



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN LA LOCALIDAD DE LA COIPA (Provincia de San Ignacio - Región Cajamarca)

Informe Técnico N°031-2024/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú  
Setiembre, 2024

## **Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

## **Informe Técnico**

Inspección Geodinámica en la localidad de La Coipa  
(Provincia de San Ignacio y Región de Cajamarca)

## **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

# **INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN LA LOCALIDAD DE LA COIPA**

**(Provincia de San Ignacio y Región de Cajamarca)**

Lima – Perú  
Setiembre, 2024

## **RESUMEN**

En el distrito de La Coipa y alrededores se originan eventos geodinámicos del tipo movimientos en masa (derrumbes, reptación de suelos y deslizamientos), erosión de laderas e inundaciones pluviales, debido a la interacción entre los factores condicionantes o características físicas del territorio (geomorfología, pendientes, geología y cobertura vegetal) y los factores desencadenantes (precipitaciones pluviales), principalmente durante los meses de diciembre a abril cuando se registran las lluvias de mayor intensidad, así como, actividades inducidas por acción humana (deforestación).

Durante la ocurrencia de precipitaciones intensas, los sectores expuestos son Tres de Mayo, Buenos Aires, Los Ángeles y Monterrico; lugares donde se han identificado quebradas de régimen temporal susceptibles a la ocurrencia de erosión e inundaciones en sus alrededores, así como, laderas inestables afectadas por deslizamientos, reptación de suelo y derrumbes; cuya área de influencia es de aproximadamente 31 Has. En este sentido, es necesario implementar medidas de prevención y reducción del riesgo para evitar la afectación de viviendas e infraestructura aledaña (2 km de vías de acceso y 3 instituciones educativas).

## **CONTENIDO**

### RESUMEN

#### 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Ubicación

1.2.- Clima

1.3.- Base topográfica

#### 2.- METODOLOGÍA

2.1.- Recopilación de información

#### 3.- GEOMORFOLOGÍA

#### 4.- GEOLOGÍA

#### 5.- GEODINÁMICA

#### CONCLUSIONES

#### RECOMENDACIONES

#### BIBLIOGRAFÍA

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La Municipalidad distrital de La Coipa (MDLC), solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP) para realizar la inspección geodinámica en las inmediaciones de la localidad de La Coipa, con el fin de generar instrumentos técnicos que permitan gestionar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Para cumplir con lo solicitado por la MDLC, se realizó una inspección geodinámica de manera conjunta con representantes de la Oficina de Defensa Civil de la municipalidad distrital en mención, se llegó a identificar y delimitar la ocurrencia de derrumbes en los sectores Buenos Aires y Monterrico, deslizamiento en los sectores Tres de Mayo y Los Ángeles, erosión e inundación pluvial en Monterrico y Buenos Aires. Asimismo, se procedió a recomendar los estudios técnicos específicos requeridos para determinar el nivel de peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres presente en la zona de estudio.

### **1.1.- Ubicación**

El área de estudio comprende la localidad de La Coipa, inmediaciones de los sectores Buenos Aires, Tres de Mayo, Monterrico y Los Ángeles del distrito de La Coipa, provincia de San Ignacio y departamento de Cajamarca.

El acceso a la localidad de La Coipa, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el sureste, a través de una vía asfaltada de buen estado de conservación, hasta la localidad de Olmos, recorrido que comprende aproximadamente 170 km de longitud; luego, se

moviliza en dirección hacia el noreste, a través de vía afirmada en regular estado de conservación, cuyo recorrido tiene 210 km de longitud hasta llegar a la localidad de Jaén, a continuación, se recorre 62 km a través de vía afirmada en regular estado de conservación hasta llegar al distrito de La Coipa, (Figura 1).

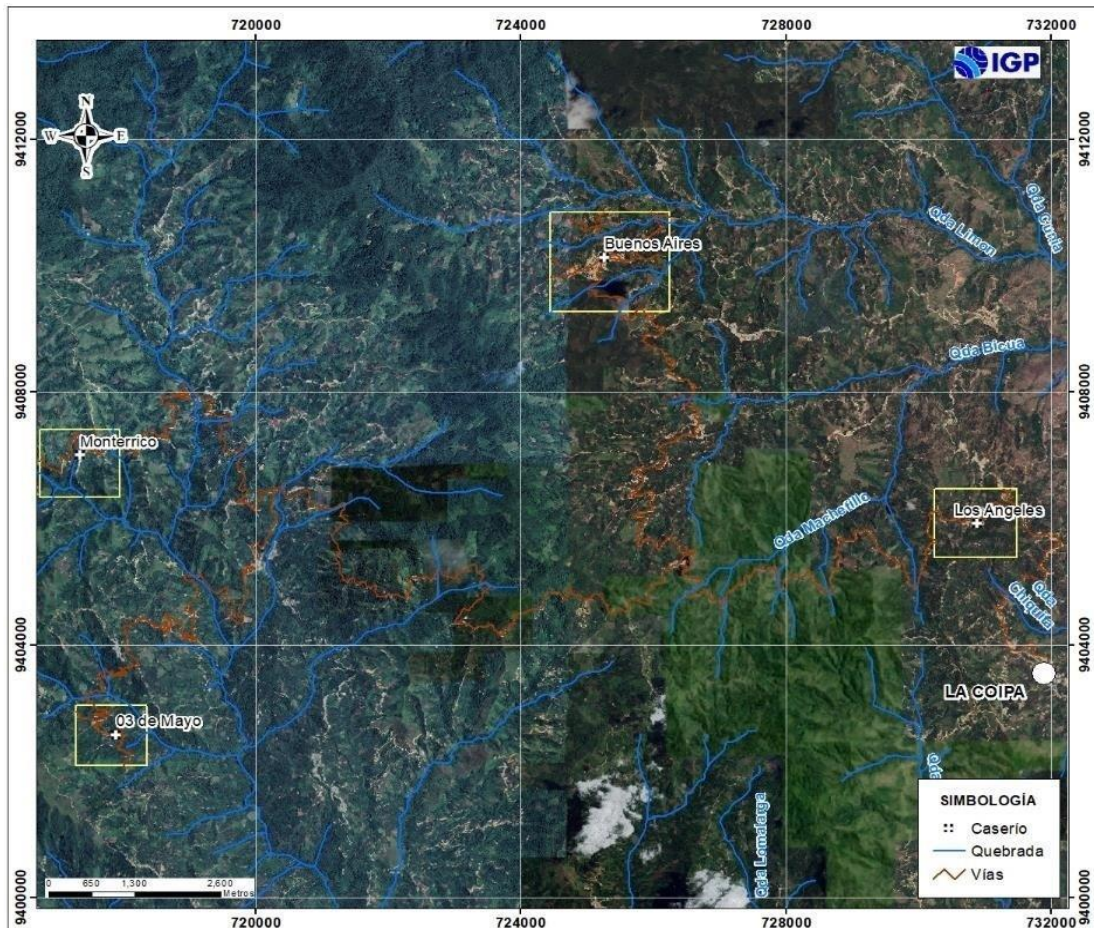


Figura 1.- Ubicación de los sectores Buenos Aires, Los Ángeles, Monterrico y Tres de Mayo pertenecientes al distrito de La Coipa

## 1.2.- Clima

Para determinar las condiciones climáticas del área de estudio, se han tomado los datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) pertenecientes a la estación meteorológica Chirinos (Latitud: 5°18'30.59'' Longitud: 78°53'51.32'', cota 1772 m.s.n.m.) que se localiza a 9.4 km al norte de La

Coipa. Según la información registrada en esta estación las temperaturas durante el año varían entre 18 a 31 °C; los registros indican que, los meses más cálidos y fríos son febrero y julio, respectivamente, (Figura 2).

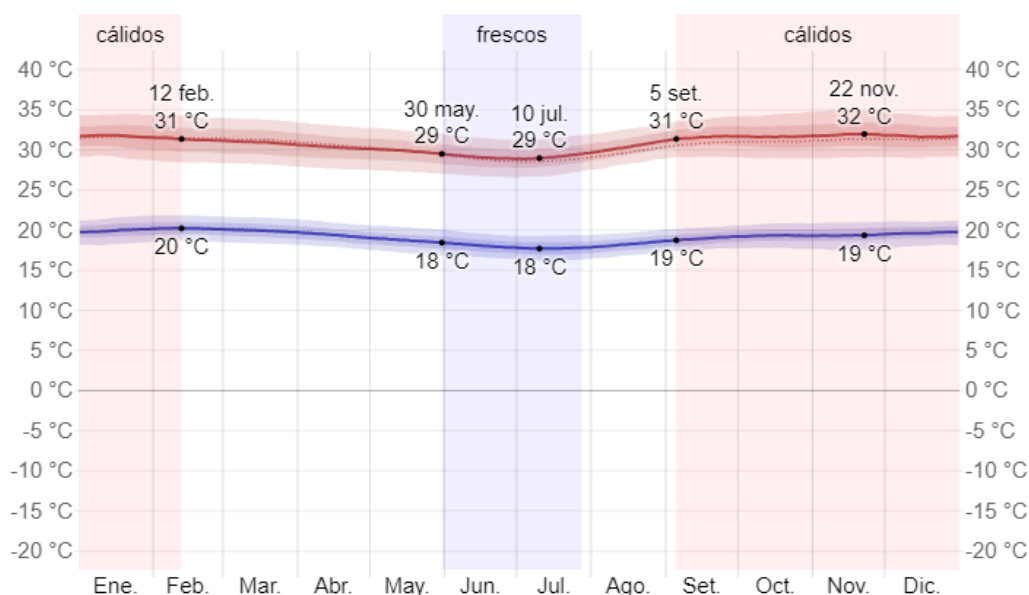


Figura 2.- Temperatura mínima (línea azul) y máxima promedio (línea roja) en la localidad de La Coipa (Fuente: Weather spark)

Respecto al registro de precipitaciones del distrito de La Coipa, las lluvias de mayor y menor intensidad ocurren en los meses de marzo y julio respectivamente (Figura 3).

### 1.3.- Base topográfica

La base topográfica referencial se obtuvo mediante el procesamiento de una imagen satelital del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) haciendo uso de sistemas de información geográfica para generar curvas de nivel con resolución espacial de 10 m.

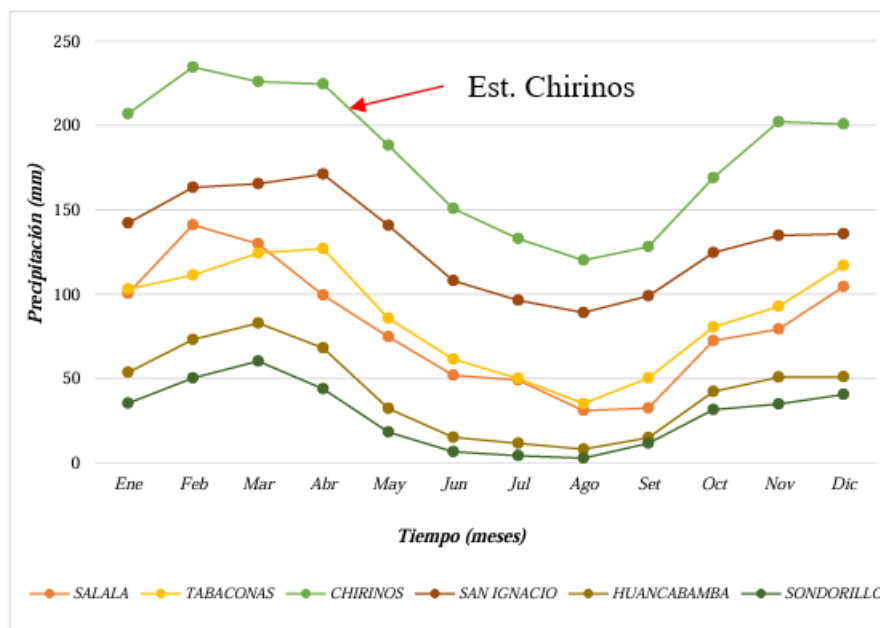


Figura 3.- Registro de precipitación media mensual (periodo 1986 – 2010) de la estación meteorológica Chirinos (Fuente: Weather spark)

## **2.- METODOLOGÍA**

La inspección 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, el análisis de la información y elaboración de mapas preliminares del área de estudio 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 áreas susceptibles a su ocurrencia.

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

### **2.1.- Recopilación de la información**

La información más relevante para el presente estudio fue extraída de las siguientes fuentes:

- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), 2020. Informe técnico N° A7004: Evaluación de peligro por deslizamiento en el caserío Los Ángeles.

Detalla que, durante el mes de febrero del año 2019 en el caserío Los Ángeles se han producido desplazamientos en el

terreno que afectaron viviendas y terrenos de cultivo, a través de la generación de grietas en paredes y suelo, efectos que se intensificaron posterior a la ocurrencia del sismo ocurrido el 26 de mayo del mismo año, generando un deslizamiento del tipo rotacional que comprende un área de 2.5 Has, presenta corona semicircular y escarpas con longitudes de 0.10 a 1 m de longitud, además, concluyeron que, el nivel de peligro por el deslizamiento es Muy Alto (debido a la ubicación de 10 viviendas en los alrededores del evento), (Figura 4).

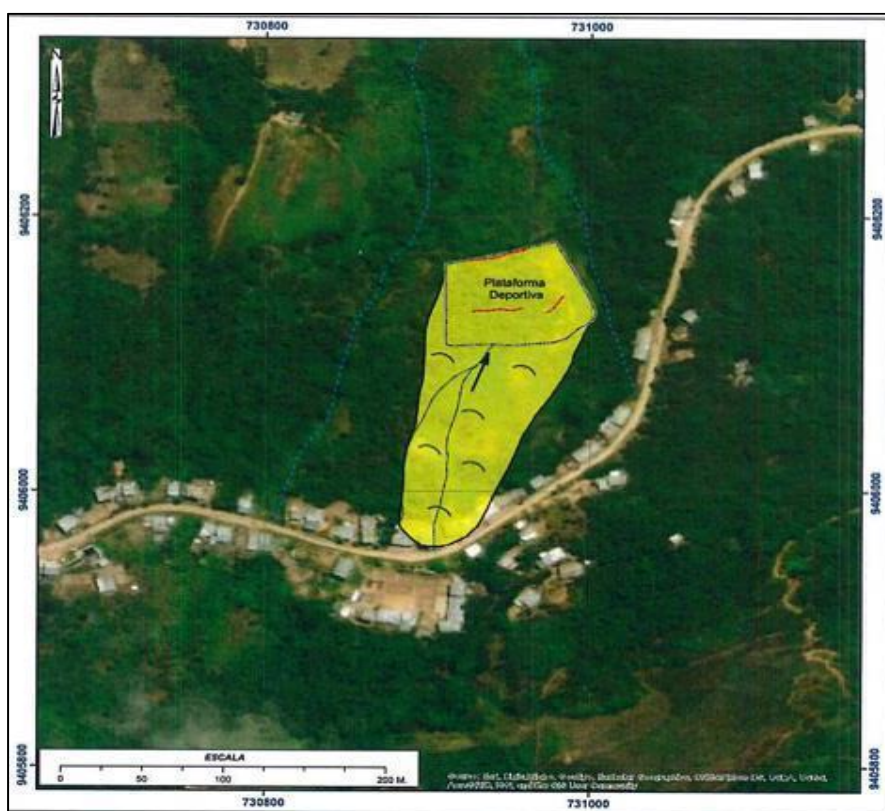


Figura 4.- Deslizamiento reconocido por Ingemmet en el sector Los Ángeles (Fuente: INGEMMET, 2020)

Entre los factores reconocidos como influyentes al evento, citan entre los condicionantes la presencia de depósitos coluviales en las laderas, pendiente de 15° a 25° y la presencia de humedad, mientras que, consideran como factores

desencadenantes la intervención antrópica de la ladera (corte de ladera para construcción de cancha deportiva), la ocurrencia de precipitaciones y la ocurrencia del sismo de Lagunas (Loreto) del 26 de mayo del año 2019, con magnitud M8.0.

Finalmente, el estudio concluye que, el sector Los Ángeles se considera como zona crítica por peligro inminente por deslizamientos ante precipitaciones y sismos.

### **3.- GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio:

#### **3.1.- Caserío 03 de mayo**

Se han identificado las principales unidades geomorfológicas en base a sus características físicas y los procesos que las han originado en las inmediaciones del Caserío 03 de mayo, a continuación, su descripción:

**Cauce aluvial:** Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas, es decir, consiste en un canal de corto recorrido y régimen de agua temporal que ha sido excavado por el flujo a través del tiempo. Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en los extremos norte, sur y este del caserío 03 de mayo, generalmente son de régimen temporal, (Figura 5).

**Montaña:** Unidad geomorfológica constituida por grandes superficies elevadas (agrupación o cadenas de cerros) que presentan pendiente superior a los 40° de inclinación, sobre esta unidad geomorfológica se sitúa el Caserío 03 de mayo, (Figura 6).

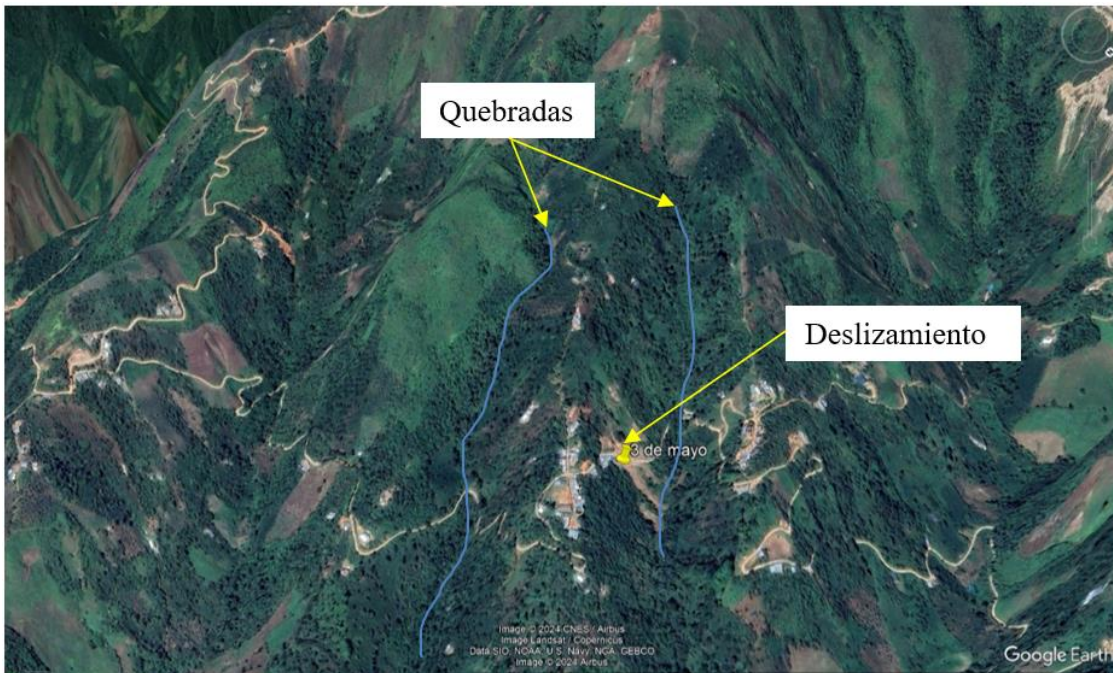


Figura 5.- Cauce aluvial de las quebradas situadas en los extremos norte y sur del caserío 03 de mayo



Figura 6.- Unidad geomorfológica montaña sobre la cual se asienta el caserío 03 de mayo, presentan pendientes superiores a los 40° de inclinación

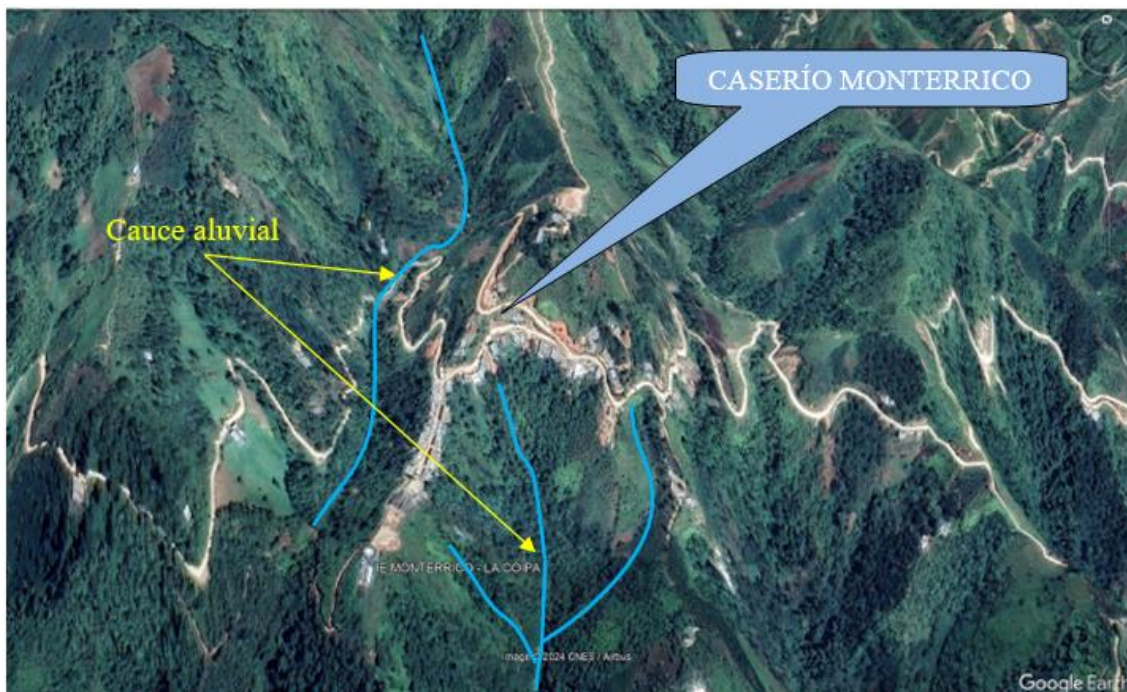
**Piedemonte coluvio deluvial:** Son unidades conformadas por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Esta unidad geomorfológica se localiza al pie de las laderas de montañas o acantilados (Vílchez et al., 2019), su génesis guarda relación con la acción de movimientos en masa antiguos (gravitacionales y fluvio-gravitacionales), presentan pendientes moderadas a fuertes ( $5^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ). Esta unidad geomorfológica ha sido reconocida hacia el sector occidental del caserío 03 de mayo, específicamente en las inmediaciones de la cancha deportiva del caserío 03 de mayo, podría activarse y generar deslizamientos, (Figura 7).



Figura 7.- Unidad geomorfológica piedemonte coluvio deluvial (polígono amarillo) situado en el extremo oeste del caserío 03 de mayo, específicamente en las inmediaciones de cancha deportiva



Monterrico, específicamente a 65 y 95 m de distancia, respectivamente, (Figura 9).



*Figura 9.- Unidad geomorfológica cauce aluvial (línea celeste) reconocida en los extremos oriental y occidental del caserío Monterrico*

**Lomada:** Unidad geomorfológica también denominada loma, constituye una superficie elevada cuya base presenta forma alargada y con pendiente superior a los  $15^\circ$  de inclinación. Sobre esta unidad geomorfológica se sitúa el caserío Monterrico, (Figura 10).

**Montaña:** Unidad geomorfológica identificada en el extremo occidental del caserío Monterrico, presenta pendiente abrupta, es decir, superior a  $35^\circ$  de inclinación, (Figura 11).

Finalmente, las unidades geomorfológicas antes descritas se presentan en el mapa geomorfológico del caserío Monterrico, (Figura 12).



Figura 10.- Loma en las inmediaciones de la I.E. Monterrico que se encuentra cubierta por vegetación



Figura 11.- Unidad geomorfológica montaña (debajo de línea amarilla) situada en el extremo occidental del caserío Monterrico

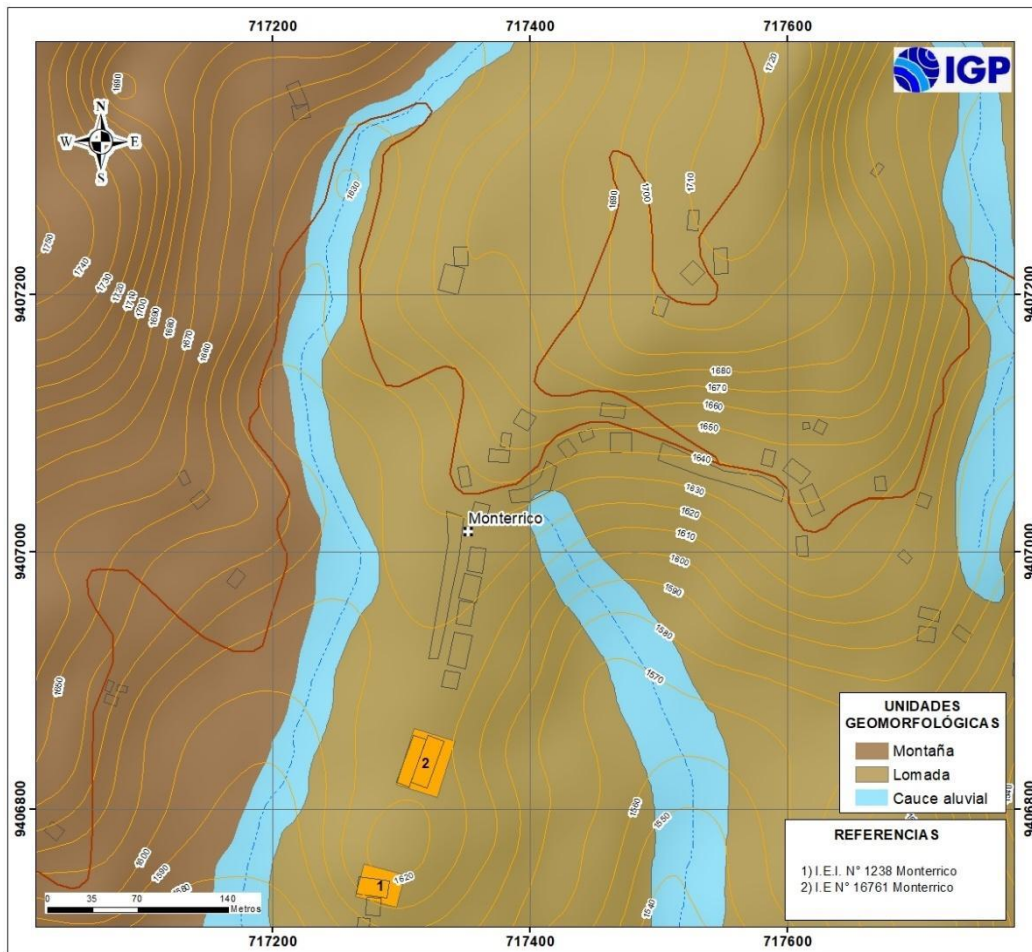


Figura 12.- Mapa geomorfológico del caserío Monterrico

### Caserío Los Ángeles

Se han identificado las principales unidades geomorfológicas en base a sus características físicas y los procesos que las han originado en las inmediaciones del caserío Los Ángeles, a continuación, su descripción:

**Montaña:** Unidad geomorfológica identificada en el extremo sur del caserío Los Ángeles, se caracteriza por presentar pendiente abrupta y estar cubierta por vegetación (Figura 13).



Figura 13.- Elevaciones del tipo montaña (debajo de línea marrón) situadas en la parte posterior de la I.E N°17649 – Los Ángeles, específicamente en el extremo sur del caserío Los Ángeles, se encuentra cubierta de vegetación

**Lomada:** Esta unidad geológica ha sido identificada en el extremo noroeste del caserío Los Ángeles, específicamente a una distancia aproximada de 520 m, presenta base alargada (Figura 14).

**Ladera de baja pendiente:** Unidad geomorfológica también denominada ladera de montaña. Corresponde a terrenos inclinados con pendiente abrupta (superior a los 25° de inclinación), sobre esta unidad se sitúa el caserío Los Ángeles, (Figura 15).

**Piedemonte coluvio-deluvial:** Esta unidad geomorfológica ha sido reconocida en las inmediaciones de la institución educativa Los Ángeles del caserío Los Ángeles, (Figura 16).



Figura 14.- Unidad geomorfológica denominada lomada identificada en las inmediaciones del caserío Los Ángeles



Figura 15.- Vista del caserío Los Ángeles asentado sobre la unidad geomorfológica ladera de montaña, las líneas amarillas indican la dirección pendiente abajo



Figura 16.- Unidad geomorfológica piedemonte coluvio-deluvial (debajo de línea amarilla) en las inmediaciones del caserío Los Ángeles

Las unidades geomorfológicas antes descritas se presentan en el mapa geomorfológico del caserío de Los Ángeles, (Figura 17).

### Caserío Buenos Aires

Se han identificado las principales unidades geomorfológicas en base a sus características físicas y los procesos que las han originado en las inmediaciones del caserío Buenos Aires, a continuación, su descripción:

**Lomada:** Sobre esta unidad geomorfológica se asienta el caserío Buenos Aires, (Figura 18).

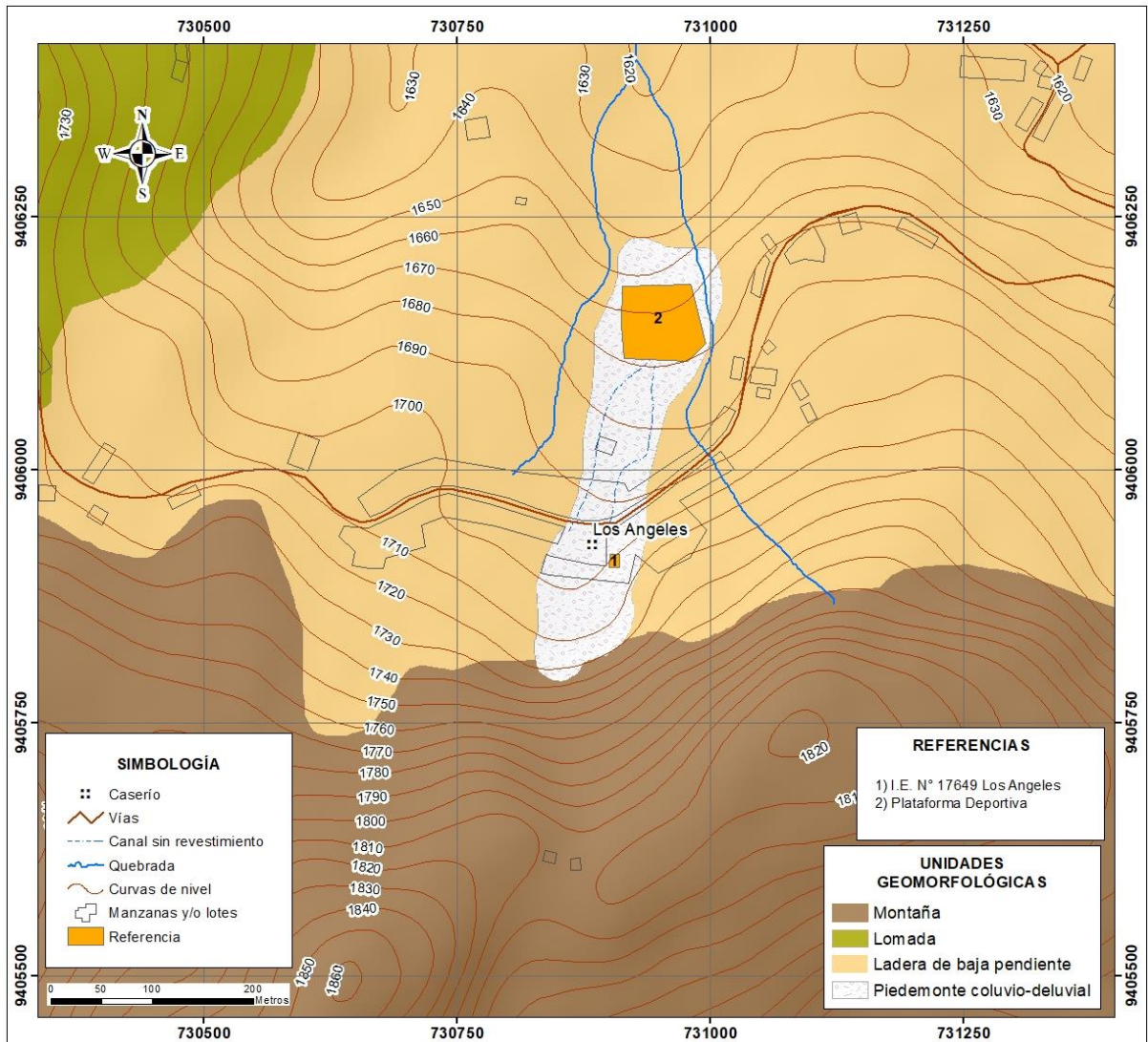


Figura 17.- Mapa geomorfológico del caserío Los Ángeles

**Cauce aluvial:** Corresponde al cauce de las quebradas situadas en los extremos norte y sur del caserío Buenos Aires, específicamente a una distancia de 340 y 440 m, respectivamente, (Figura 19).

Las unidades geomorfológicas antes descritas se presentan en el mapa geomorfológico del caserío de Buenos Aires, (Figura 20).



Figura 18.- Unidad geomorfológica loma o lomada visualizada desde la parte baja de planta de tratamiento de agua



Figura 19.- Unidad geomorfológica cauce aluvial (polígonos celestes), se encuentra representada por el cauce de las quebradas situadas en las inmediaciones del caserío Buenos Aires

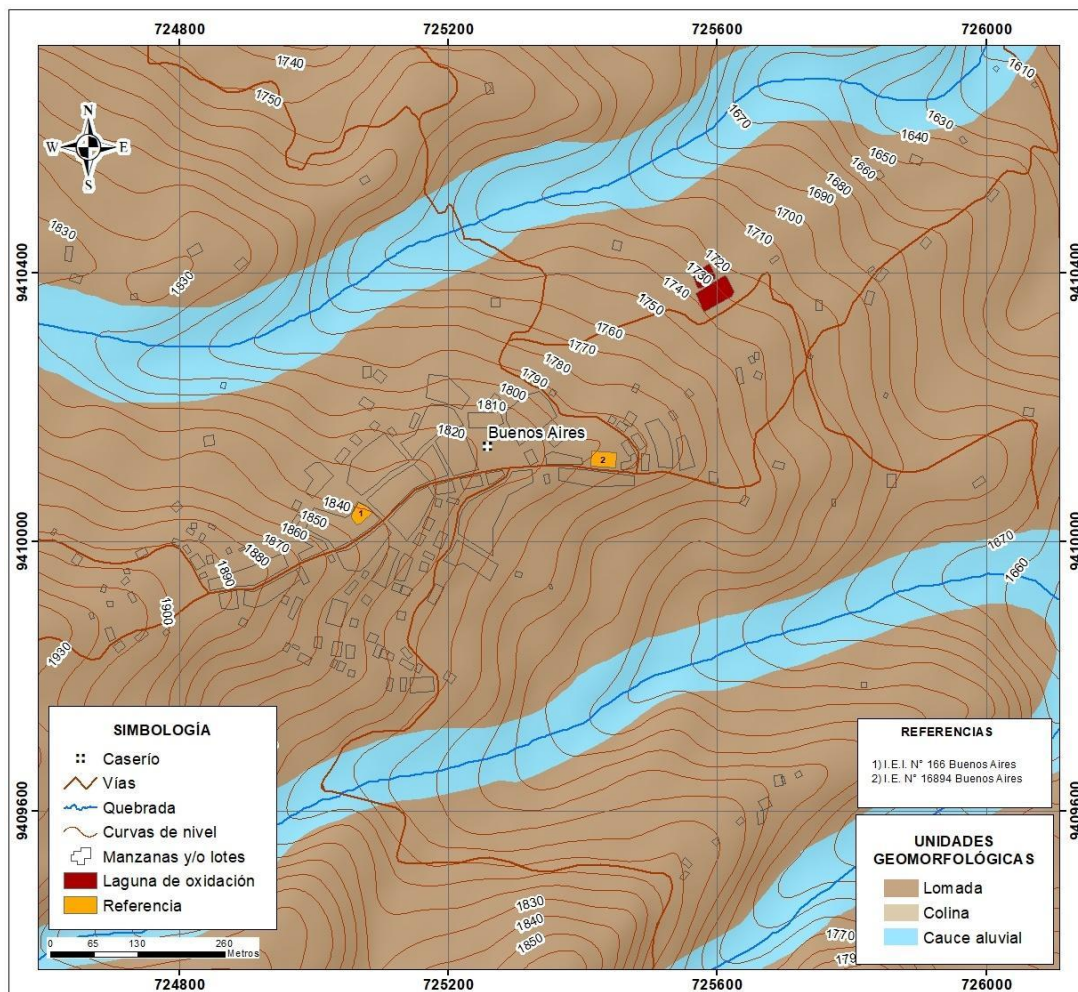


Figura 20.- Mapa geomorfológico del caserío Buenos Aires

## **4.- GEOLOGÍA**

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado, en base a información del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2017) a escala 100,000 (Cuadrángulo Geológico de Huancabamba – hoja 11e); mientras que, para la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento in situ, cuyas unidades geológicas en la localidad de La Coipa, se describen a continuación:

### **Caserío 03 de mayo**

Se han identificado las principales unidades geológicas del caserío 03 de mayo, a continuación, su descripción (Figura 21):

**Tonalita – Diorita Rumitipe (KT-t, d-r)** Corresponde a rocas intrusivas de la Superunidad Rumitipe, del tipo tonalitas y dioritas que se encuentran meteorizadas y susceptibles a movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos), constituye el substrato rocoso del caserío 03 de mayo.

**Depósito aluvial (Qh-al):** Consiste en materiales heterogéneos que han sido erosionados de rocas preexistentes, transportados en los cauces de las quebradas y dispuestos en zona de baja pendiente, sobre esta unidad geológica se sitúa el caserío 03 de mayo.

**Depósito coluvial (Qh-co):** Materiales sueltos o inconsolidados que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes y son dispuestos sobre la parte media, pie de las laderas o superficies inclinadas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos en las inmediaciones de la I.E N° 172703 – 03 de mayo.

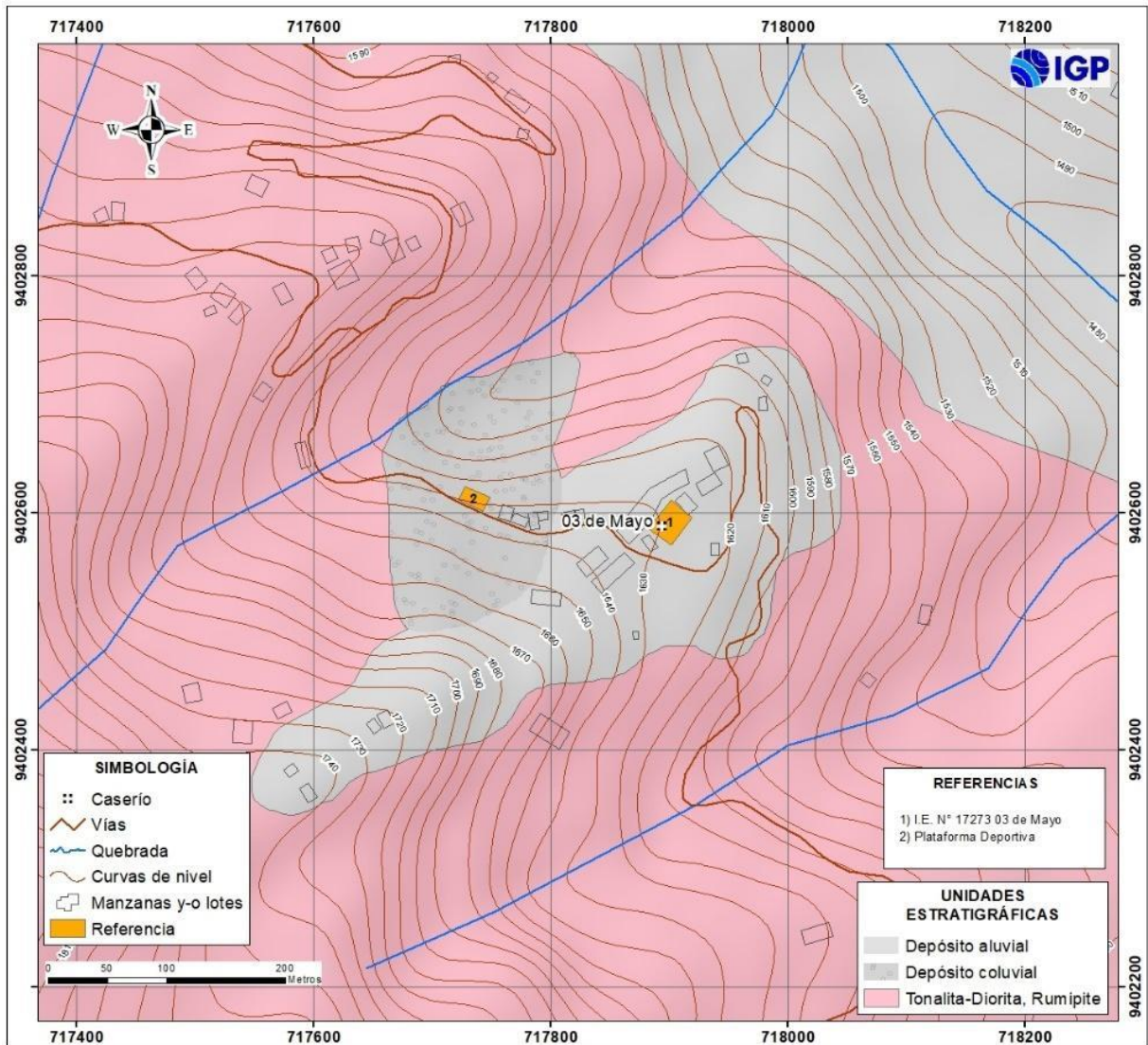


Figura 21.- Mapa geológico del caserío 03 de mayo

### Caserío Monterrico

Se han identificado las principales unidades geológicas del caserío Monterrico, a continuación, su descripción (Figura 22):

**Tonalita – Diorita Rumitipe (KT-t, d-r)** Corresponde a rocas del tipo tonalitas y dioritas que se encuentran meteorizadas y susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos), constituye el substrato rocoso del caserío Monterrico.

**Depósito aluvial (Qh-al):** Consiste en materiales heterogéneos (Gravas, arenas y limos) que han sido reconocidos en las inmediaciones del caserío Monterrico.

**Depósito coluvial (Qh-co):** Comprende los materiales sueltos que han sido dispuestos sobre zonas de ladera, fueron reconocidos en el extremo oeste de la I.E.I. N°1238 - Monterrico

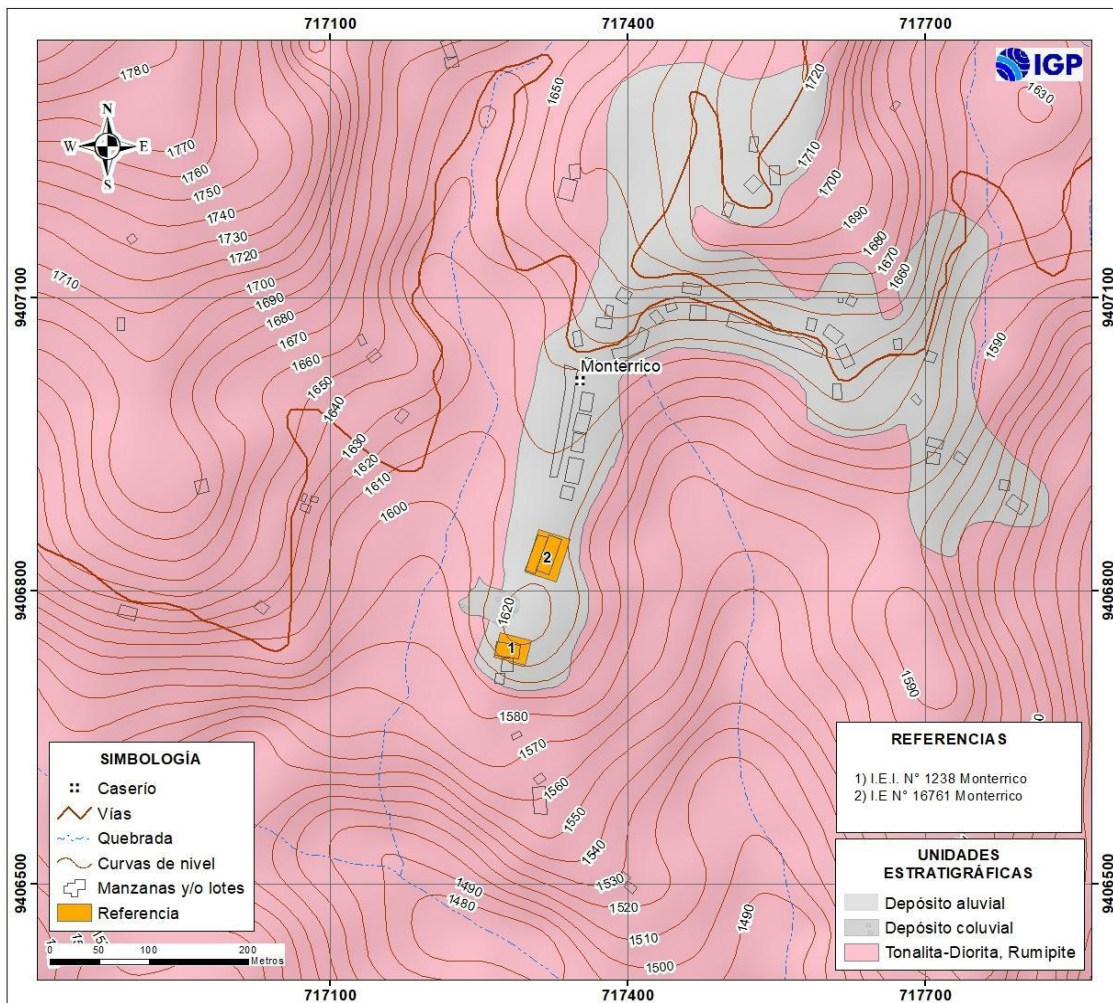


Figura 22.- Mapa geológico del caserío Monterrico

### Caserío Los Ángeles

Se han identificado las principales unidades geológicas del caserío Los Ángeles, a continuación, su descripción (Figura 23):

**Formación Oyotun (Jm-o)** Esta unidad está compuesta por rocas volcánicas-sedimentarias del tipo andesitas que se encuentran intercaladas con brechas volcánicas y presencia de areniscas rojas. Esta formación ha sido reconocida en los alrededores del caserío Los Ángeles, además, constituye el substrato rocoso del área de estudio.

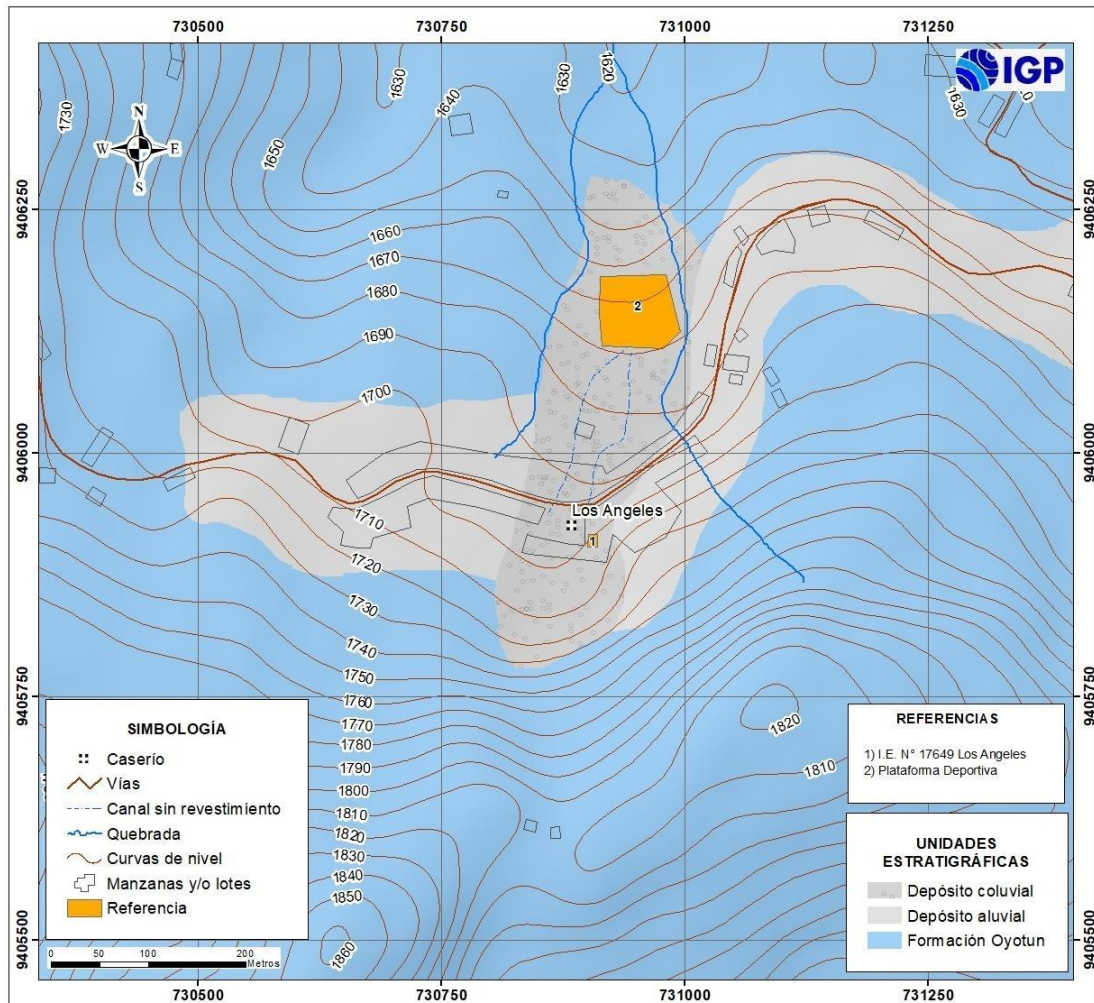


Figura 23.- Mapa geológico del caserío Los Ángeles

**Depósito aluvial (Qh-al):** Consiste en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido reconocidos en los extremos este y oeste del caserío Los Ángeles.

**Depósito coluvial (Qh-co):** Comprende a los materiales sueltos que han sido dispuestos sobre las laderas, fueron reconocidos en la parte baja de la institución educativa N° 17649 Los Ángeles.

### Caserío Buenos Aires

Se han identificado las principales unidades geológicas del caserío Buenos Aires, a continuación, su descripción (Figura 24):

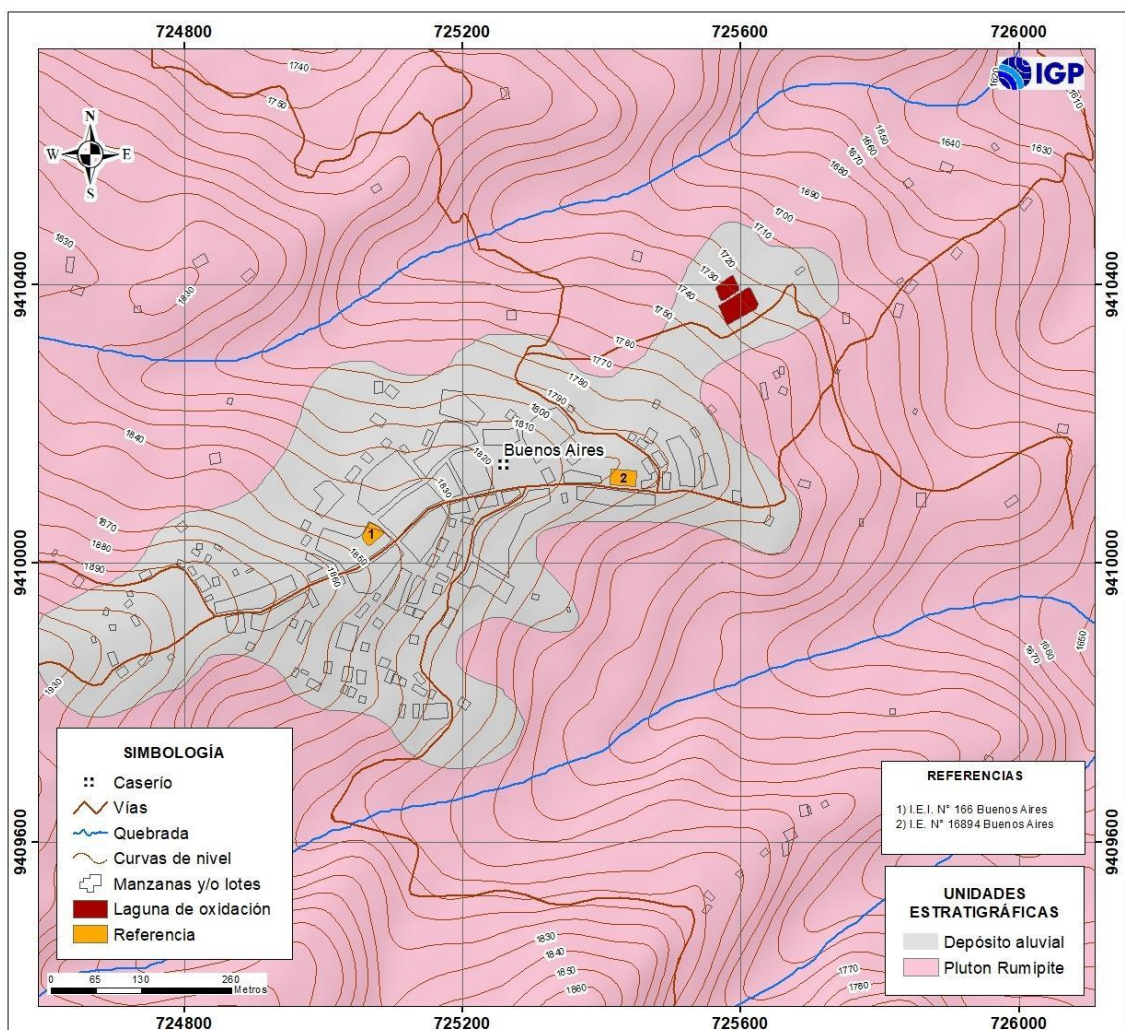


Figura 24.- Mapa geológico del caserío Buenos Aires

**Plutón Rumitipe (KT-t, d-r)** Corresponde a rocas del tipo tonalitas y dioritas que se encuentran meteorizadas y susceptibles a la ocurrencia de

movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos), constituye el substrato rocoso del caserío Buenos Aires.

**Depósito aluvial (Qh-al):** Consiste en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido reconocidos en las inmediaciones del caserío Buenos Aires.

## **5.- GEODINÁMICA**

La geodinámica estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre producto de la interacción de procesos geodinámicos (internos y externos) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que alteran y modifican el relieve actual. A continuación, se describen los principales eventos geodinámicos identificados en el área de estudio:

### **Caserío 03 de mayo**

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

En las inmediaciones de la vía de ingreso al caserío 03 de mayo, contiguo a cancha deportiva, se ha reconocido un deslizamiento sobre laderas de pendiente superior a los 60° de inclinación que se encuentran conformadas por depósitos coluviales (arenas y limo arcillas) con presencia de afloramiento de agua, evento activo desde el mes de octubre del año 2022, fecha en que afectó dos viviendas. El deslizamiento comprende un ancho máximo de aproximadamente 120 m, la escarpa principal presenta un salto de 1.50 m de altura, grietas de 50 m de longitud y ancho de 2 cm (paralelas a la escarpa principal del deslizamiento), los materiales que se movilizan pendiente abajo podrían afectar la carretera, impidiendo la accesibilidad al caserío, principalmente durante la ocurrencia de precipitaciones intensas, (Figuras 25 y 26).



Figura 25.- Deslizamiento (línea amarilla) identificado en la vía de ingreso hacia el caserío 03 de mayo



Figura 26.- Escarpe secundario en la parte baja de vía de ingreso al caserío 03 de mayo que presenta aproximadamente 1.50 m de altura

Cabe señalar que, según testimonio de los pobladores, el deslizamiento se habría reactivado actualmente, debido al corte del talud por parte de los pobladores para construcción de infraestructura (iglesia), generando la aparición de afloramiento de agua y saturación de los materiales que lo conforman y a la deficiencia de saneamiento en las viviendas aledañas.

Los eventos geodinámicos antes descritos fueron delimitados en el mapa de la Figura 27.

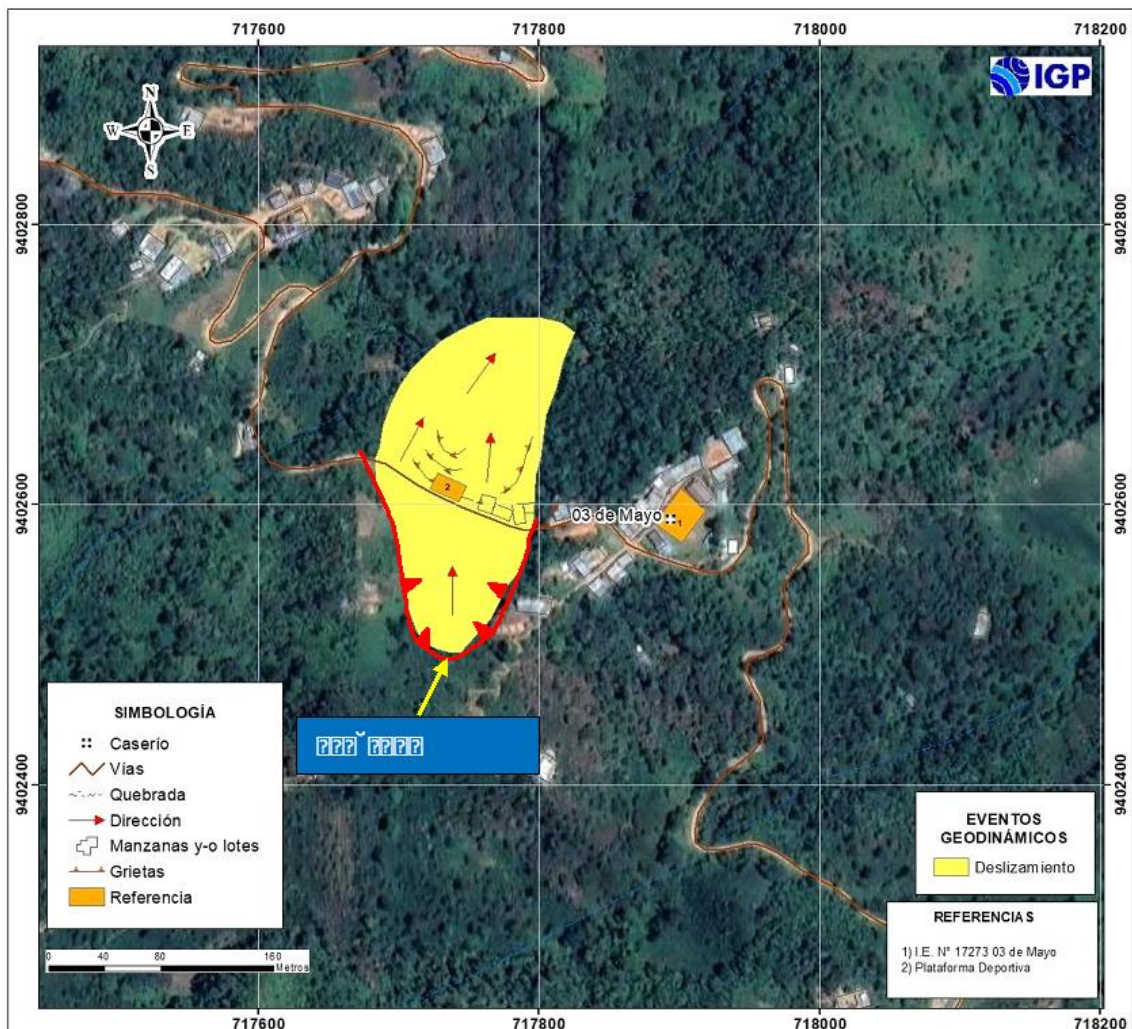


Figura 27.- Mapa geodinámico del caserío 03 de mayo

## Caserío Monterrico

A continuación, se describen los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio:

**Derrumbes o caída de suelos y rocas:** Son aquellos eventos geodinámicos que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados, así como en depósitos inconsolidados, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares, de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros.



Figura 28.- Derrumbe identificado en la parte baja de la institución educativa inicial N° 1238 debido a presencia de agua de escorrentía sobre talud diseñado para apertura de vía de acceso

Este tipo de evento geodinámico ha sido identificado desde el año 2019 en las inmediaciones de la Institución Educativa Inicial N° 1238 Monterrico, específicamente en un talud situado en el extremo occidental de la infraestructura educativa, su génesis se relaciona con el corte de la

ladera durante la construcción de una vía de acceso y la presencia de escorrentías superficiales durante el periodo de precipitaciones pluviales intensas, generando la saturación de los suelos (limos y arcillas) que conforman el talud, generando el colapso de parte del cerco perimétrico y podría poner en riesgo la salud de los niños, (Figuras 28 y 29 ).



Figura 29.- La imagen superior muestra el derrumbe situado en las inmediaciones del cerco perimétrico de la institución educativa inicial N° 1238 y en la imagen inferior se aprecia talud diseñado para la construcción de vía de acceso (línea amarilla) que presenta pendiente vertical y está conformado por arcilla.

**Erosión de laderas:** Es un proceso normal, inevitable y universal, que consiste en el desgaste y remodelado del paisaje terrestre original; puede ser laminar, surco o en cárcava (Villota, 2005); consiste en el desprendimiento y arrastre (lavado) del suelo de un lugar a otro causado por la lluvia, el viento, o por, malas prácticas que realiza el hombre en durante actividades agrícolas, en el caso de la erosión de laderas, se refiere al arranque de las partículas del suelo o sustrato generado por las aguas de escorrentías superficial durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, evidencia de la erosión son las estrechas incisiones sobre las laderas denominadas cárcavas.

En Monterrico se ha identificado que, durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, las aguas de escorrentía superficial que provienen desde las laderas ubicadas en el extremo norte del caserío erosionan los suelos de origen aluvial (arenas y limos), como evidencia de dichos procesos se han reconocido cárcavas (surcos) en las inmediaciones de la calle que permite acceder a la Institución Educativa N° 16761 Monterrico (colegio primario que cuenta con 65 alumnos y 4 profesores). Además, se ha reconocido que, la deficiencia de un sistema de drenaje pluvial en Monterrico contribuye a la generación de este fenómeno, (Figura 30).

**Inundación pluvial:** Evento geodinámico que resulta de la acumulación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales en las partes bajas o de menor pendiente (depresiones). En general, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días.



Figura 30.- La calle de ingreso principal a la I.E. Primaria 16761 Monterrico presenta cárcavas generadas por la erosión de laderas (polígonos amarillos) debido a la presencia de escorrentía pluvial durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas.

Las zonas susceptibles a este tipo de evento han sido identificadas y delimitadas con ayuda de los pobladores, siendo reconocidas en las inmediaciones del ingreso del colegio de nivel primario N° 16761 y el patio de la institución educativa de nivel inicial 1238, (Figuras 31 y 32).



*Figura 31.- Área susceptible a inundaciones pluviales en las inmediaciones del portón de ingreso a la I.E. N°16761 debido a la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas*

Los eventos geodinámicos antes descritos fueron delimitados en el siguiente mapa del caserío Monterrico, (Figura 33):



Figura 32.- Patio de la I.E.I N° 1238 susceptible a inundación pluvial (polígono amarillo) debido a la deficiencia de drenaje pluvial

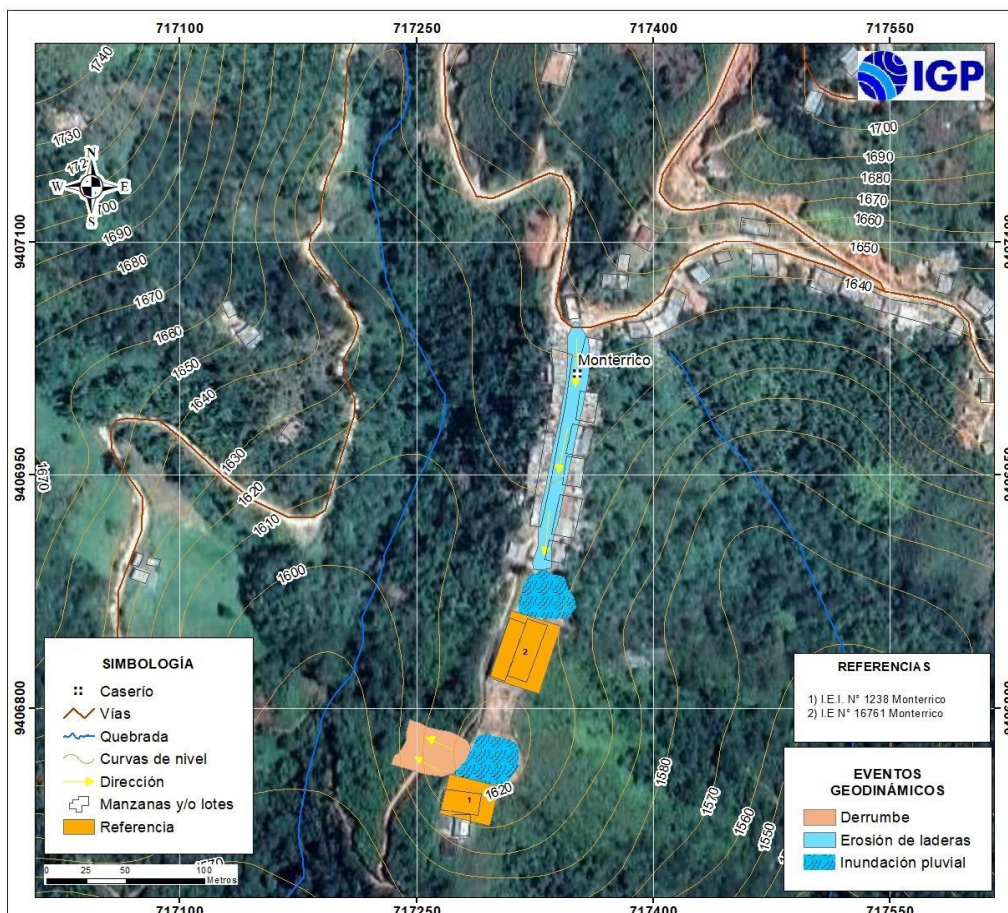


Figura 33.- Mapa geodinámico del caserío Monterrico

## **Caserío Los Ángeles**

A continuación, se describen los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio:

**Deslizamientos:** De acuerdo con el testimonio de los pobladores, desde el año 2019 se ha venido generando un deslizamiento en el caserío Los Ángeles, específicamente en la vía de acceso situada en la parte baja de la I.E. N° 17649, evento que habría colapsado una alcantarilla en la vía de acceso y generado grietas en aproximadamente 10 viviendas (INGEMMET, 2020).

Durante la inspección de campo se ha estimado que, el área de influencia del deslizamiento es de aproximadamente 2.7 Has, como evidencias se han reconocido grietas en el suelo de 40 cm de profundidad y 15 cm de ancho, asentamiento diferencial de 30 cm, postes inclinados y grietas en paredes de la iglesia evangélica cristiana Las Asambleas de Dios, (Figuras 34 y 35).

El deslizamiento antes descrito se habría generado por la ocurrencia de inundaciones pluviales recurrentes en el área de estudio, presencia afloramientos de agua en la ladera del extremo sur del caserío, presencia de cultivos (café y maíz), existencia de una quebrada y canales de regadío sin revestimiento que colectan las aguas de escorrentía de la zona y contribuyen a la saturación de los suelos, Figura 36.

Finalmente, se presenta el mapa de geodinámica del caserío Los Ángeles, (Figura 37).



Figura 34.- Vía de acceso principal al caserío Los Ángeles (parte baja de I.E. N° 17649) ubicada sobre área inestable (deslizamiento), como evidencia se aprecia asentamiento del suelo de aproximadamente 0.30 m, poste inclinado y presencia de agua de escorrentía generada en las viviendas del sector que contribuye a la saturación del suelo



Figura 35.- Grietas en el suelo de 20 m de longitud situadas en la parte baja de la I.E. N 17649 Los Ángeles



Figura 36.- Deslizamiento en la parte baja de la I.E. N° 17649, alrededor se observa como evidencias poste inclinado, asentamiento y grieta en suelo, además, zonas de escorrentía y canal de agua que saturan el suelo

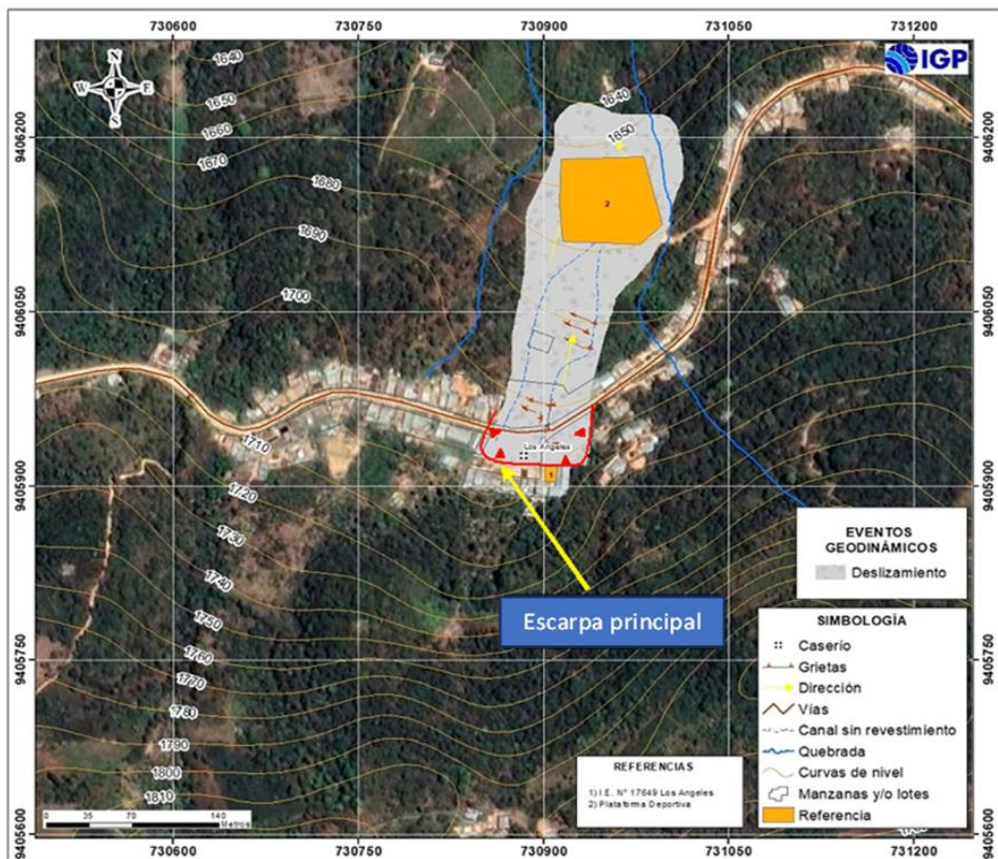


Figura 37.- Mapa geodinámico del caserío Los Ángeles

## **Caserío Buenos Aires**

A continuación, se describen los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio:

**Inundación pluvial:** Zonas de depresión con potencial de acumulación de agua durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas han sido identificadas en el extremo noroeste de la institución educativa inicial N° 166 – Buenos Aires, debido a la pendiente del terreno y deficiencia de un sistema de drenaje pluvial para evacuación de las aguas de escorrentía superficial, (Figura 38).



*Figura 38.- Zona susceptible a inundación pluvial situada en la parte baja de I.E.I N° 166 y a ambientes de establecimiento de salud*

**Erosión de laderas:** Producto de la ocurrencia de lluvias intensas se producen escorrentías superficiales de agua que vienen generando el arranque (erosión) de las partículas del suelo o sustrato que conforman las zonas de ladera o pendiente. Cabe señalar que, la deficiencia de drenaje pluvial contribuye en la génesis de este evento geodinámico.

En el caserío Buenos aires se ha identificado como evidencia de este evento la generación de cárcavas sobre las vías de acceso principal en las inmediaciones de la I.E.I N° 166, Figura 39.



*Figura 39.- Erosión de laderas frente a la puerta de acceso principal a la I.E.I N° 166, como evidencia se ha reconocido cárcavas (flechas amarillas) en la calle y zanja de drenaje para evacuación pluvial*

Además, se ha reconocido este evento en la parte baja de las lagunas de oxidación del caserío, debido al colapso parcial de la red de desagüe (buzones y tubería) y geomembrana de impermeabilización de una laguna, ocasionando que las aguas residuales se movilicen pendiente abajo y genere erosión de las laderas, durante la inspección se reconocieron cárcavas en el suelo de aproximadamente 1.10 m de ancho y 1.20 m de profundidad, (Figura 40).



Figura 40.- La evidencia de erosión de laderas en el área de estudio es la generación de una cárcava (flecha amarilla) en la parte baja de las lagunas de oxidación del caserío Buenos Aires

**Derrumbes o caída de suelos y rocas:** Este evento geodinámico ha sido identificado en el talud situado en la parte superior de las lagunas de oxidación, aparentemente se habrá generado por las aguas de escorrentía durante la ocurrencia de lluvias intensas y la deficiencia de drenaje en los bancos del talud conformado, los materiales inestables podrían caer hacia las lagunas y rebasar las aguas residuales, (Figura 41).

Finalmente, se presenta el mapa geodinámico de Buenos Aires, (Figura 42).



Figura 41.- Derrumbes identificados en los taludes situados en la parte posterior de las lagunas de oxidación, además, se visualizan cárcavas producto de las aguas de escorrentía

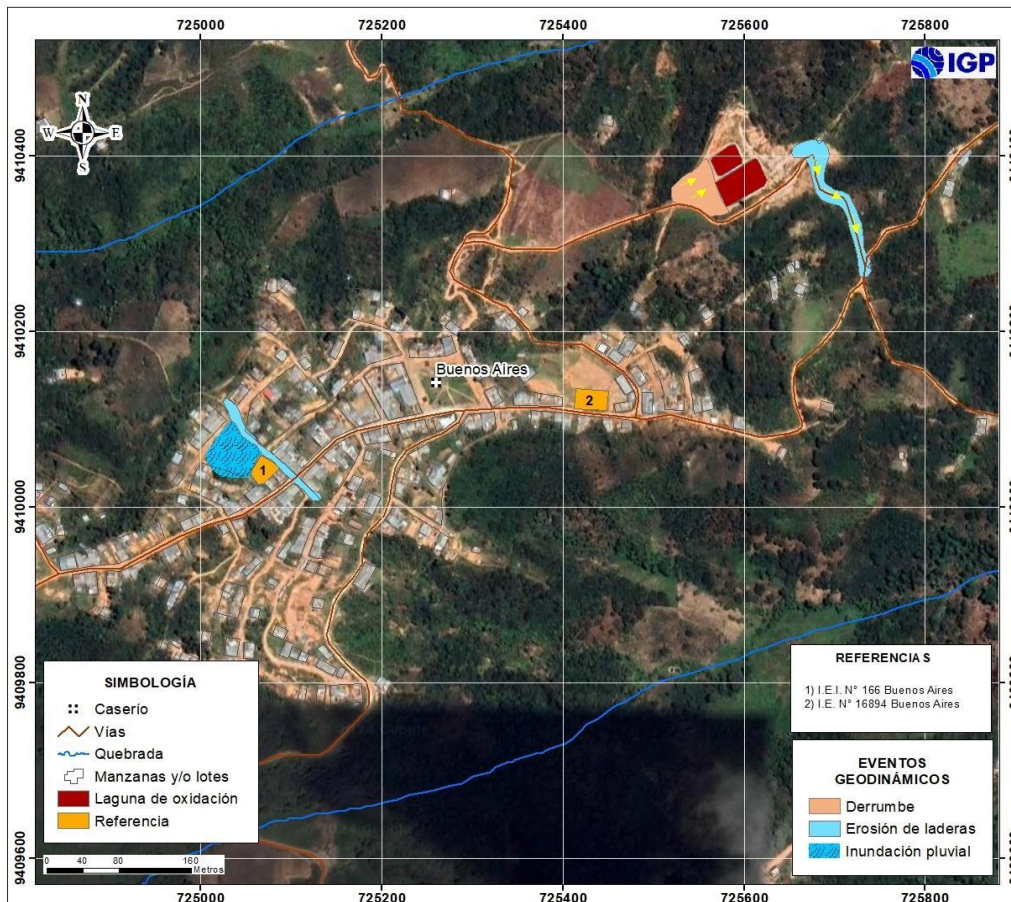


Figura 42.- Mapa geodinámico del caserío Buenos Aires

## **CONCLUSIONES**

- El área de estudio comprende los caseríos 03 de mayo, Buenos Aires, Monterrico y Los Ángeles del distrito de La Coipa, se encuentran asentados principalmente sobre relieves elevados del tipo ladera (Los Ángeles), montaña (03 de mayo) y lomada (Buenos Aires y Monterrico), mientras que, en los alrededores de estos lugares se reconocieron las unidades geomorfológicas cauce aluvial (quebradas) de régimen temporal, colinas y la unidad piedemonte coluvio-deluvial que constituyen zonas inestables.
  
- El substrato rocoso del área de estudio está conformado por la Formación Oyotún que consiste en secuencias volcánicas del tipo andesitas en el caserío Los Ángeles y la Super Unidad Rumipite que consiste en rocas intrusivas del tipo tonalitas y dioritas que se encuentran muy meteorizadas sobre las laderas de los caseríos Monterrico, Buenos Aires y 03 de Mayo; además, se han identificado depósitos Cuaternarios de origen aluvial dispuestos sobre terrazas antiguas y de origen coluvial sobre laderas meteorizadas.
  
- Producto de la ocurrencia de precipitaciones intensas y actividades inducidas por acción humana (corte de taludes), se identificó en el caserío 03 de mayo, un deslizamiento que podría afectar la vía de acceso principal a este poblado y viviendas aledañas.
  
- Los eventos geodinámicos del tipo derrumbe, erosión de laderas e inundación pluvial, han sido identificados en el caserío Monterrico debido a la acción del agua durante la ocurrencia de precipitaciones y las actividades inducidas por acción humana

(corte de taludes y deforestación) sobre las rocas intrusivas del tipo tonalitas que se encuentran meteorizadas y sobre relieves de pendiente superior a los 30° de inclinación, eventos que afectan la vía de acceso principal a las instituciones educativas del caserío.

- El derrumbe identificado en las inmediaciones de la I.E.I N° 1238 – Monterrico, ha generado el colapso de parte del cerco perimétrico de esta escuela, de acuerdo a la versión de los pobladores y se habría producido debido al corte del talud durante la construcción de una vía de acceso contigua a la institución educativa.
  
- Un deslizamiento ha sido identificado en las inmediaciones de la vía de acceso principal al caserío Los Ángeles (parte baja de la I.E. N° 17649 Los Ángeles), evento activo desde el año 2019, debido a la infiltración del agua hacia el subsuelo durante el periodo de lluvias intensas, el desarrollo de actividades agrícolas y el corte de la ladera para construcción de una cancha deportiva.
  
- El talud situado en la parte posterior de las lagunas de oxidación del caserío Buenos Aires presenta derrumbes y cárcavas de erosión debido a la presencia de las aguas de escorrentía; estos eventos podrían afectar la estabilidad de las lagunas y podrían generar desbordes de las aguas residuales, hacia la parte baja de la quebrada Limón, produciendo una alta contaminación de sus aguas. Además, en las inmediaciones del ingreso a la I.E.I N° 166, se reconocieron áreas susceptibles a la ocurrencia de erosión de laderas e inundaciones pluviales (acumulación de agua en zonas de depresión) en la parte baja de dicho sector.

## **RECOMENDACIONES**

- Evaluar la implementación de canales de coronación sobre la escarpa principal del deslizamiento del caserío 03 de mayo para drenar el agua de escorrentía y evitar la infiltración del agua hacia el subsuelo y depósitos coluviales, asimismo, se sugiere evitar la deforestación de laderas.
- Se sugiere implementar sistemas de drenaje pluvial mediante cunetas y canaletas en las inmediaciones de las instituciones educativas del caserío Monterrico, específicamente en la calle de acceso principal a las instituciones educativas N° 1238 y N° 16761 para drenar las aguas de escorrentía, evitar la erosión de los suelos y generación de inundaciones.
- En las inmediaciones del deslizamiento que afecta al caserío Los Ángeles, se debe evaluar la posibilidad drenar las aguas de escorrentía, evitar la deforestación y el desarrollo de actividades agrícolas con adecuada tecnología, a fin de disminuir la infiltración del agua hacia el subsuelo.
- Se sugiere brindar mantenimiento al sistema de alcantarillado, incluir drenaje y canales de coronación en el talud situado en la parte posterior de las lagunas de oxidación del caserío Buenos Aires para evitar la generación de movimientos en masa.
- Realizar un análisis de estabilidad de los taludes en las inmediaciones de los caseríos Buenos Aires (lagunas de oxidación), 03 de mayo y Los Ángeles.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alfaro et al. (2017). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos, Boletín Técnico SENAMHI, pp135.

García, M. 2012. El modelado fluvial. Procesos de erosión, transporte y sedimentación fluvial. Formas resultantes. Riesgos de avenida e inundación: medición, predicción y prevención. Los fenómenos de ladera. Riesgos asociados a estos fenómenos: medición, predicción y prevención.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), 2020. Informe técnico N° A7004: Evaluación de peligro por deslizamiento en el caserío Los Ángeles.

Web: <https://es.weatherspark.com/y/20003/Clima-promedio-en-La-Coipa-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

