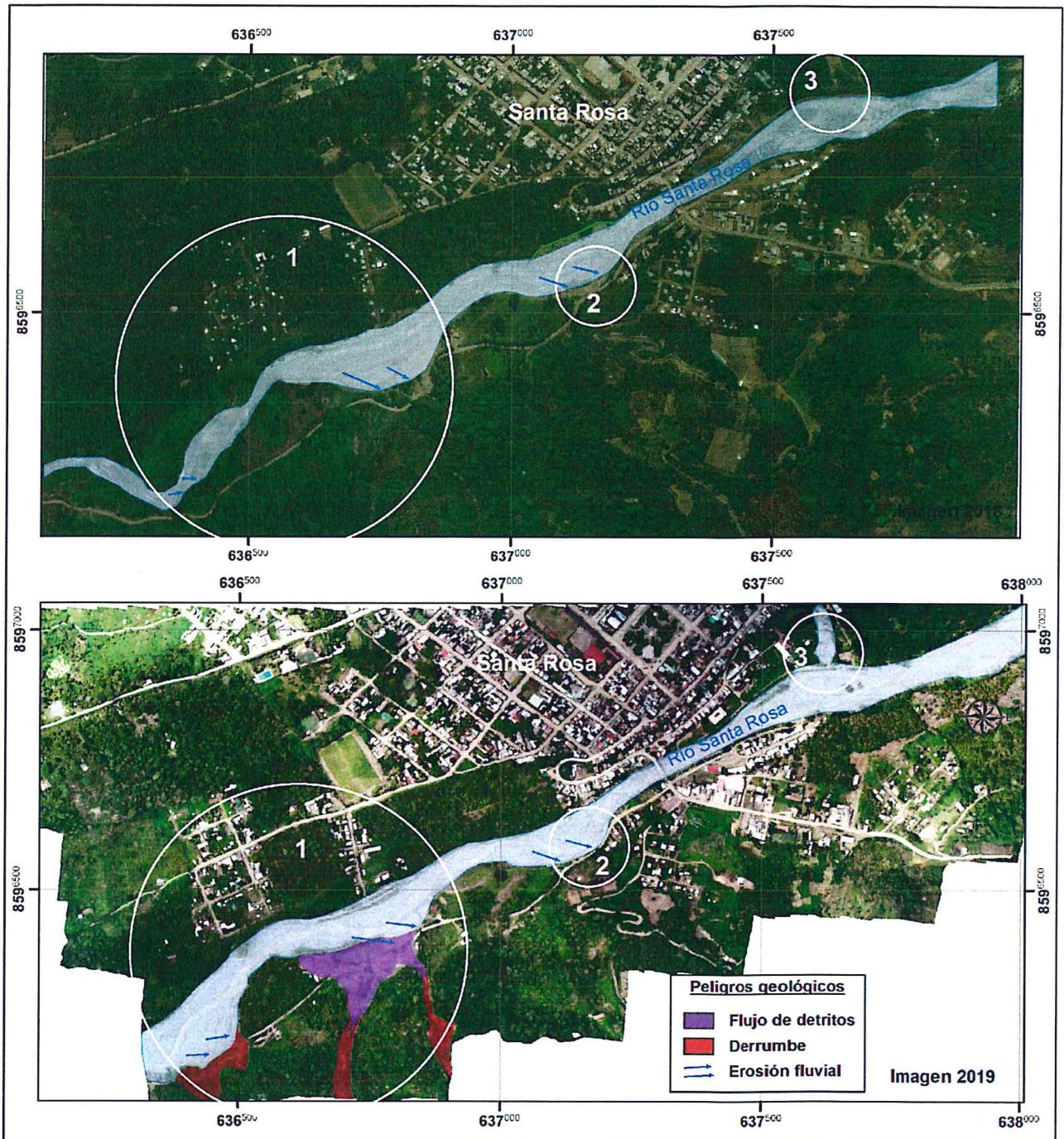


Figura 7. Vista de dos imágenes de diferentes años, se observa en 1) margen derecha del río Santa Rosa que es afectado por erosión; 2) margen derecha del río Santa Rosa también afectado por erosión que afecta la defensa ribereña (gaviones); 3) margen izquierda afectado por desborde del caudal.



## 6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosión de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

### 6.1 PARA DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBE

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas, medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece la infiltración y saturación del terreno.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

### Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas

subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

#### **Factores que aumentan la estabilidad del talud:**

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión

#### **La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:**

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

#### **a) Construir zanjas de coronación.**

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escape (figura 8).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

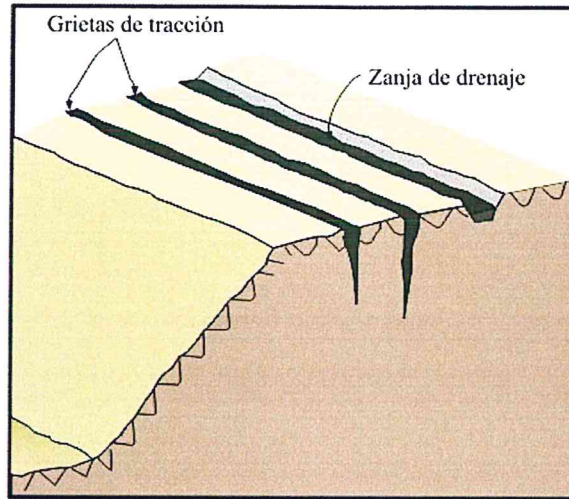


Figura 8 Canales de coronación.

**b) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado**

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 9). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua

**c) Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso**

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

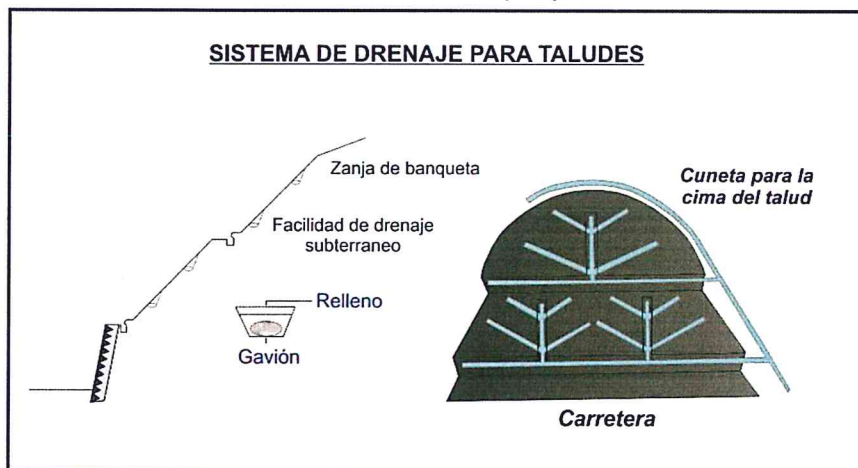


Figura 9. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

## CONCLUSIONES

- 1) Las unidades litoestratigráficas del área de estudio están formadas por secuencia de pizarras, filitas intercaladas con capas delgadas de cuarcitas de la Formación Ananea, y también por intercalación de areniscas gris claras a oscuras en capas delgadas intercalaciones con arcillitas pizarrosas gris oscuras (Fm. Cabanillas), estas se comportan como una roca de mala calidad; es por ello, que se presentan la mayor cantidad de procesos por movimientos en masa como: deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y erosión de ladera.
- 2) El sector Yanasacha y sus alrededores, se ubica en un área de Alto grado de susceptibilidad a peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera.
- 3) La deforestación de las laderas del sector Yanasacha, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los procesos por movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables el mal manejo del sistema de riego.
- 4) El sector evaluado de Yanasacha, presentan una condición de alto peligro, por lo tanto, se considera que las viviendas ubicadas en el ámbito, se considera en PELIGRO INMINENTE, que compromete la seguridad física de sus habitantes.
- 5) La erosión fluvial fue producto de los cambios en la dinámica natural del río Santa Rosa, al estar colmatada la margen izquierda, el río migró hacia la margen derecha.
- 6) El factor desencadenante para la ocurrencia de erosiones fluviales e inundaciones, que afectaron la zona de estudio, fueron las intensas precipitaciones pluviales que se presentaron en el periodo lluvioso 2019.
- 7) Los derrumbes que se ubican en la margen derecha del río Santa Rosa, están aportando material suelto al cauce del río. Estos se encuentran reactivados, como consecuencia de las precipitaciones intensas del periodo lluvioso reciente.
- 8) El área de Santa Rosa se considera como zona de alta susceptibilidad a las erosiones fluviales e inundaciones considerándose en PELIGRO INMINENTE.

  
.....  
**Ing. HUGO DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ**  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## RECOMENDACIONES

- 1) En el sector de Yanasacha, realizar un programa integral de forestación, con plantas nativas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables.
- 2) Captar y derivar las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del deslizamiento; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
- 3) Prohibir la construcción de viviendas en zonas afectadas por deslizamiento y derrumbes y áreas adyacentes al escarpe.
- 4) En el sector de Santa Rosa se debe reemplazar la defensa ribereña con estructura que soporte material grueso (bloques, gravas).
- 5) El cauce del río Santa Rosa debe ser descolmatado (con maquinaria pesada) después de cada periodo de lluvias.
- 6) No se debe considerar como áreas de expansión urbana áreas aledañas al cauce de los ríos, considerado como zonas inundables.
- 7) La Municipalidad de Santa Rosa, debe emprender un programa de comunicación con la población, para que tome conciencia de los peligros geológicos que se presentan en su comunidad.



Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



Ing. HUGO DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## REFERENCIAS

- Monge R.; Valencia, M. y Sánchez, J. (1998). Geología de los cuadrángulos de Llochegua, río Picha y San Francisco. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica , Boletín N° 120, 253 Pág.
- Nunez, S. (2012) Peligro de erosión e inundación fluvial en el sector de Santa Rosa y Catute, Informe Técnico N° A6597
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404 Pág.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, Pág. 9–33.
- Villota, H. (2005) Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Colombia Bogotá. Edit. IGAC. Pág. 184.
- Vilchez, M. (2015) Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Ayacucho, Dirección de geología ambiental y riesgo, INGEMMET