



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



EVALUACIÓN GEODINÁMICA EN EL DISTRITO DE LA HUACA (Provincia Sullana - Región Piura)

Informe Técnico N°012-2022/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Marzo, 2022

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Evaluación geodinámica en el Distrito de La Huaca
(Provincia de Sullana, Región Piura)

Autores

Roberth Carrillo
Segundo Ortiz
Juan Carlos Gómez

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
Teléfono: 51-1-3172300

EVALUACIÓN GEODINÁMICA EN EL DISTRITO DE LA HUACA
(Provincia de Sullana, Región Piura)

Lima – Perú
Marzo, 2022

RESUMEN

En el distrito de La Huaca se originan eventos geodinámicos del tipo flujos de detritos e inundaciones debido a la interacción de los factores condicionantes (geomorfología, pendientes, tipos de suelos y cobertura vegetal) y desencadenantes (precipitaciones pluviales y en algunos casos actividades antrópicas), principalmente durante los meses de diciembre a abril con precipitaciones de mayor intensidad: Fenómeno del Niño (1983-1984 y 1997 – 1998) y el Niño Costero (2017).

En los poblados Viviate, Buenaventura, El Portón y Miraflores pertenecientes al distrito La Huaca y alrededores se han identificado la presencia de zonas expuestas a la ocurrencia de flujos de lodos y/o detritos, derrumbes y caída de rocas durante la época de precipitaciones intensas, representando un alto riesgo para la población e infraestructura.

CONTENIDO

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Ubicación

1.2.- Clima

2.- METODOLOGÍA

2.1.- Recopilación de información

3.- GEOMORFOLOGÍA

3.1 Unidades geomorfológicas

4.- GEOLOGÍA

5.- GEODINÁMICA

5.1 Poblado Vivate

5.2 Poblado Buenaventura

5.3 Poblado El Portón

5.4 Poblado Miraflores

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCIÓN

La Municipalidad distrital de La Huaca, solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP) para realizar la evaluación geodinámica en las inmediaciones de los centros poblados Viviate, Buenaventura, El Portón y Miraflores. Para cumplir con lo solicitado, se realizó una inspección de campo de manera conjunta con representantes de la municipalidad, llegándose a identificar zonas expuestas a eventos de geodinámica superficial del tipo flujos de lodo y/o detritos y las zonas susceptibles a la ocurrencia de este tipo de eventos que podrían generarse en el área de estudio y recomendar los estudios técnicos específicos requeridos para determinar el nivel de peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo presente en la zona de estudio.

1.1.- Ubicación

El área de estudio comprende los centros poblados Viviate, Buenaventura, El portón y Miraflores ubicados en el margen izquierdo del río Chira, contiguos a la vía Sullana - Paita (Figura 1).

El acceso al área de estudio, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el noroeste, a través de la vía asphaltada Panamericana Norte, de buen estado de conservación, hasta la ciudad de Sullana sobre un recorrido de aproximadamente 33 Km, a continuación, se recorren 28 km por la vía Sullana – Paita hasta llegar al poblado de Viviate, distrito La Huaca.

1.2.- Clima

Para determinar las condiciones climáticas del área de estudio, se ha tomado los datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) pertenecientes a la estación

meteorológica La Esperanza (Latitud: 4°55'16.09" S, Longitud: 81°3'34.89" W, cota 7 m.s.n.m.) Según la información registrada en esta estación, las temperaturas en la provincia de Paita (10 km al oeste del área de estudio) fluctúan entre 33° y 20 °C (Figura 2).

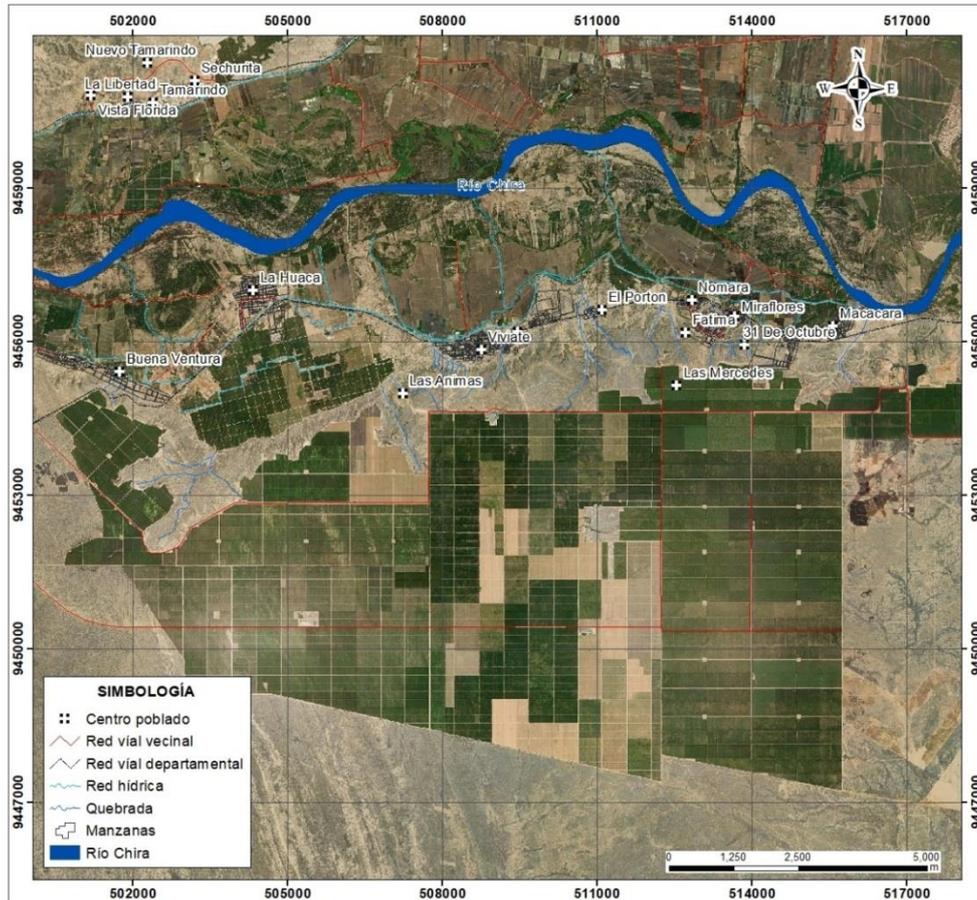


Figura 1.- Ubicación del área de estudio

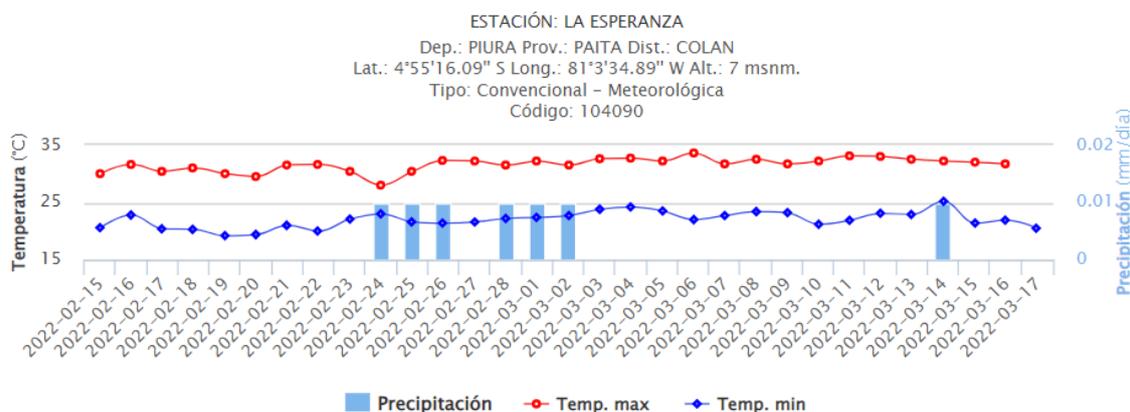


Figura 2: La estación meteorológica La Esperanza registra información de temperatura y precipitación de forma continua (SENAMHI, 2021)

De acuerdo con los datos meteorológicos de dicha estación, las precipitaciones en el área de estudio se presentan entre el periodo diciembre – abril, siendo la mayor precipitación histórica, la ocurrida el 24 de mayo de 1983 con valores de 134.8 mm/día.

2.- METODOLOGÍA

La evaluación geodinámica en el área de estudio se desarrolló en tres fases, que se describen a continuación:

Fase 1: Trabajos de Gabinete para realizar la recopilación información de estudios geológicos y geodinámicos existentes para el área de estudio. Así como, la elaboración de mapas preliminares para el cartografiado de campo.

Fase 2: Trabajo en campo para la identificación, delimitación y caracterización de los eventos geodinámicos ocurridos en el área de estudio, así como la identificación de nuevas áreas susceptibles eventos geodinámicos.

Fase 3: Trabajos de Gabinete para realizar el análisis e interpretación de la información recopilada en campo y elaboración de informe respectivo.

2.1 Recopilación de la información

La información geológica, geodinámica regional y local más relevante para el presente estudio fue extraída de las siguientes fuentes:

- **Alfaro et al. (2014):** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos.

El estudio detalla el cálculo de umbrales de precipitación usando datos de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI para el periodo 1964 – 2014. Se describen los datos de la estación meteorológica La esperanza que se ubica a 10 km al oeste del área

de estudio. Los valores de umbrales de lluvia descritos en ese documento son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Umbrales de precipitación para la estación Cañaverál (periodo 1964 – 2014)

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRALES CALCULADOS (ESTACIÓN LA ESPERANZA)
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR>74.6 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	30.6mm<RR≤ 74.6 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	14.5 mm<RR≤ 30.6 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	4.5 mm<RR≤ 14.5 mm

- **Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (2006).**
Estudio geoambiental de la cuenca del río Chira - Catamayo.

El estudio indica que las precipitaciones intensas, tipo Fenómeno El Niño, conllevan a la activación de quebradas, generando flujos de lodos como los ocurridos en el sector Monte Verde, en la quebrada Seminario.

3.- GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan. Para la identificación de las principales unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio, se ha utilizado como herramienta primaria un mapa de pendientes:

3.1.- Unidades geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio en base a sus características físicas y los procesos que las han originado son (Figura 3):

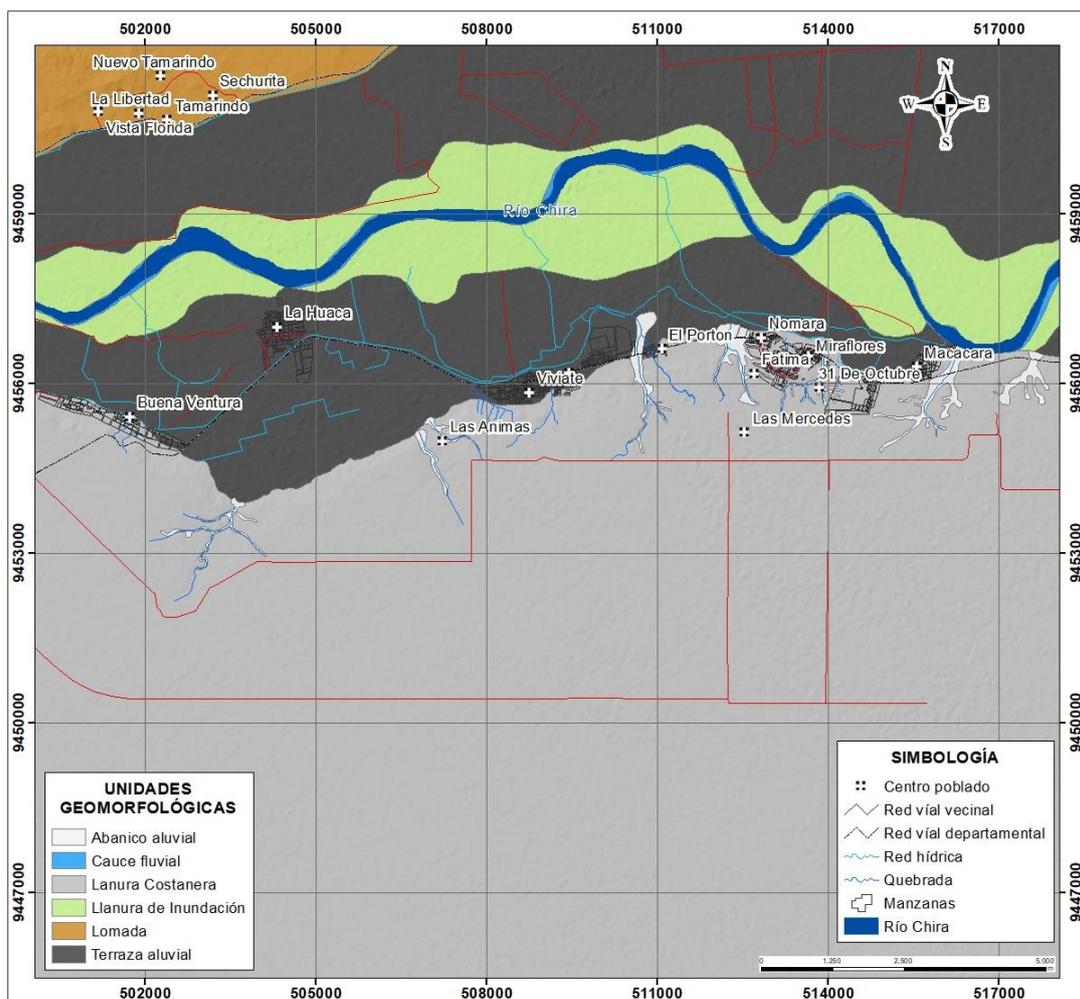


Figura 3: Unidades geomorfológicas reconocidas en el área de estudio

- **Abanico aluvial:** Constituye una superficie inclinada que tiene forma de abanico que resulta de la depositación de materiales que han sido erosionados desde las cabeceras de las subcuencas y transportados pendiente abajo por flujos aluviónicos antiguos a lo largo de las quebradas. Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en la parte baja de la llanura costanera con un desnivel topográfico de 3 a 4 m respecto a la zona urbana del poblado de Vivate (Figura 4).



Figura 4: Abanicos aluviales (polígono amarillo) formados en la parte baja de quebradas de corta longitud ubicadas en el poblado de Vivate, específicamente en la parte baja de la llanura costanera y contigua a quebrada Seminario

- **Cauce fluvial:** También llamado lecho fluvial, es el canal excavado por el flujo de agua de un río y los sedimentos que este transporta durante todo su desarrollo y evolución. La morfología del lecho depende del caudal, la pendiente, el tamaño de los sedimentos y de lo erosionable que sea el sustrato rocoso; es decir, es producto de un equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos y su capacidad de transporte. Esta unidad geomorfológica se encuentra representada por el lecho fluvial del río Chira que discurre en dirección predominante este – oeste y se sitúa a 2.9 km al norte del poblado de Vivate.

- **Llanura de inundación:** Consiste en una superficie de baja pendiente que se ubica en ambos márgenes del río Chira y es la zona comúnmente inundada durante los periodos de lluvia (enero – abril). En el área de estudio, esta unidad ha sido formada por la acción fluvial del río Chira que erosiona, transporta y deposita grandes volúmenes de sedimentos en la parte media y baja de la cuenca. Está conformada por material fluvial (arenas) y ha sido identificada a 2.1 km al norte de la localidad de Viviate.
- **Llanura costanera:** Se define como una superficie llana a ligeramente ondulada con pendientes menores a 15° de inclinación y con un desnivel topográfico de 20 metros respecto a la zona urbana. Se encuentra conformada por materiales heterogéneos de origen aluvial (clastos subangulosos a subredondeados envueltos en una matriz areno-limosa). Desde esta geoforma las aguas de escorrentía pluvial discurren hacia la zona urbana del distrito de Viviate (Figura 5).



Figura 5: Llanura costanera ubicada en la parte sur del poblado de Viviate, presenta desnivel topográfico de 15 a 20 m respecto a la zona urbana

- **Terraza aluvial:** Constituye una superficie llana o planicie sobre la que se asienta el área urbana de la localidad de Viviate, está conformada principalmente por arena suelta de origen eólico y materiales heterogéneos de origen aluvial (Figura 6).



Figura 6: Terraza aluvial (polígono amarillo) sobre la que se asienta la zona urbana de la localidad de Viviate

Lomada: Se refiere a superficies elevadas de forma alargada con pendientes inferiores a 35° de inclinación. Esta unidad geomorfológica se ubica a 7.1 km al noroeste del poblado de Viviate.

4.- GEOLOGÍA

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado, en base a información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 1999) a escala 100,000 (Cuadrángulo Geológico de Sullana – hoja 10-b); mientras que, para la geología local se ha realizado el reconocimiento in situ. Las unidades geológicas identificadas se describen a continuación (Figura 7):

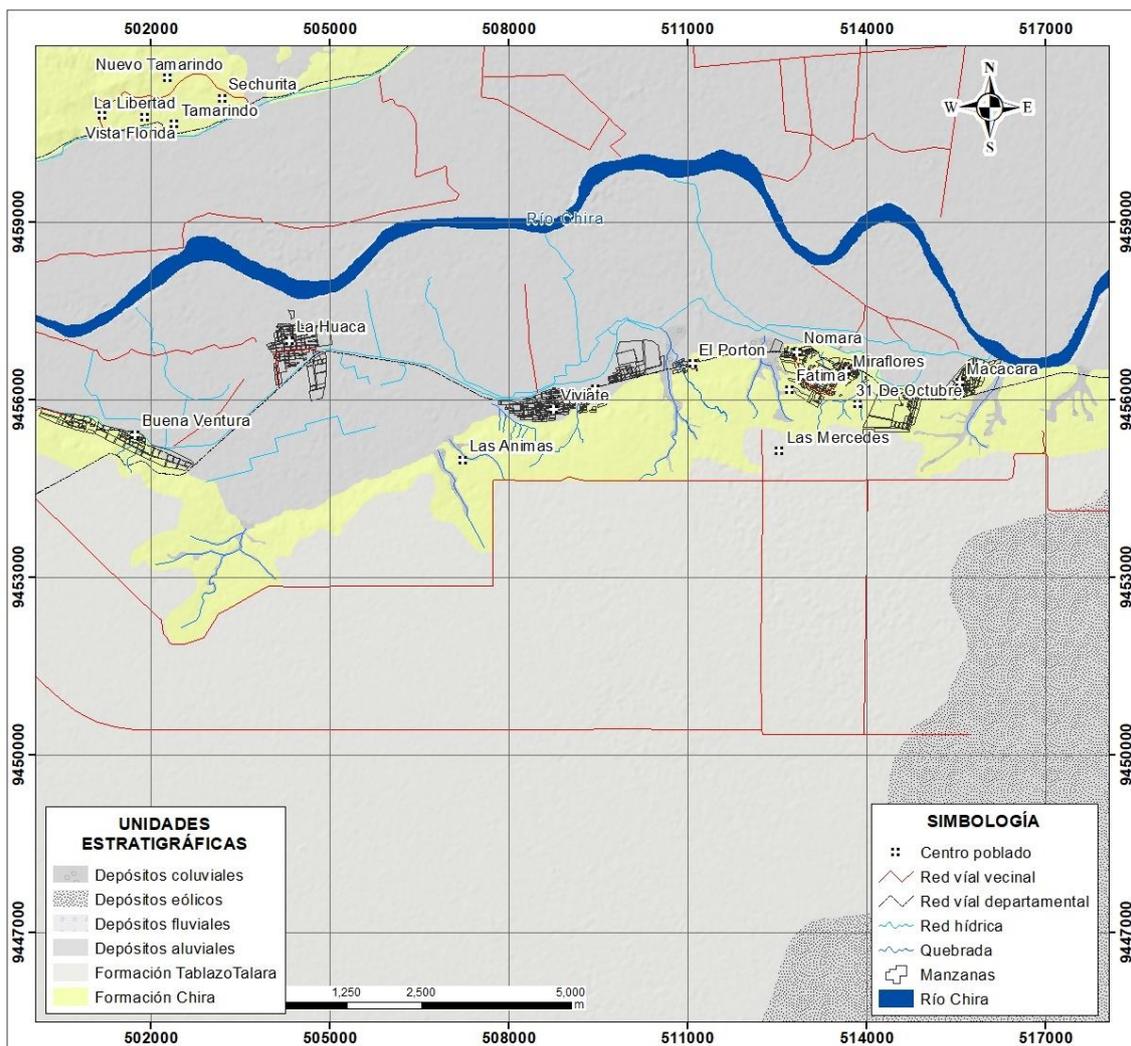


Figura 7: Unidades geológicas identificadas en el poblado de Viviote

- **Formación Chira (Te-ch):** Constituida por conglomerados con areniscas arcósicas de grano fino y color amarillo, son poco compactas y deleznales; debido a ello son susceptibles a la erosión.

Esta unidad fue identificada en el extremo sur de la localidad de Viviate, específicamente en los límites de la terraza aluvial y llanura costanera, (Figura 8).



Figura 8: Conglomerados de la Fm. Chira ubicados en el extremo sur de la localidad de Viviate

- **Formación Tablazo Talara (Qp- tt):** Consiste en conglomerados poco consolidados con matriz bioclástica o restos calcáreos, se sitúan hacia el extremo sur del poblado de Viviate. (Figura 9)



Figura 9: Conglomerados con matriz bioclástica al extremo sur la localidad de Viviate

- **Depósitos aluviales (Qr-al):** Unidad geológica que se encuentra conformada por materiales heterogéneos como gravas, arenas y limos que fueron transportados por flujos de agua a través de quebradas y torrenteras hasta ser depositados en zonas de baja pendiente. La unidad ha sido reconocida en el margen izquierdo del río Chira, zona donde se emplaza la zona urbana del área de estudio (Figura 10).



Figura 10: Materiales heterogéneos de origen aluvial en las inmediaciones de la zona urbana de la localidad de Viviate

- **Depósitos fluviales (Qr-fl):** Materiales resultantes de la meteorización y/o erosión, traslado y deposición de rocas preexistentes, transportados por una corriente fluvial permanente, encontrándose depositados en el cauce de los lechos de los ríos existentes en el área estudiada. Esta unidad geológica está conformada por arenas de grano medio a grueso, presentan plasticidad baja y se encuentran a lo largo del cauce del río Chira.
- **Depósitos eólicos (Qr-e):** Están conformados por arenas de grano medio a fino, color gris a beige que han sido transportados por la acción de los vientos. Se ha identificado esta unidad geológica en el extremo suroriental del área de estudio, (Figura 11).



Figura 11: Arenas eólicas (polígono amarillo) ubicadas sobre las laderas del área de estudio

- **Depósitos coluviales (Qr-e):** Materiales sueltos o inconsolidados que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes y son dispuestos sobre la parte media o pie de las laderas o superficies inclinadas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos en la parte oriental del área de estudio sobre la terraza aluvial inclinada (Figura 12).



Figura 12: Materiales sueltos de naturaleza coluvial sobre la parte alta de la quebrada Seminario y que podrían mobilizarse pendiente abajo

5.- GEODINÁMICA

Estudia los procesos geológicos (internos y externos) que provocan modificaciones en la superficie terrestre; es decir, originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que alteran y modifican el relieve actual.

Durante los trabajos de campo, se recorrieron las áreas de los poblados Viviate, Buenaventura, El Protón y Miraflores; y en cada uno de ellos se ha identificado los siguientes eventos geodinámicos:

5.1.- Poblado Viviate

Este poblado se encuentra a 4.5 km de distancia hacia el sureste del distrito de La Huaca y los eventos geodinámicos identificados son:

- **Flujo de lodo:** Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido que contiene detritos (concentraciones de partículas finas de limos y arcillas) saturados y plásticos (Índice plástico > 5%), cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente. Estos tipos de eventos se generan por la remoción de los materiales que han sido erosionados en las partes altas de las cuencas hidrográficas y transportadas a través del cauce de las quebradas hasta la parte baja, donde son depositados en forma de abanicos.

Evidencias de flujos de lodo han sido identificadas en las quebradas Seminario y La Zorra, ambas ubicadas en los extremos suroeste (contiguo al límite de la zona urbana) y sureste del poblado Viviate. La quebrada Seminario ha sido encauzada por los pobladores mediante diques conformados con sacos de arena, puestos en la zona debido a las afectaciones en viviendas que fueron generadas durante las precipitaciones del evento Niño Costero del año 2017. En la quebrada la Zorra, de mayor dimensión, predominan los flujos de detritos que podrían colmatar el pontón ubicado en la vía Viviate –

Paita y generar afectaciones en dicha vía de acceso (Figuras 13, 14 y 15).

En resumen, en la Figura 16 se muestran los eventos geodinámicos delimitados en el poblado de Viviate.



Figura 13.- Cauce de la quebrada Seminario que ha sido limitado por los diques conformados por los pobladores con sacos de arena.



Figura 14.- Cauce de la quebrada Seminario que ha sido colmatado parcialmente por residuos sólidos arrojados por los pobladores



Figura 15.- Cauce de la quebrada La Zorra que se encuentra estrangulado en las inmediaciones de la vía Viviate – Paíta por la presencia de un pontón que podría ser colmatado y generar afectaciones en la vía y viviendas contiguas

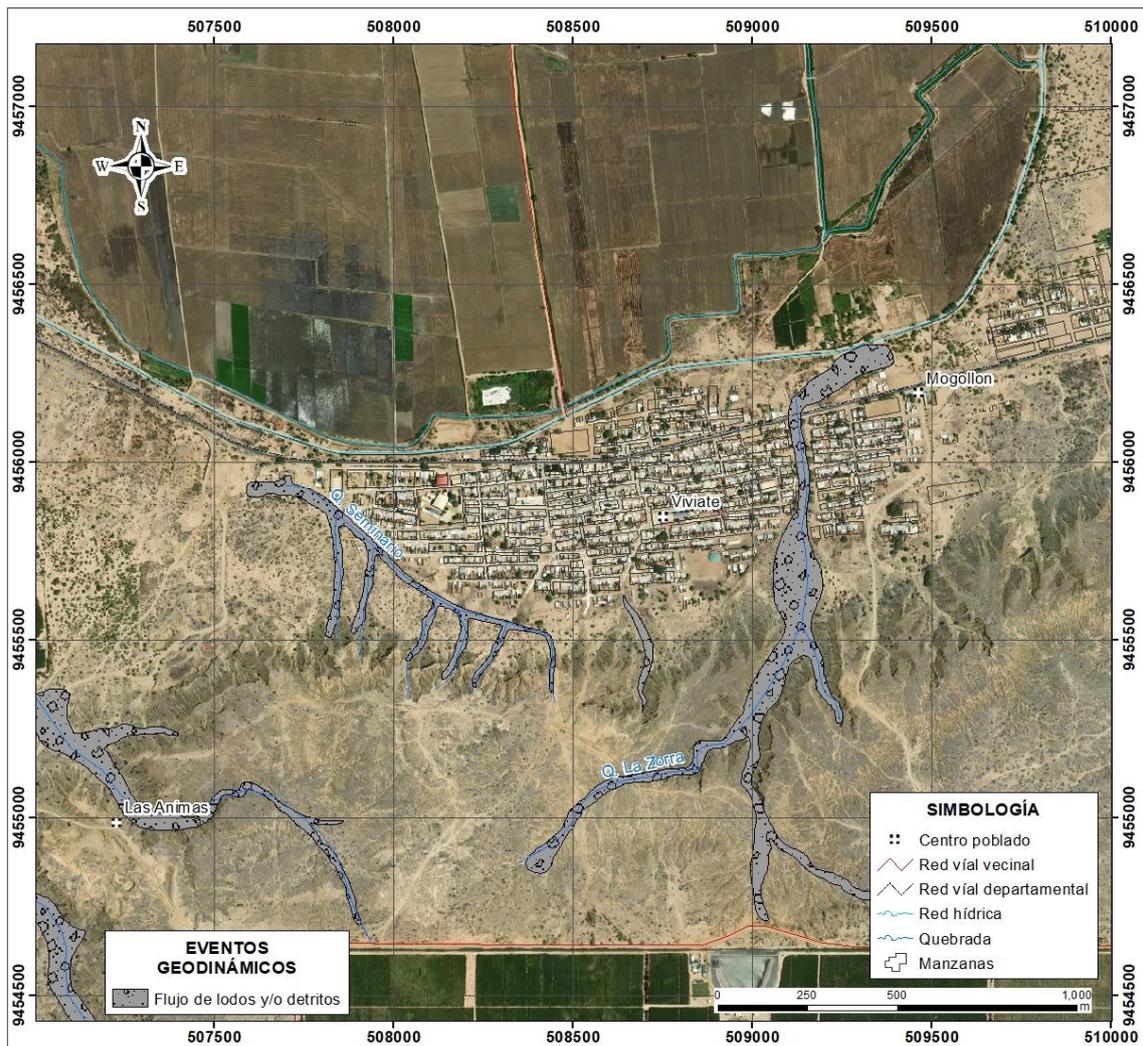


Figura 16.- Eventos geodinámicos en las inmediaciones de poblado de Viviate

5.2.- Poblado Buenaventura

Este sector se encuentra a 2.9 km de distancia hacia el extremo suroeste del distrito de La Huaca. Los eventos geodinámicos identificados en ese sector son:

- **Caída de rocas:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Generalmente, ocurren en taludes y laderas de fuerte pendiente, asociados a su litología, fracturamiento, así como aquellas que han sido modificadas durante la realización de obras de excavación o voladuras.

Cabe mencionar que, en las inmediaciones de la vía Viviate – Paita, ubicada en el extremo sur del poblado Buenaventura, se ha identificado que la ladera está conformada por intercalaciones de areniscas y lutitas estratificadas que se encuentran meteorizadas y fracturadas, siendo susceptibles a desprenderse pendiente abajo por incremento de la infiltración de las aguas de riego que se emplean en la parte alta de la ladera por empresas privadas que promueven el sembrío de caña y por la actividad sísmica, evidencia de ello, son las caídas de rocas durante el sismo con epicentro en la provincia de Sullana del día 30 de julio de 2021. (Figuras 17 y 18).



Figura 17.- Eventos geodinámicos en las inmediaciones de la vía Vivate – Paita, la imagen superior muestra rocas fracturadas susceptibles a desprenderse y en la imagen inferior se evidencia un flujo de agua que resulta de la infiltración de las aguas de riego empeladas en la parte alta de la ladera para el regadío de cultivos de caña de azúcar que contribuyen en el incremento de la inestabilidad



Figura 18.- Actividad agrícola en la parte alta de ladera que se ubica contigua a la vía Vivate – Paita en las inmediaciones de poblado Buenaventura que originaría el afloramiento de agua en la ladera

- **Derrumbe o caída de detritos:** Son aquellos eventos geodinámicos que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión que constituyen depósitos de material inconsolidado en la parte baja de una ladera.

Este evento ha sido reconocido contiguo a la vía asfaltada Vivate – Paita que se ubica en las inmediaciones del poblado Buenaventura, donde las zonas de arranque se generan producto de la erosión de las laderas por las aguas de escorrentía pluvial que es derivada a través de las cunetas durante la ocurrencia de las lluvias, estas aguas evacuadas socavan la ladera y generan derrumbes que podrían incrementar su

área de influencia y generar el colapso parcial de la vía de acceso en mención, evidencia de ello, es la presencia de diversas grietas (Figura 19).



Figura 19.- Derrumbe (línea amarilla) generado por la erosión del agua de escorrentía pluvial que viene siendo transportada a través de la cuneta de la vía

- **Flujos de lodo:** Los materiales removidos por acción del agua desde la parte alta de una ladera ubicada en las inmediaciones de la vía Viviate – Paita (extremo sur del poblado de Viviate) son canalizados a través de quebradas hasta descender a la parte baja, afectando parte de la zona urbana del poblado Buenaventura durante la época de precipitaciones pluviales, dichos materiales están conformados principalmente por materiales finos como arenas y Limos (Figura 20).



Figura 20.- Los materiales erosionados en la parte media de la ladera (contiguos a la vía asfaltada Viviate – Paita) podrían ser movilizados pendiente abajo a través del cauce de las quebradas (líneas amarillas) generando flujos de lodos que afectarían las viviendas ubicadas en el extremo sur del poblado Buenaventura

Finalmente, en la Figura 21 se muestran los eventos geodinámicos delimitados en la localidad de Buenaventura.

5.3.- Poblado El Portón

Este sector se encuentra a 6.8 kilómetros de distancia hacia el extremo sureste del distrito de La Huaca. Los eventos geodinámicos identificados en ese sector son:

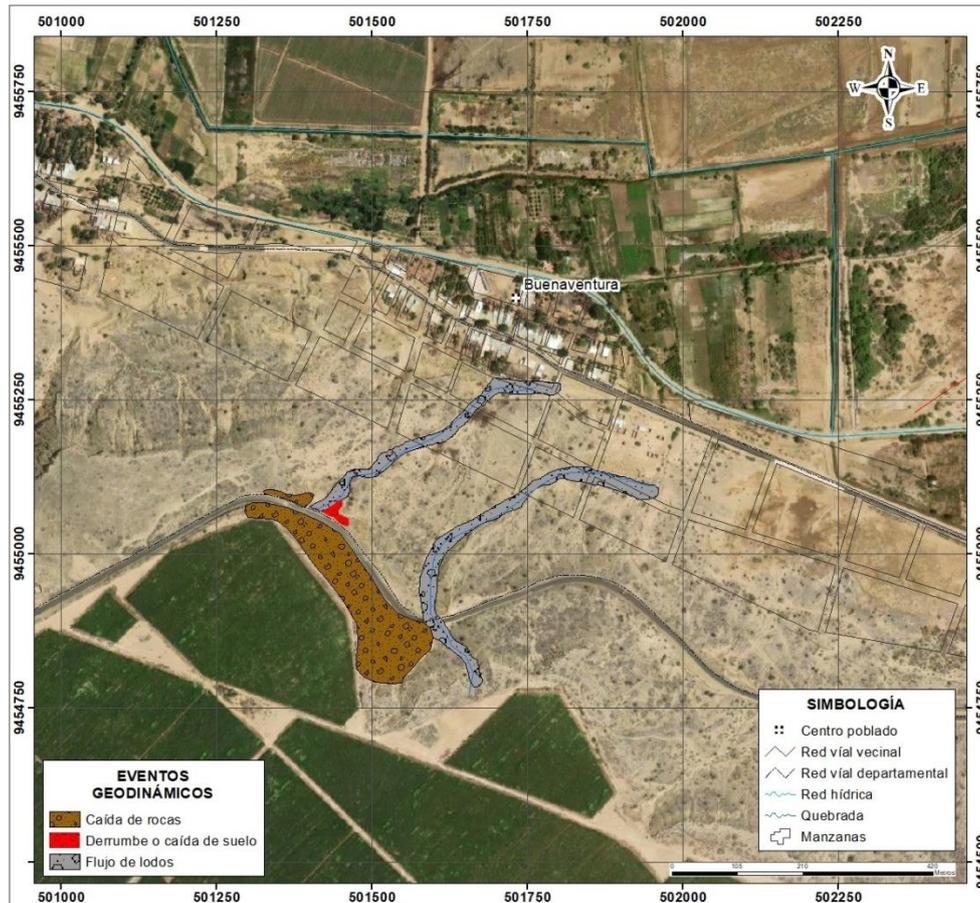


Figura 21.- Eventos geodinámicos identificados en las inmediaciones del poblado Buenaventura

- **Flujo de detritos:** Este tipo de evento ha sido reconocido debido a la presencia de la quebrada El Portón, en el área de estudio, que transporta los materiales erosionados de la parte alta de la subcuenca hidrográfica que conforma, este evento podría afectar viviendas asentadas contiguas a esta quebrada (Figura 22).
- Cabe señalar que, el puente denominado “El Portón” actualmente se encuentra en estado precario y en proceso de reconstrucción debido a los efectos generados por el sismo de Sullana de fecha 30 de julio de 2021, habiéndose establecido una ruta alterna contigua al puente que se ubica en el área de inundación de la quebrada, pudiendo ser afectado en caso se active la quebrada (Figura 23).



Figura 22.- Cauce de la quebrada El Portón donde se transportan flujos de detritos generados en épocas de lluvia (diciembre – abril) que cruzan la vía hacia Paíta por dos pontones pudiendo afectar la plaza principal del centro poblado debido a la cercanía a la quebrada

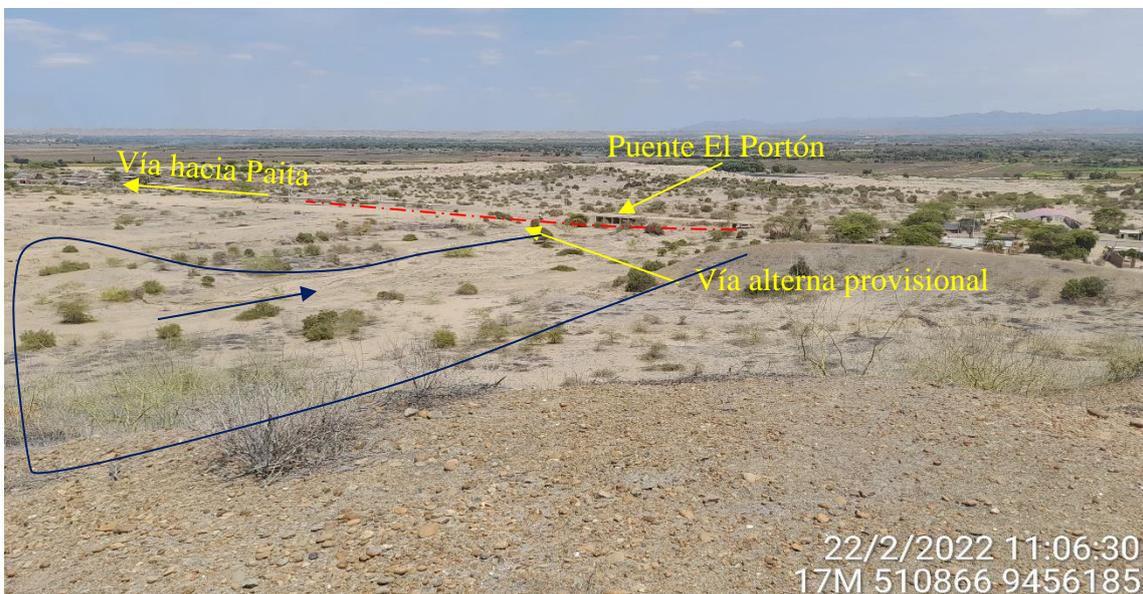


Figura 23.- Cauce de quebrada (línea azul) en la cual se desplazan flujos de detritos y ante su activación pueda afectar la vía alterna y puente denominado El Portón debido a su precariedad

Finalmente, la Figura 24 muestra los eventos geodinámicos delimitados en la zona de El Portón.

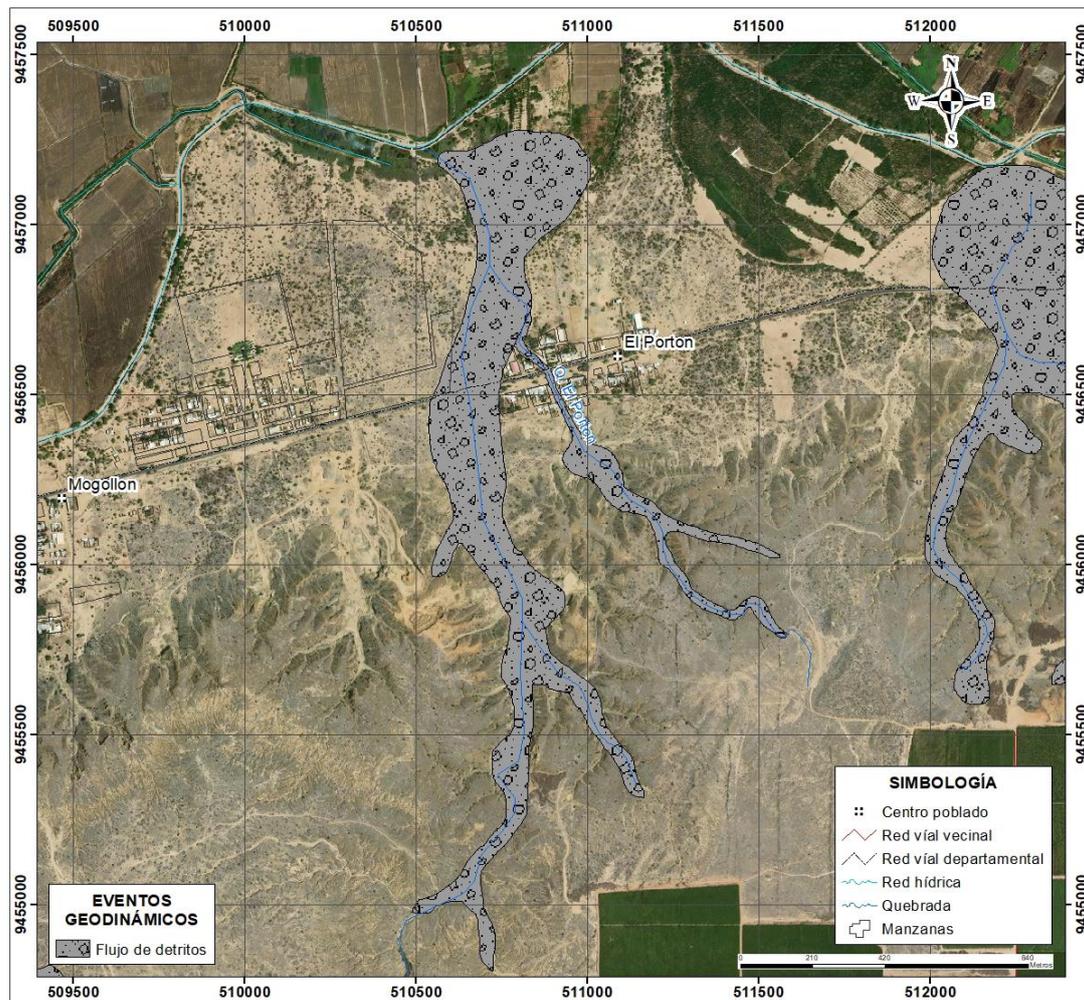


Figura 24.- Zonas susceptibles y recurrentes a flujos de detritos en épocas lluvias en la zona de El Portón.

5.4.- Poblado Miraflores

Este sector se encuentra a 9.4 km de distancia hacia el sureste del distrito de La Huaca. El evento geodinámico identificado en ese sector es:

- **Flujo de detritos:** Este tipo de evento podría generarse a lo largo de la quebrada Miraflores que se ubica hacia la parte oriental de la zona urbana, a través de la cual se transportan los materiales erosionados de las laderas que conforman la subcuenca de la quebrada Miraflores, evento que no afecta viviendas y que se desplaza a través de un pontón de la vía hacia Paita (Figuras 25 y 26).



Figura 25.- Cauce de la quebrada Miraflores que se activa durante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos

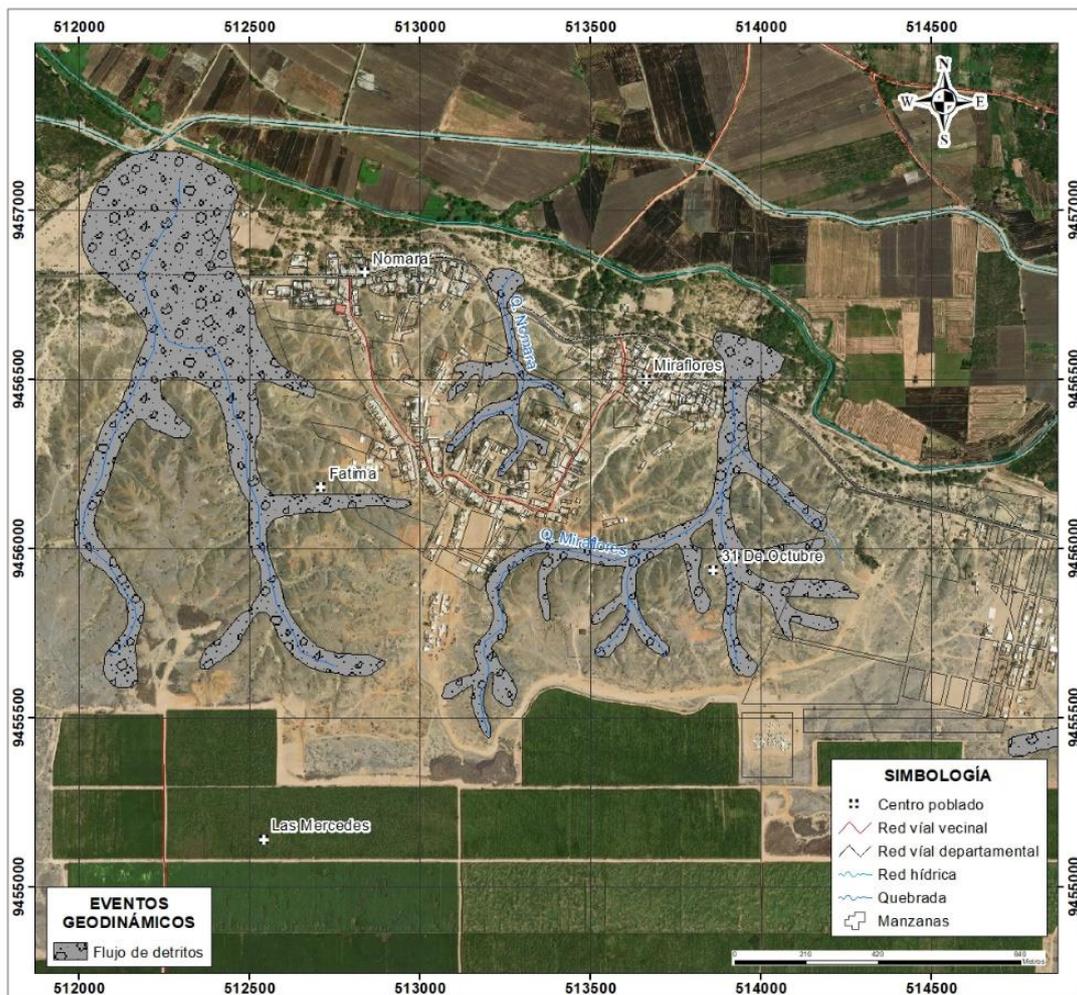


Figura 26.- Zonas susceptibles a flujos de detritos en las inmediaciones de los poblados Miraflores.

CONCLUSIONES

- La zona de estudio se emplaza sobre la unidad geomorfológica terraza aluvial y en su extremo sur, se ha identificado la presencia de áreas agrícolas. Hacia la dirección norte, se tiene a las unidades geomorfológicas cauce fluvial en el lecho del río Chira, llanura de inundación en las zonas de baja pendiente susceptibles a inundación y finalmente, elevaciones denominadas lomada en el extremo noroccidental.
- La unidad geológica que constituye el sustrato rocoso del área de estudio es la Formación Chira (Te-ch) que aflora al sur de Viviate y consiste en conglomerados semicompactos y en algunos casos deleznable, siendo susceptibles a los procesos erosivos; mientras que, la zona urbana se emplaza sobre depósitos heterogéneos (arenas, limos y gravas en menor proporción) que han resultado del transporte de los materiales erosionados de la parte alta y media de las subcuencas hidrográficas.
- Entre los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio se tienen flujos de lodo y de detritos que son productos de las precipitaciones intensas e incremento del caudal en las quebradas, así como las condiciones morfológicas del terreno, los afloramientos de materiales inconsolidados, la deforestación de laderas y escorrentías superficiales. Además, se reconocieron zonas expuestas (vías de acceso) a caída de rocas y derrumbes desde las laderas contiguas.
- En el poblado Viviate se ha identificado zonas susceptibles a la ocurrencia de flujos de lodo en las inmediaciones de la quebrada Seminario cuyo lecho ha sido encauzado de forma artesanal, con costales de arena y diques conformados por los pobladores; sin

embargo, dichas estructuras de encauzamiento se encuentran en estado precario y ante lluvias intensas podrían afectar las viviendas contiguas a la quebrada. Además, la desembocadura de la quebrada Seminario en las inmediaciones de la carretera Viviate – Paita, no se encuentra encausada, pudiendo afectar zonas de expansión urbana asentadas en las inmediaciones.

- En la quebrada La Zorra, que se ubica en la parte oriental del poblado Viviate, se ha identificado la presencia de zonas susceptibles a la ocurrencia de flujos de detritos que pueden afectar viviendas asentadas aledañas al cauce. Estos flujos se transportan a través de un pontón de la carretera Sullana – Paita que podría ser colmatado debido a sus reducidas dimensiones y generaría afectaciones en la vía.

- Las laderas ubicadas a ambos lados de la vía Sullana – Paita, específicamente en el extremo sur del poblado Buenaventura, se encuentran conformadas por areniscas y lutitas fracturadas con estabilidad precaria, siendo susceptible a caída de rocas durante la ocurrencia de sismos (evidencia de ocurrencia durante el sismo del 30 de julio de 2021 en Sullana) y la infiltración del agua de regadío para los cultivos de caña de azúcar desde la parte alta de las laderas. Además, se ha verificado que las cunetas empleadas para la evacuación de las aguas de escorrentía de la vía drenan el agua sobre la ladera ubicada en la parte inferior de la vía, contribuyendo a la erosión de los suelos y dando lugar a derrumbes (caída de detritos). Como evidencia se ha reconocido la presencia de materiales removidos y grietas en el suelo. Finalmente, los materiales son transportados pendiente abajo a través de quebradas a manera de flujos que podrían afectar parte de la zona urbana del poblado Buenaventura.

- Producto de los procesos erosivos e incremento de los sedimentos en las laderas, se generan flujos de detritos en la quebrada el Portón pudiendo afectar viviendas contiguas al cauce, la plaza principal del poblado y el puente El Portón ante inundaciones severas.

RECOMENDACIONES

- Brindar mantenimiento periódico a los diques de encauzamiento de la quebrada Seminario para evitar su colapso y que posibles flujos de lodos o detritos afecten viviendas contiguas, además se debe descolmatar el cauce de la quebrada en lugares de acumulación de residuos sólidos.
- Encauzar el área de la desembocadura de la quebrada Seminario debido a que no tiene un cauce definido y podría afectar la vía Vivate – Paita en las inmediaciones de un terreno destinado para estadio y zonas urbanas de expansión.
- Derivar los cursos de las torrenteras o cauces adyacentes a las quebradas Seminario y La Zorra mediante canales de coronación para evitar que ingresen a la zona urbana de Vivate, tal como es el caso de la quebrada denominada La Chismosa que se ubica contigua a la quebrada Seminario.
- Brindar mantenimiento periódico a los pontones ubicados en la carretera Vivate - Paita para mejorar la circulación de los flujos hacia su desembocadura.
- Implementar muros de contención en la vía Vivate – Paita, parte sur del poblado Buenaventura, debido a que los bloques caídos podrían afectar a los vehículos y transeúntes. Asimismo, orientar a las empresas que vienen desarrollando actividades agrícolas en la parte alta, el uso de riego tecnificado para evitar la infiltración del agua sobre la ladera y generación de derrumbes o deslizamientos.
- Revestir o implementar estructuras de disipación de velocidad del agua en la ladera ubicada en la vía Vivate – Paita (extremo sur de

Buenaventura) para evitar la erosión de los suelos por el agua de escorrentía que viene siendo transportada a través de la cuneta de evacuación pluvial de esta vía.

- Descolmatar el cauce de la quebrada El Portón y evaluar la posibilidad de implementar estructuras de protección en las inmediaciones de la plaza principal para evitar erosión o afectaciones en dicha estructura debido a su cercanía al cauce principal.
- Priorizar el mantenimiento y/o reconstrucción del puente El Portón, estructura de acceso principal hacia Paita debido a que la quebrada se activaría ante lluvias intensas y afectaría la vía que actualmente se usa de manera alterna.
- Realizar un estudio hidrológico de detalle y elaborar simulaciones numéricas en las quebradas Seminario, La Zorra y El Portón, considerando escenarios de peligros por flujos de detritos a fin de delimitar la faja marginal y así, tomar medidas de prevención y reducción de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro et al. (2014). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos, Boletín Técnico SENAMHI, pp135.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (2006). Estudio geoambiental de la cuenca del río Chira - Catamayo.

