

## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN LA APV ALTIVA CANAS, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Autores:

Ing Amb. Dany Fernando Álvarez Ayma  
 Dr. Ing Felio Calderón La Torre  
 Arq. Carmen Elisa Flores Guzmán  
 Blgo. Carmen Diana Rado Covarrubias  
 Ing. Geol Henryr Silva Reime  
 Ing. Geol. Ricardo Eddson Vila Garrafa

Compiladora de Artículo:

Mgt. Shaili Julie Caveró Pacheco  
[scavero@uandina.edu.pe](mailto:scavero@uandina.edu.pe)

### RESUMEN

En la APV Altiva Canas, distrito de San Jerónimo, Cusco, el 03 de enero del 2013 ocurrió un movimiento en masa que generó el colapso de 4 viviendas y afectó significativamente a otras 12. El presente trabajo tiene como objetivo realizar la evaluación de riesgo de dicho deslizamiento tomando en cuenta los criterios establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2da versión) propuesto por el Centro Nacional Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (2015) en el marco del curso de Formación en Evaluación de Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales organizado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco en convenio con el CENEPRED.

Del análisis realizado se obtuvo un nivel de peligrosidad alta y muy alta, vulnerabilidad alta y muy alta y riesgo alto y muy alto, con un nivel de priorización de intervención III (riesgo tolerable), a partir de lo cual se recomienda desarrollar actividades para el manejo de riesgos.

**Palabras clave:** Evaluación de riesgos, Deslizamiento, Altiva Canas

## INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, y debido a sus características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas, entre otras, lo exponen a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masas, descenso de temperatura (heladas y friajes) y erosión de suelos.

Los impactos socioeconómicos y ambientales ocasionados por dichos fenómenos se han incrementado, entre otros factores, debido al inadecuado crecimiento y/o localización de las actividades humanas en ámbitos geográficos inseguros, incrementando la vulnerabilidad de los centros urbanos y/o rurales, por ejemplo, su localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, rellenos sanitarios, cercanía a fallas geológicas, etc.; así como, el tipo de infraestructura de material precario o noble utilizado como vivienda y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural (CENEPRED, 2015).

La ubicación de la población y de los recursos en zonas de alto riesgo se viene incrementando debido al acelerado crecimiento de las urbanizaciones, fenómeno que también se manifiesta en la provincia Cusco y sus distritos.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo realizar la evaluación de riesgo de deslizamiento en la APV Altiva Canas del distrito de San Jerónimo, donde ya se observó la ocurrencia de este fenómeno el año 2013, que afectó significativamente a las viviendas de la zona, hecho que puso en alerta a sus pobladores y a las autoridades del distrito.

Esta evaluación se realizó en base a los criterios establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2da versión) propuesto por el Centro Nacional Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED y tomando en consideración los conocimientos impartidos dentro del marco del curso de Formación en Evaluación de Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales organizado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco en convenio con el CENEPRED.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se aplicaron diferentes técnicas de investigación entre ellas, la revisión documental, la observación y las encuestas con sus respectivos instrumentos (guías de observación, cuestionarios fichas de resumen y otras enmarcadas a las normas del sector, las que permitieron levantar la data para hacer los análisis y las evaluaciones requeridas.

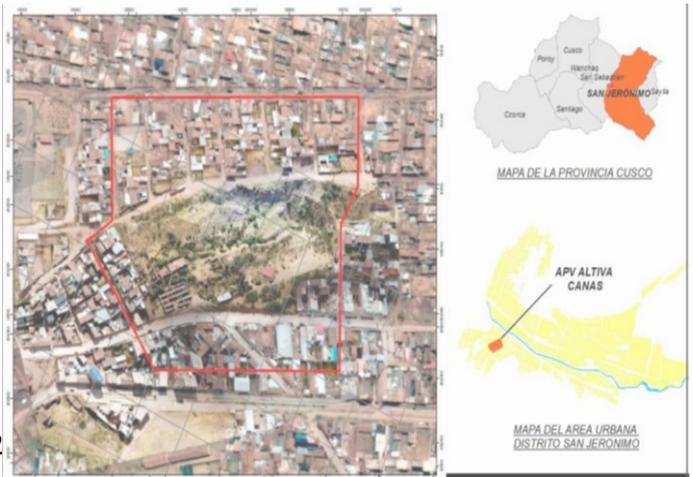
Para la determinación del peligro, la vulnerabilidad, el riesgo y control del riesgo se recurrió a la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR (versión 2).

## RESULTADOS

Características Generales Coordinadas:

Este: 185664 Sur: 8500601 Altitud: 3269 m.s.n.m.

Zona: 18S Datum: WGS84



## Determinación del peligro

### Identificación de los Elementos Expuestos

**Población.** En el ámbito de estudio se calcula un total 485 habitantes, la población vulnerable en situaciones de emergencia son los menores de 5 años de edad, los mayores de 65 años.

**Educación.** Existe un Programa No Escolarizado de Educación Inicial – PRONOEI, en la Mz. T Lote N° 12, el cual alberga a 28 niños menores de 3, 4 y 5 años de edad (Escale MINEDU, 2018), procedentes no solo del área de estudio sino también de las demás manzanas de la asociación.

### Servicios Básicos

**Agua:** De los 1,832.63 m de tendido de redes de agua existente en el área de estudio, 366.53 m (20.00%,) están expuestos a peligro muy alto; 788.03 m (43.00%), a peligro alto y 678.07 m (37.00%), a peligro medio.

**Desagüe:** De los 1,633.95 m de tendido de redes de desagüe en el área de estudio, 326.79 m (20.00 %) están expuestos a un peligro muy alto; 702.60 m (43.00%), a peligro alto y 604.56 m (37.00%), a peligro medio.

**Sistema de Comunicación:** No existe telefonía fija que pueda ser afectada, la mayoría de personas cuentan con telefonía celular, por lo que no constituye un factor de infraestructura expuesta. Así mismo, no afecta torres de comunicaciones excepto la torre ubicada en la manzana “V” donde se encuentra la librería bazar “Huayrurito” expuesta a peligro medio y bajo.

**Vías de Comunicación:** El área de estudio cuenta con una vía de acceso por la parte suroeste, la calle 22 con una sección de 15 m afirmada en mal estado. La vía vecinal que conecta a esta, Calle N° 4, es la principal del asentamiento humano

con una sección de 11.70 m, las demás que colectan a esta son de menor sección en promedio de 6.00 m orientadas al sureste en dirección al deslizamiento pendiente abajo desde la mitad de la manzana, la otra mitad de la manzana tiene pendiente hacia el noroeste, por lo que la escorrentía va en sentido de ambas pendientes. Entre la Asociación de vivienda Altiva Canas y la ladrillera existía una calle sin nombre la cual se ha deslizado en una longitud de 75 m. aproximadamente.

No existe continuidad en los ejes viales de la Asociación hacia el Este por la presencia del lote de la ladrillera Sarita Colonia y por la pendiente de la ladera en actual proceso de afectación. Ninguna de las calles presenta tratamiento de superficie, más bien los directivos mencionan que el gobierno regional construirá las veredas en la calle N° 4. Sin embargo, sostienen que la obra se inició en agosto del 2013 y está paralizada desde el mes de octubre del mismo año. Por su condición de no tener habilitación, dificulta la posibilidad de gestionar cualquier tratamiento de pistas y veredas aun cuando presenta servicios de agua, desagüe, energía eléctrica e iluminación pública.

El plano vial del Plan de Desarrollo Urbano Provincial del Cusco señala la trama urbana del área de estudio, mas no define vías estructuradoras dentro del ámbito de estudio justamente por ser una Zona de Reglamentación Especial y por cuanto se define vialmente como un sistema sin continuidad por la conformación topográfica de terraza alargada entre las confluencias de las quebradas Rinconada y quebrada Timpoc.

El transporte público existente se da a través de la línea de transporte urbano Multiservicios Túpac Amaru II S.A.C. Respecto al nivel de afectación, 294.64 m de vías afirmadas se encuentran expuestos a peligro muy alto y 154.46 m a peligro alto, pu-

fenómeno de deslizamiento y 505.81 m están expuestos a peligro medio.

Figura 1. Mapa de zonificación del nivel de Peligrosidad

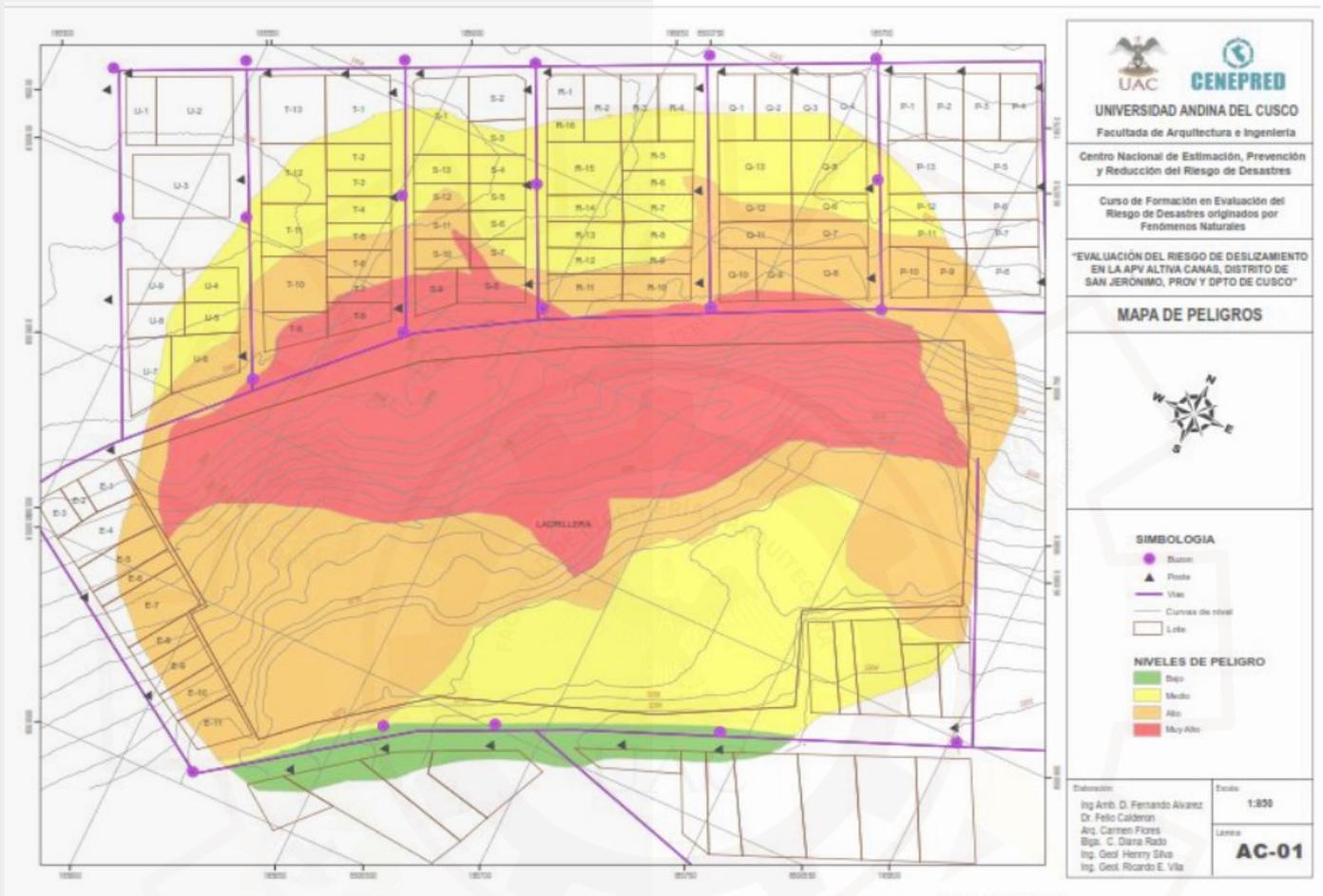


Figura 1. Mapa AC-01. Mapa de Peligros de deslizamiento en la APV Altiya Canas

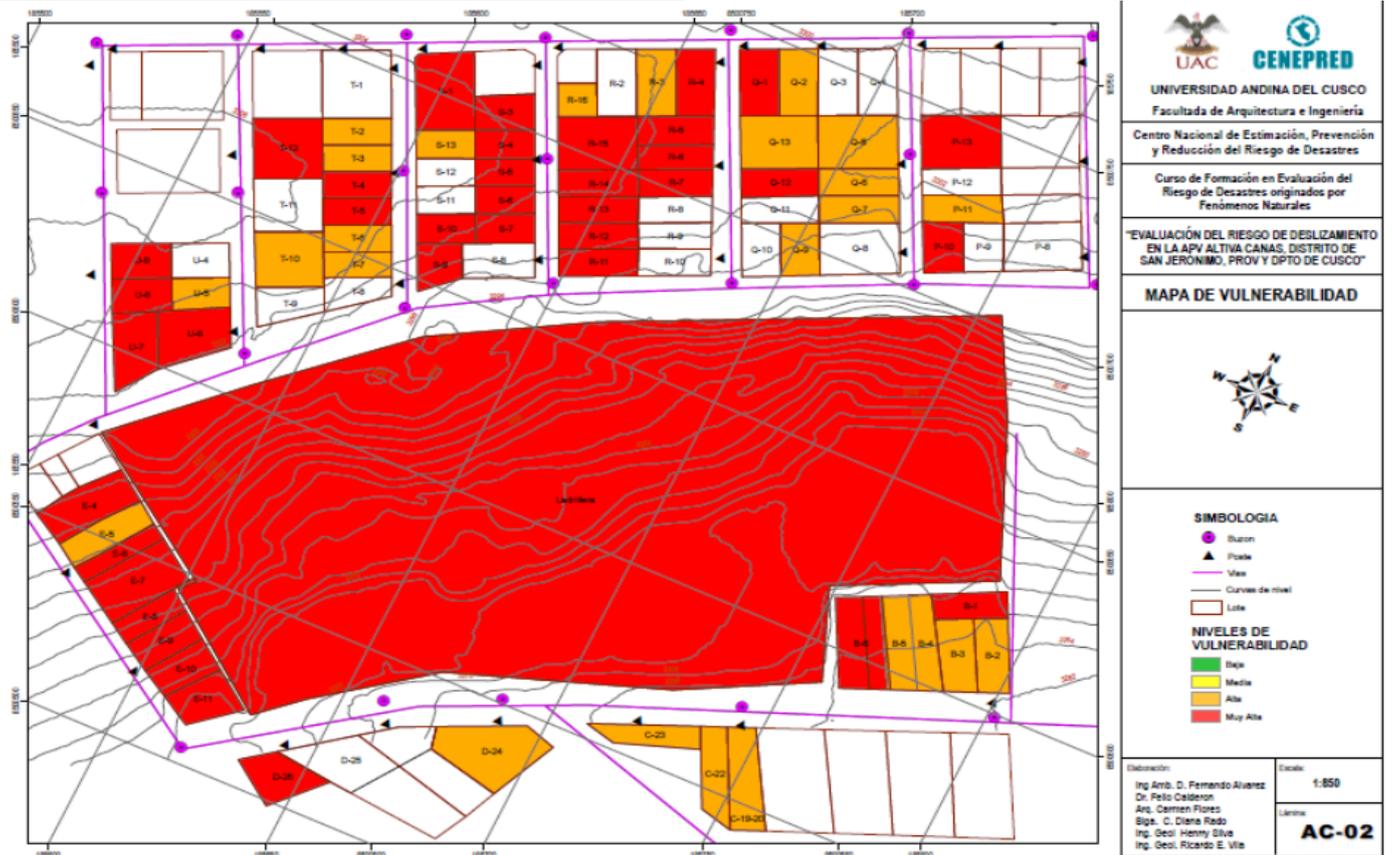
### Análisis de la vulnerabilidad

Los niveles de vulnerabilidad, resultado del análisis de las dimensiones social, económica y ambiental.

Tabla 1. Vulnerabilidad Total

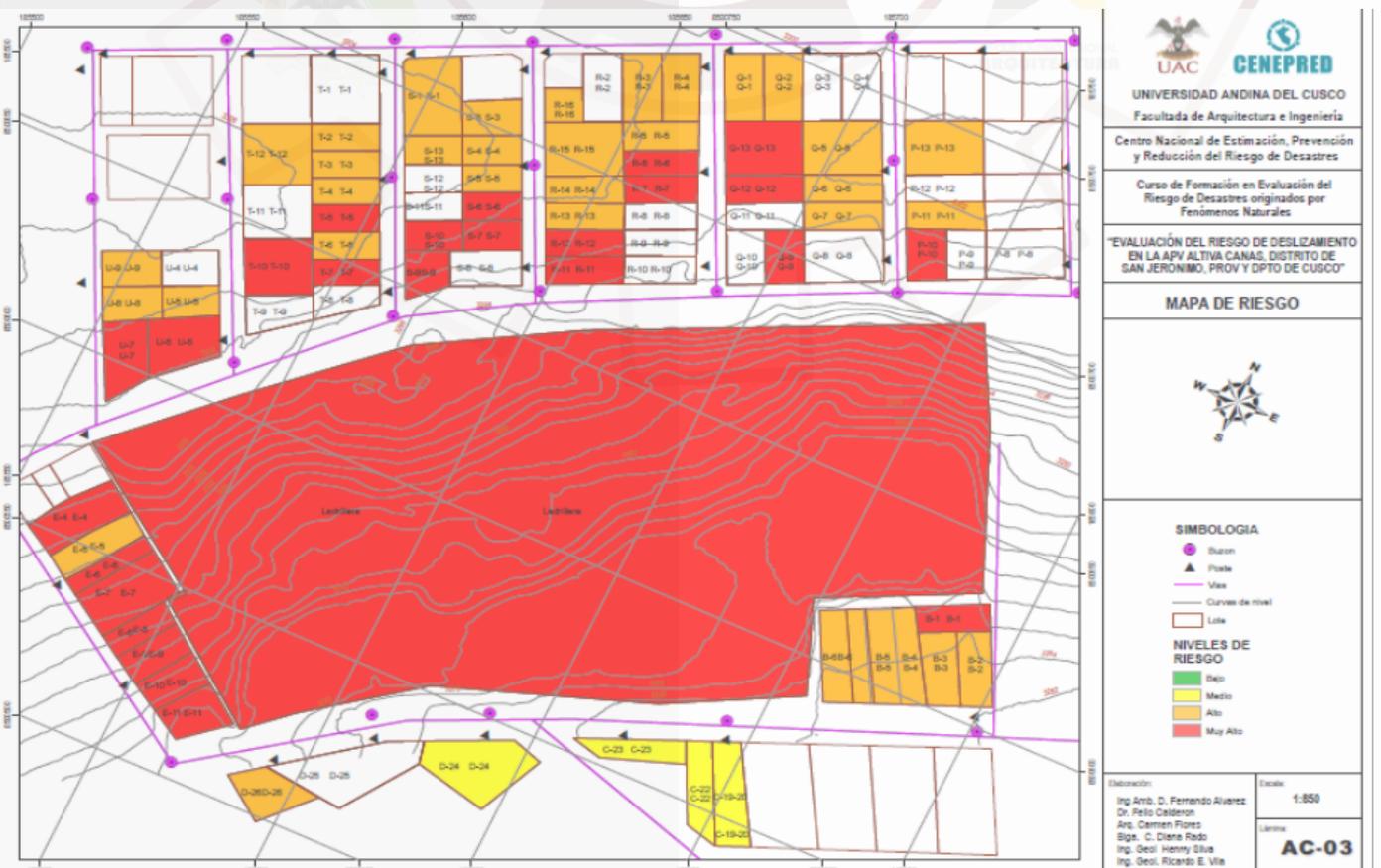
Vulnerabilidad Social	Peso	Vulnerabilidad Económica	Peso	Vulnerabilidad Ambiental	Peso	Vulnerabilidad Total
0.497		0.569		0.501		0.519
0.264		0.295		0.260		0.272
0.138	0.54	0.152	0.30	0.136	0.16	0.142
0.066		0.077		0.068		0.070
0.035		0.039		0.035		0.036

Figura 2. Mapa de los Niveles de vulnerabilidad



Cálculo de riesgo

Figura 3. Mapa de niveles de riesgo



## CONTROL DEL RIESGO

La valoración de las consecuencias del peligro de deslizamiento en la APV Altiva Canas es MEDIA.

La valoración de la frecuencia de recurrencia en la zona de estudio es MEDIA.

Del análisis de consecuencias y frecuencia del peligro de deslizamiento se obtiene un nivel de consecuencia y daño MEDIA.

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Media, observamos en la siguiente tabla, que la aceptabilidad y/o tolerancia es TOLERABLE

De acuerdo al análisis establecido se ha determinado que el riesgo es tolerable, por lo cual la priorización para la intervención será del nivel II.

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

### DE ORDEN ESTRUCTURAL

#### OBRAS DE PROTECCIÓN:

- Formular un PIP de "Creación del sistema de protección de la población ante deslizamientos de la Asociación de Vivienda Altiva Canas del distrito de San Jerónimo", el cual deberá incluir la medida de estabilización y reducción de riesgos de desastres. Se sugiere que este PIP deba analizar la posibilidad de expropiación de la Ladrillera Sarita Colonia considerando el DS 007 – 2018 PCM, de esta manera estabilizar el terreno mediante banquetas, tomando en cuenta el drenaje de aguas pluviales con tubería cribada a tres metros de profundidad en la parte superior considerando lo indicado en la Norma OS-060, uso de geotextiles y la construcción de canales en las calles, con sistemas de captación en la parte baja a través de un canal de coronación Impermeabilización de zócalos a una altura

de 1.00 m en muros de adobe con cemento y arena en proporción 1:2 con acabado pulido.

que conduzca el agua hacia la parte baja empalmado adecuadamente al sistema de aguas pluviales hacia el colector principal, sin que esto signifique el incremento en el peso; también, deberá incluir la plantación de especies nativas y la construcción de canchas deportivas y un salón multi-usos en la parte baja donde actualmente se encuentra la ladrillera Sarita Colonia. Este proyecto, asimismo, deberá considerar un Sistema de Alerta Temprana en el que se incluya con especial atención el monitoreo de los movimientos en masa existentes, así como el fortalecimiento de la población en temas relacionados a la gestión de riesgos de desastres.

- Permitir acciones de mejoramiento en las viviendas de la APV Altiva Canas:

- \* Reforzamiento estructural preventivo de aquellas viviendas ocupadas que se encuentran en el área de estudio. Se recomienda en todas las edificaciones de adobe la colocación de malla de alambre electro soldada de 1"x1" exterior e interiormente aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él. Igualmente, en los segundos pisos por encima de los dinteles de las puertas.

- \* En los techos deben considerarse las pendientes, las características de impermeabilidad y por sobre todo la longitud de los aleros de 0.40 cm para un nivel como mínimo y 60 cm para dos niveles.

- \* Mejoramiento de pisos en patios a través de emboquillados en pisos de piedra existentes, vaciado de pisos con cemento y aditivos

impermeabilizantes de bajo costo existentes en el mercado con pendiente mínima de 3%, con evacuación al sistema de alcantarillado.

- \* Impermeabilización de zócalos a una altura de 1.00 m en muros de adobe con cemento y arena en proporción 1:2 con acabado pulido.
- \* Realizar acciones de apuntalamientos de muros que han perdido plomada, así como la señalización de la zona de prohibición de paso peatonal cercanas al deslizamiento.

**Obras de Regulación:**

Encauzar los manantes existentes en la zona de la ladrillera Sarita Colonia y las viviendas con la finalidad de evitar la contaminación del agua, así como evitar que no incremente la carga ni desestabilice el suelo existente y darle un uso adecuada para riego de áreas verdes de la zona.

**De orden no estructural**

- Considerando el riesgo alto y muy alto al que está expuesta la población de la APV Altiva Canas, se deberá elaborar un Plan de contingencias frente a movimientos en masa, el mismo que deberá ser elaborado por la Municipalidad distrital de San Jerónimo; por otro lado, el área de estudio deberá ser considerado dentro del Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres Distrital y Provincial
- A través de un proyecto de inversión pública, fortalecer las capacidades de la población para la reducción de riesgos de desastres y un Plan de educación comunitaria en los siguientes temas:
  - \* Marco conceptual sobre gestión del riesgo de desastres
  - \* Marco legal de la gestión del riesgo de desastres

- \* Componentes de la gestión del riesgo de desastres
- \* Procesos de la gestión del riesgo de desastres
- \* Análisis del riesgo
- \* Herramientas de la gestión reactiva: Los planes de contingencia familiar y comunal.
- \* Conocimiento de mi territorio (mostrando los resultados del presente estudio)
- \* Los instrumentos de gestión territorial (Importancia de los planes de desarrollo urbano y de ordenamiento territorial).
- \* Simulacros.
- \* Sistemas de evacuación de aguas pluviales en la vivienda
- \* Mantenimiento de techos y zócalos de la vivienda.
- Capacitar a la población para el mejoramiento en las construcciones de adobe, de esta forma disminuir la vulnerabilidad física.
- Prohibir la explotación del recurso natural suelo principalmente para la fabricación de ladrillos.
- Elaborar material de información con los resultados del estudio con fines de sensibilización e información de la población.

Adicionalmente, a través de un proyecto de inversión pública considerar la implementación de un SAT, en el que se incluya con especial atención:

- El monitoreo mediante el uso de puntos de control y uso de GPS diferenciales de las cárcavas 1 y 2 especialmente en el deslizamiento inactivo y en la parte alta del deslizamiento rotacional Mz. Q, R, S y T de la Asociación de vivienda Altiva Canas.
- Colocar en las zonas urbanas y de expansión urbana ubicadas dentro de los niveles de peligro Muy Alto y Alto, letreros de prohibición para construcción de viviendas o compra y venta de terrenos.
- Evitar sobrecargar con cargas vivas las edificaciones hacia el sector involucrado como pueden ser almacenamiento de materiales de construcción como ladrillos o adobes, desmontes, mobiliario pesado, vehículos de alto tonelaje, etc.
- Eliminar áreas de cultivo en algunas viviendas, ya que, aceleran la infiltración de agua en el suelo.
- Eliminar aquellas áreas verdes pegadas a los muros, como jardines o patios sin tratamiento de pisos, ya que humedecen los muros sobrecargándolos y debilitando las estructuras.
- Se ha realizado un análisis de vulnerabilidad frente al peligro de deslizamiento, determinándose que 24 lotes se encuentran en vulnerabilidad alta, y 40 en muy alta vulnerabilidad, que representan el 39% y 61% respectivamente.
- Se ha realizado el cálculo de riesgo en base al peligro y vulnerabilidad, determinándose que 4 lotes se encuentran el riesgo medio, 34 lotes se encuentran el riesgo alto, y 26 lotes se encuentran en riesgo muy alto, que representan el 6%, 53% y 41% respectivamente.
- El cálculo de pérdidas se estimó en s/. 11,449,385.50, considerando viviendas, servicios básicos e infraestructura vial.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Allyn Puriy. (2013). Estudio Geológico - Geodinámico a detalle del deslizamiento en la APV Altiva Canas del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Carlier, G. (2011). Geología del cuadrángulo de Cusco Hoja 28s. INGEMMET.
- CENEPRED. (2014). Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2da edición).
- GEMMA. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional.
- INEI. (2007). Censo Poblacional. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- SENAMHI-MEF; Información estadística en aplicativo web. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

#### CONCLUSIONES

- Se ha identificado y caracterizado el peligro de deslizamiento, determinando su nivel de peligrosidad, de acuerdo a los factores condicionantes de tipo de suelo, pendientes, geomorfología; factores desencadenantes de cargas estáticas y precipitación. Siendo que el 4.08% del ámbito se encuentra en nivel bajo; el 31.62%, en nivel medio; 35.44%, en nivel alto y el 28.86% en nivel muy alto.