

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7234**

# EFECTOS GEOLÓGICOS ASOCIADOS AL SISMO 7.5 MW, DEL 28 DE NOVIEMBRE 2021, EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

Departamento Cajamarca  
Provincias Celendín, Jaén, San Ignacio



FEBRERO  
2022

## **EFFECTOS GEOLÓGICOS ASOCIADOS AL SISMOS 7.5 Mw DEL 28 DE NOVIEMBRE 2021 EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Elaborado por la  
Dirección de Geología  
Ambiental y Riesgo  
Geológico del  
INGEMMET

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz*

*Francisco Crsthiam Díaz Cruz*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Efectos geológicos asociados al sismo 7.5 Mw del 28 de noviembre en el departamento de Cajamarca*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7234, 38p.

## INDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DEFINICIONES.....	3
3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	7
4. ASPECTOS GENERALES.....	9
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS.....	10
6. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	12
7. CONCLUSIONES.....	27
8. RECOMENDACIONES.....	28
9. BIBLIOGRAFIA.....	29
ANEXO 01: FOTOS DE DAÑOS OCASIONADOS .....	30
ANEXO 2: MAPAS.....	33

## RESUMEN

El 28 de noviembre del 2021, un sismo de 7.5 grados de magnitud con epicentro en el distrito de Barranca, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto, generó numerosos efectos geológicos cosísmicos, de subsidencia o hundimientos, agrietamientos en terrenos, deslizamientos, desprendimientos de rocas; causando daños en edificaciones, infraestructuras y medios de vida.

Los sectores evaluados, caserío Maraypata, caserío Santo Domingo del Progreso, caserío de San Francisco y caserío de Huaco, se localizan en el departamento de Cajamarca.

Dentro del contexto geomorfológico regional, podemos observar la presencia de unidades y subunidades geomorfológicas como: montañas y colinas en roca sedimentaria (RM-rs), montañas y colinas en roca intrusiva (RMC-ri), vertiente o piedemonte aluvio-lacustre (P-al), vertiente o piedemonte aluvial V-al y terraza aluvial (T-al).

Litológicamente afloran en su mayoría depósitos recientes no consolidados como (depósitos aluviales, lagunares, coluviales y fluviales de baja a mediana consolidación); los cuales se encuentran coberturando al basamento de rocas del cenozoico triásicas a cretácicas como la Formación Celendín (rocas cársticas, calizas nódulo arcillosas intercaladas con lutitas y margas grises fracturadas, y altamente meteorizadas), Grupo Goyllarisquizga (areniscas de grano medio y limoarcillitas grises muy fracturadas, alteradas y muy meteorizadas), Grupo Quilquiñan (calizas margosas muy fracturadas y de meteorización media), Grupo Pulluicana (calizas micríticas intercaladas con lutitas grises fracturadas, alteradas y meteorizadas), Formación Tamborapata (conformada por conglomerado de clastos de rocas intrusivas, areniscas cuarzosas rojas, areniscas feldespáticas con matriz limosa de color amarillo).

A partir de lo evaluado se observa que los factores geomorfológicos y la geológicos han condicionado la concentración y ocurrencia de efectos postsísmicos (hundimientos y agrietamientos), así como movimientos en masa de deslizamientos, derrumbes, entre otros.

Los deslizamientos en el caserío de Santo Domingo del Progreso (Huarango-San Ignacio-Cajamarca), representan un Peligro muy alto y se cataloga como Zona crítica; la cual presenta una alta probabilidad de que se reactiven, ante lluvias intensas y/o prolongadas o movimientos sísmicos.

Cabe recalcar, que de acuerdo a los datos obtenidos se observa que los efectos cosísmicos están directamente relacionados con la cercanía al epicentro.

En el presente informe se presentan algunas conclusiones y recomendaciones, principalmente orientadas al mejoramiento de los Planes de Ordenamiento Territorial y la Gestión del Riesgo de Desastres.



## 1. INTRODUCCIÓN.

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por peligros geológicos cuya evolución pudiera desencadenar en desastres.

Es por eso que, en cumplimiento de sus funciones, el INGEMMET designa a los Ingenieros Luis León Ordaz y Cristhiam Díaz Cruz, realizar una evaluación geológica y técnica a las localidades (distritos de Celendín, Jaén, Bella vista, San José del Alto, Chirinos, Huarango, San Ignacio, Huabal, Jamalca) del departamento de Cajamarca, que resultaron afectadas por el sismo M 7.5 ocurrido el 28 de noviembre con epicentro en el distrito de Barranca, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

Dichas evaluaciones se realizaron del 01 al 12 de diciembre del presente año, previa coordinación con representantes del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y autoridades locales.

Las tareas desarrolladas en dicha comisión consistieron en:

- Inspección técnica e inventario de peligros geológicos detonados por el sismo.
- Reuniones de coordinación y articulación de actividades desarrolladas en la evaluación técnica con autoridades locales.
- Desarrollo de sobrevuelo en Drone para realizar cartografía o mapeo de peligros geológicos detonados por el sismo en los sectores evaluados.
- Toma de datos de campo (geometría y medidas de grietas y/o fracturas) y registro fotográfico.

## 2. DEFINICIONES.

### 2.1. Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos 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

#### Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contra pendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).

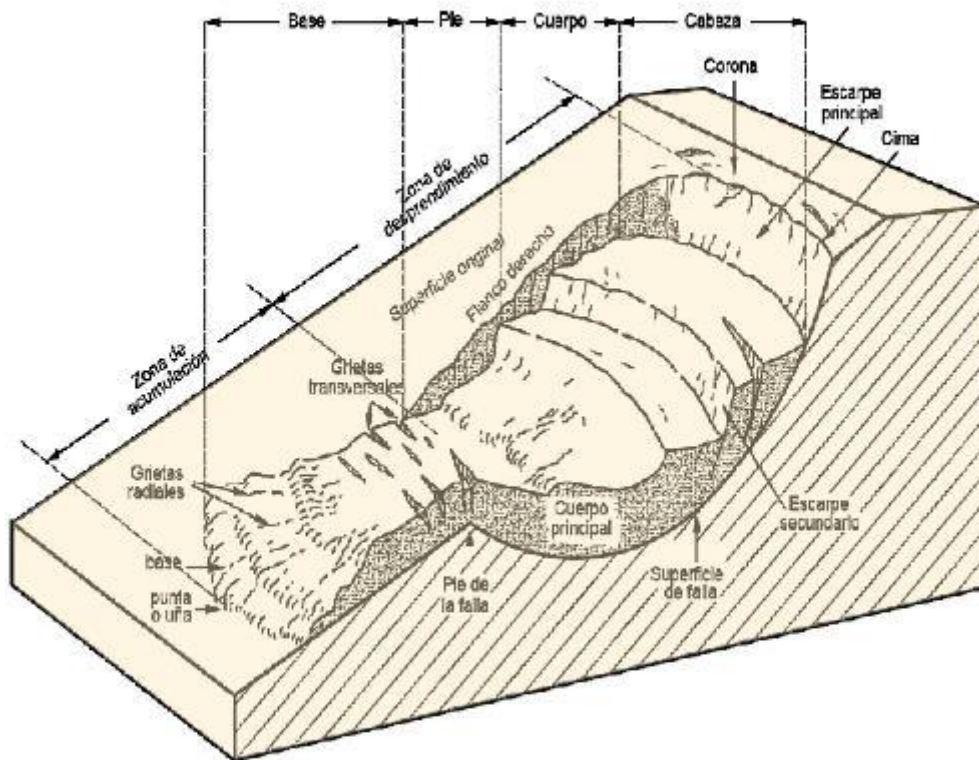


Figura 01. Esquema general de un deslizamiento rotacional modificado de (Suarez, 2009).

### Deslizamiento traslacional

La masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996) (figura 4). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica, tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia esta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981). En los casos en que la traslación se realiza a través de un solo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek y Bray, 1981). La velocidad de los deslizamientos puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

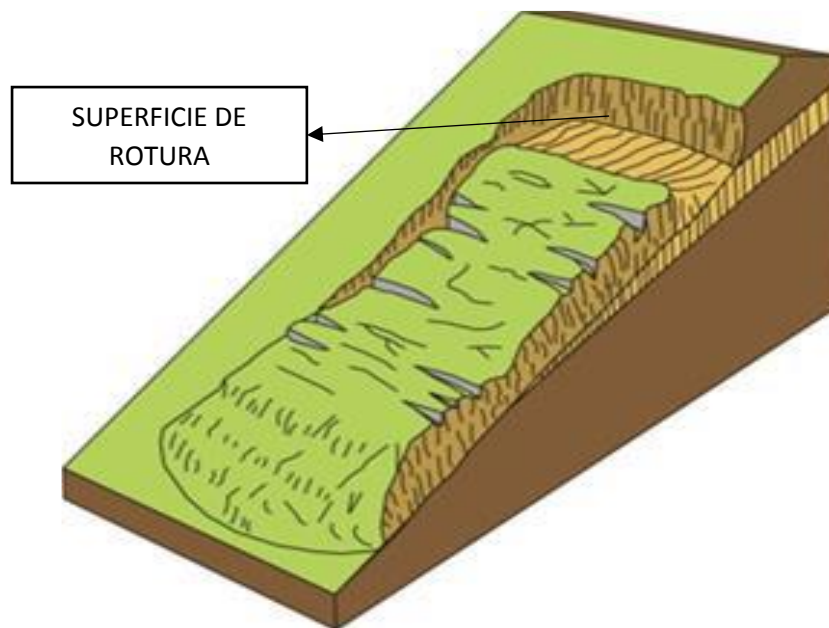


Figura 02: Esquema de un deslizamiento traslacional.

### 2.2. Flujo

Según Varnes (1978), un flujo es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída.

#### Flujo de detritos

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos

incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (figura 5).

Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes (GEMMA, 2007). Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

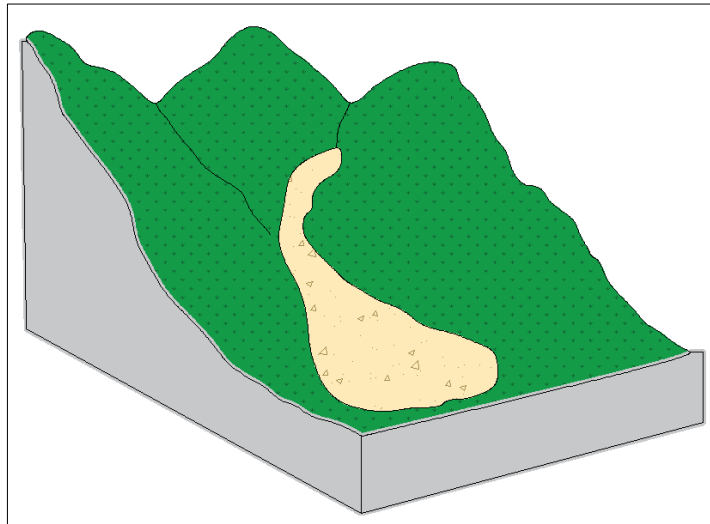


Figura 03. Esquema general de flujo de detritos, Skinner y Porter (1992)

### 2.3. Hundimiento

Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede a causa de fenómenos kársticos, depresión de la napa freática, labores mineras antiguas o abandonadas, o también pueden ocurrir debido a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de suelos. Los procesos kársticos se presentan en substratos calcáreos, donde es posible encontrar formas topográficas peculiares, resultantes de la disolución superficial y subsuperficial de rocas calcáreas por las aguas de lluvias, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas hacia cauces subterráneos (Thornbury, 1966).

Los materiales afectados son rocas calcáreas (calizas y dolomitas), conjunto de rocas que contienen más del 50% de minerales de carbonato, siendo el más común la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), también se tiene el aragonito ( $\text{CaCO}_3$  cristalizado) y la dolomita ( $\text{Ca, Mg} (\text{CO}_3)_2$ ). El resto del material constituyente de las calizas lo conforman impurezas de sílice, limos, minerales de arcilla y óxidos de hierro.

**Dolina:** Hoyos cerrados en forma de embudo o de cuenco, con sus lados rocosos o cubiertos de suelo y vegetación, de forma circular o elíptica en vista de planta, cuyas dimensiones varían entre 2 y 100 m de profundidad y entre 10 y 100 m de diámetro, pueden ocurrir aisladas o en grupos (Villota, 2005) (figura 12). Las dolinas pueden clasificarse como:



**Dolinas de desplome:** Se forman donde el techo de una caverna cae, dejando un pozo de paredes verticales y a menudo angulares (figura 13).

**Dolinas de subsidencia:** Se forman donde yacen depósitos de cobertura sobre las calizas; un desplome puede involucrar la capa de cobertura, la cual será gradualmente descendida o llevada hacia el interior de la cavidad, para dejar un hueco cónico.

Los hundimientos como procesos y sus expresiones morfológicas como formas (Dolinas de hundimiento) son las expresiones más notables de los peligros relacionados a karst

(Durán, J. en Ayala, F. y Olcina J. 2002). Los hundimientos pueden ser lentos (subsidencia) o rápidos (colapsos o desplome).

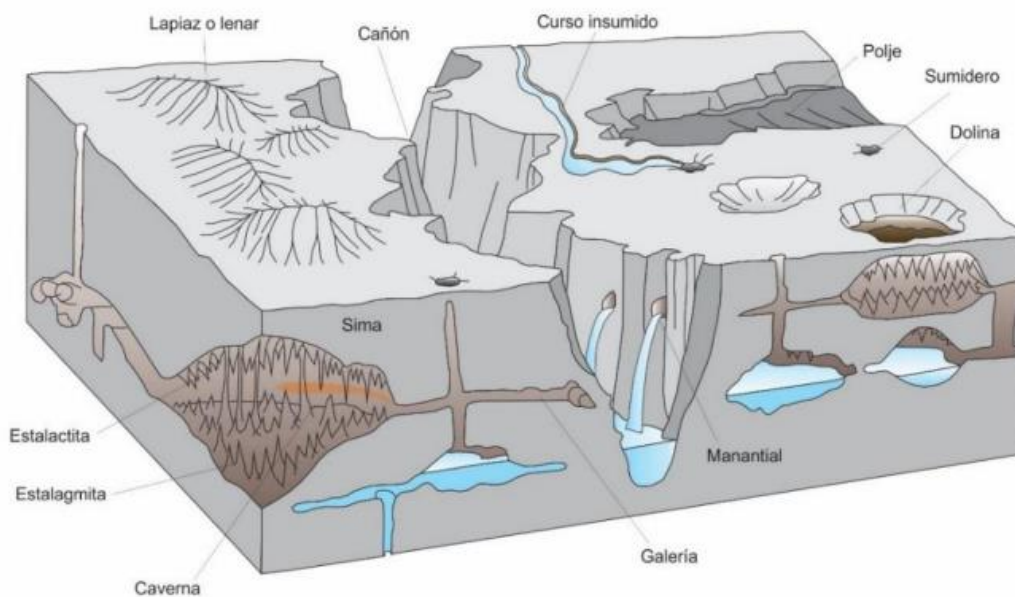


Figura 04. Esquema en la que se pueden observar las geofomas presentes en una zona de karst

#### 2.4. Colapsos o derrumbes

Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, que ocurren a lo largo de varias superficies irregulares o anisotropías, con arranque o desplome visible de material como una sola unidad. Se presentan con dimensiones y longitudes variables, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros; principalmente están asociados a taludes rocosos, aunque suelen presentarse en suelos poco consolidados, normalmente ocasionada por sismos, actividad humana y fuerte precipitaciones (Varnes, 1978).

### 3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

Las nueve zonas evaluadas; caserío de Maraypata; caserío de Santo Domingo del Progreso; caserío de San Francisco; caserío Huaco; así como tramos del km 81, 118, 125 de la carretera San Ignacio – Jaén y km 186, 192 de la carretera Bagua – Chamaya; se sitúan al norte y nororiente del Perú (Tabla 1), políticamente perteneciente al departamento de Cajamarca.

El acceso a las diferentes localidades, se realizó por vía terrestre, haciendo uso de la red vial departamental y nacional. (Fig. 5)

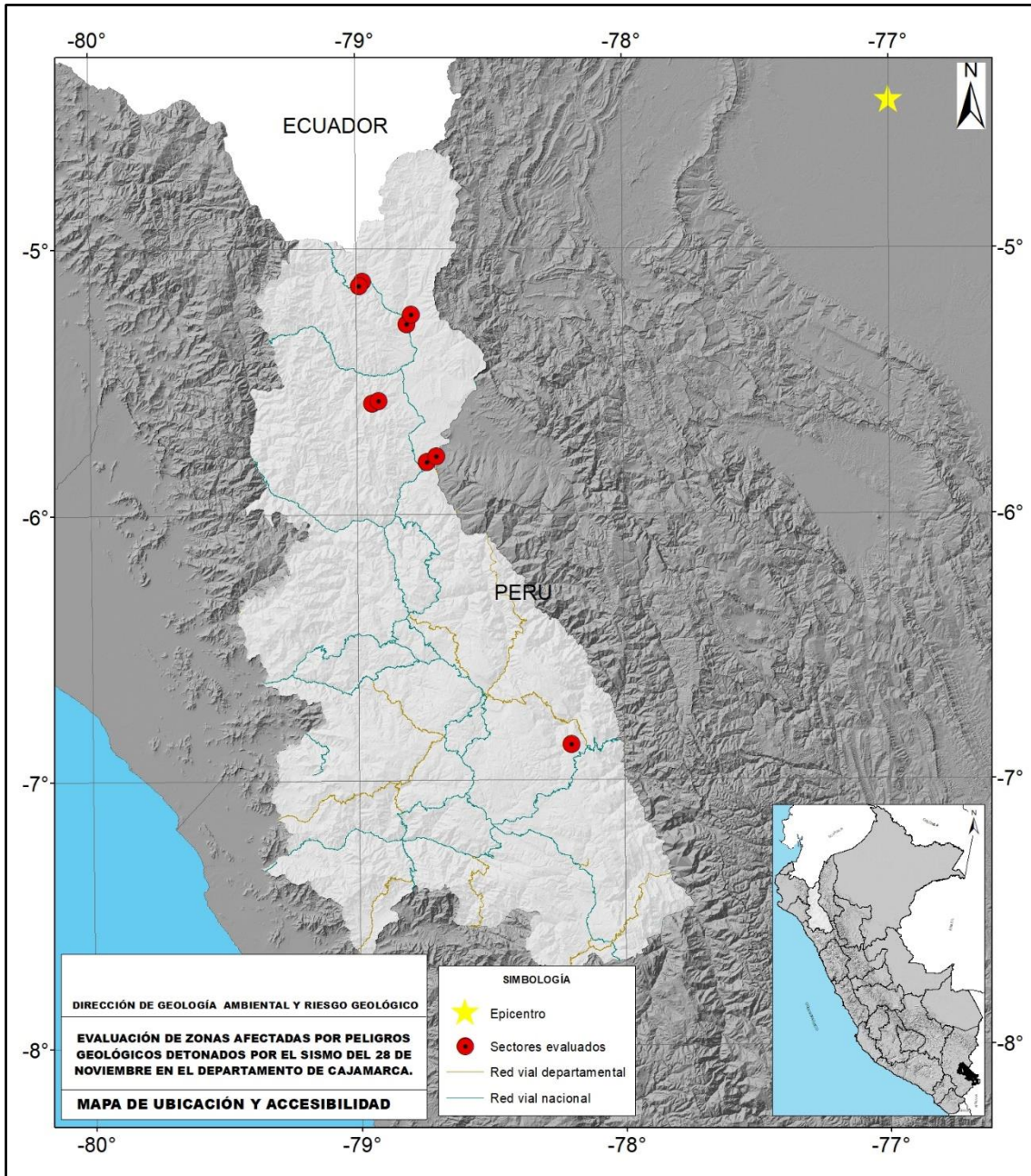


Figura 05. Localización de zonas evaluadas y su distancia al epicentro denotada en una estrella roja, como epicentro, según el IGP.

Tabla 1. Ubicación de zonas evaluadas

Departamento	Provincia	Distrito	Sector	Tipo de peligro Geológico	Peligro específico	Norte	Este
Cajamarca	Celendín	Celendín	Caserío Maraypata	Hundimiento	Hundimiento (Dolina)	9240123	809552
	Jaén	Bella Vista	km 192 carretera Bagua - Chamaya	Caída	Derrumbe	9360515	754676
	Jaén	Jaén	km 186 carretera Bagua - Chamaya	Caída	Derrumbe	9358215	750703
	San Ignacio	Chirinos	km 81 carretera Jaén - San Ignacio	Caída	Derrumbe	9415424	742594
	San Ignacio	San Ignacio	km 125 de carretera San Ignacio - Jaén	Deslizamiento	Deslizamiento rotacional	9431613	723045
	San Ignacio	San Ignacio	km 118 de carretera San Ignacio - Jaén	Deslizamiento	Deslizamiento rotacional	9433414	724391
	San Ignacio	Huarango	Caserío Santo Domingo del Progreso	Deslizamiento	Deslizamiento rotacional	9419485	744498
	Jaén	Huabal	Caserío San Francisco	Caída	Derrumbe	9383790	730793
	Jaén	Huabal	Caserío Huaco	Deslizamiento	Deslizamiento traslacional	9382700	728214



#### 4. ASPECTOS GENERALES.

Los parámetros del sismo del Datem del Marañón ocurrido el 28 de noviembre del 2021 fueron reportados por el Centro Sismológico Nacional (CENSIS), administrado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), utilizando datos provenientes de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional (RSN). Los valores obtenidos son (Figura 6):

- Tiempo Origen: 05h 52min del 28 de noviembre, 2021 (Hora Local)
- Latitud Sur: -04.44°
- Longitud Oeste: -77.00°
- Profundidad: 131 km
- Magnitud: M7.5
- Epicentro: A 98 km al este de la localidad de Santa María de Nieva A 187 km al NO de la localidad de Yurimaguas.
- Intensidad Máxima: VII (MM) localidades de Santa María de Nieva, Andoas, Lagunas, Yurimaguas.

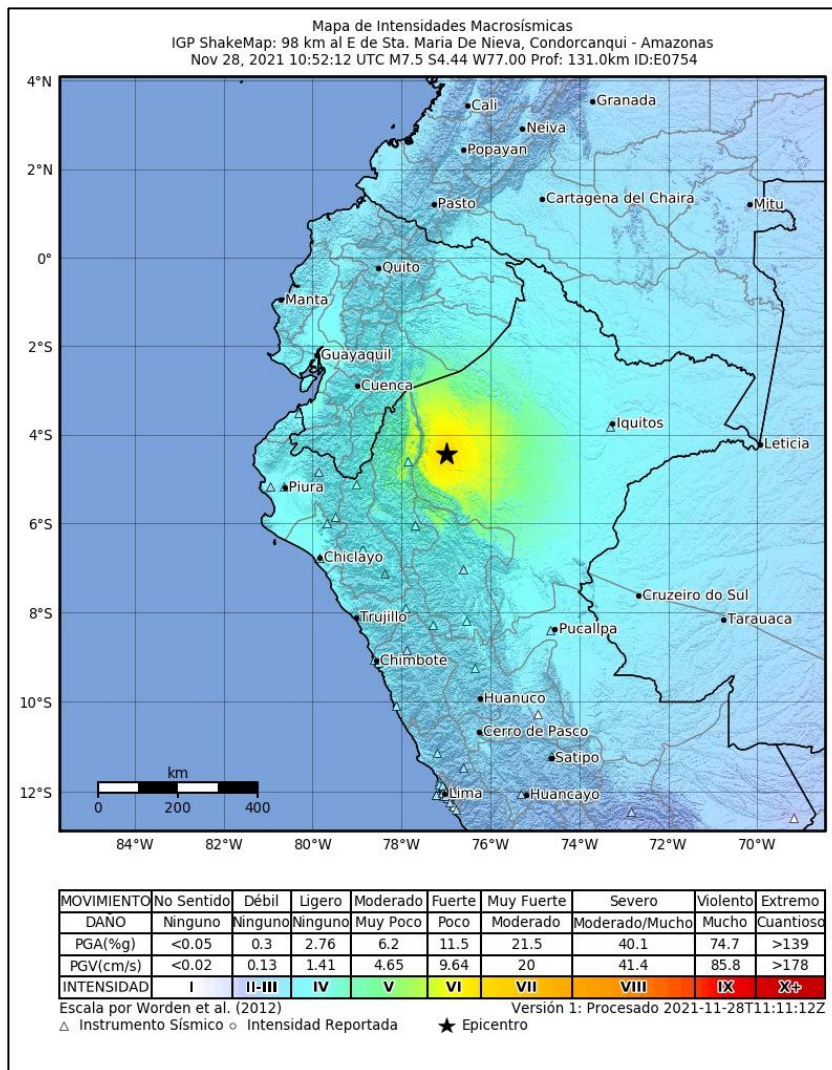


Figura 06. Mapa de intensidades estimadas (fuente IGP).

## 5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS.

Las poblaciones afectadas durante el sismo del 28 de noviembre del 2021 en el departamento de Cajamarca. Se encuentran asentadas sobre montañas y colinas en roca sedimentaria (RM-rs), montañas y colinas en roca intrusiva (RMC-ri), vertiente o piedemonte aluvio-lacustre (P-al), vertiente o piedemonte aluvial V-al y terraza aluvial (T-al) (ver figura 07); en zonas de susceptibilidad media a susceptibilidad alta (Ver anexo 2, mapa 1), litológicamente asentadas en material cuaternario no consolidado (depósitos aluviales, lagunares, coluviales y fluviales). Sin embargo, en el basamento se pueden identificar rocas del cenozoico triásicas a cretácicas como calizas, areniscas y arcillitas pertenecientes a la Formación Celendín, Grupo Goyllarisquiza, Grupo Quilquiñan, Grupo Pullucana, Formación Tamborapata. (ver figura 08).

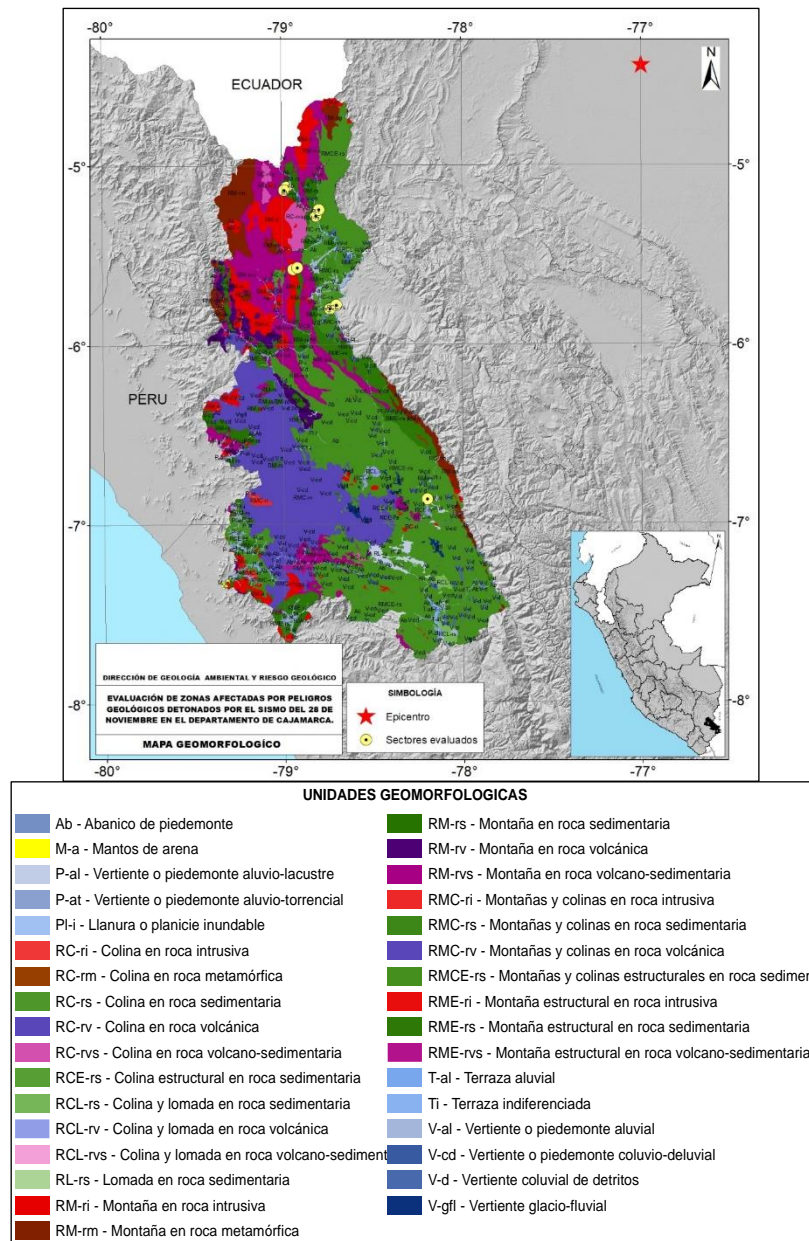


Figura 07. Mapa geomorfológico de las zonas evaluadas, Se observa en estrella roja el epicentro según el IGP



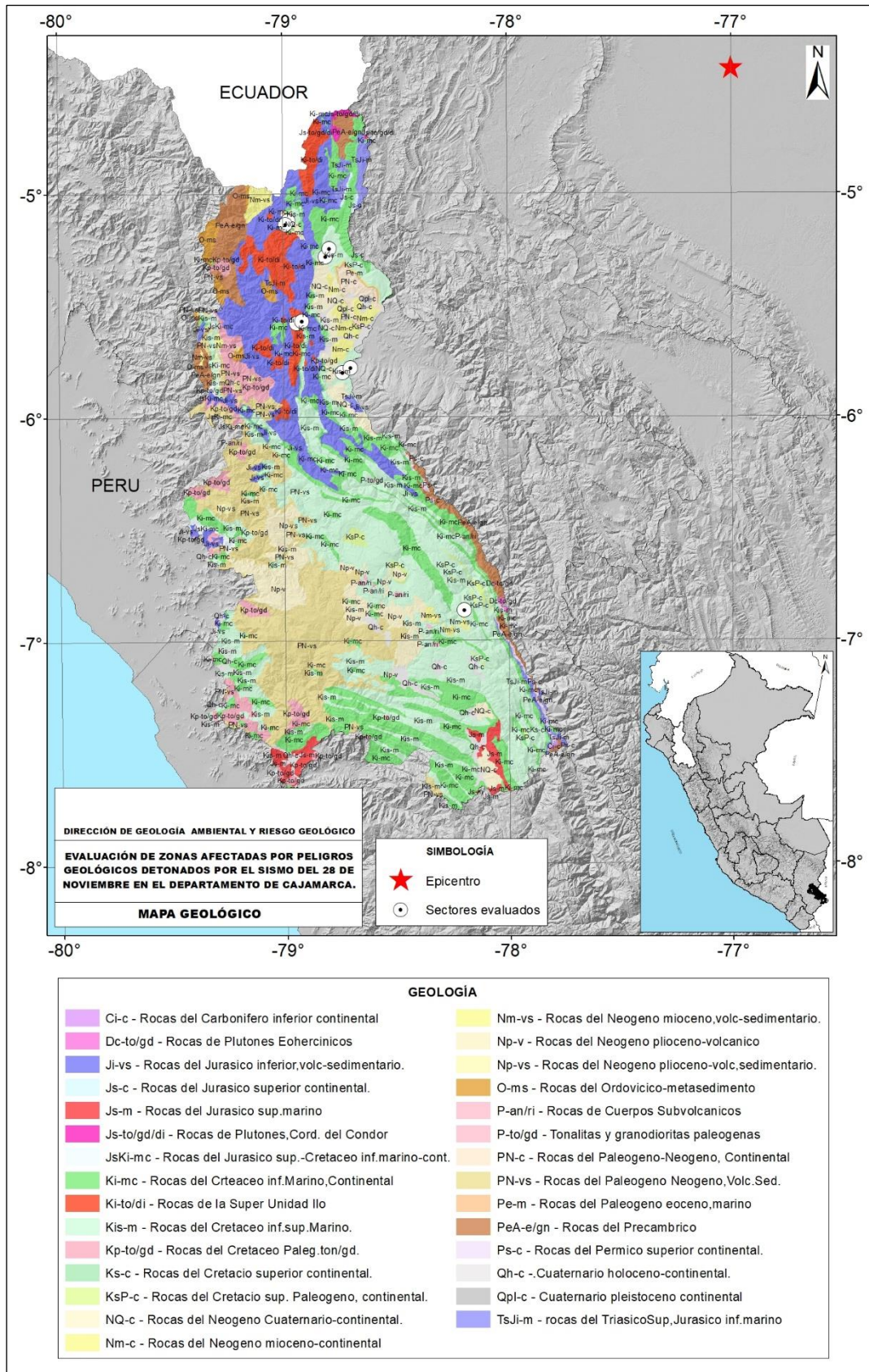


Figura 08. Mapa geológico de las zonas evaluadas, Se observa en estrella roja el epicentro según el IGP.

## **6. PELIGROS GEOLÓGICOS.**

Los peligros geológicos identificados, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento, hundimiento y caída. Estos procesos se desarrollaron en relieves conformados por substrato y sedimentos medianamente compactos, porosos, deleznales, fracturados y susceptibles a erosión. Medina et al. (2009). La evolución geodinámica de las zonas dio origen a las geoformas que condicionan junto a la litología la ocurrencia de movimientos en masa.

A partir de lo evaluado se observa que la geomorfología y la geología han condicionado la concentración y ocurrencia de los principales efectos postsísmicos (derrumbes, hundimientos y agrietamientos), así como deslizamientos de gran magnitud en las principales zonas críticas evaluadas como el caserío de Santo Domingo del Progreso (Huarango-San Ignacio-Cajamarca).

A continuación, se describen los peligros geológicos evaluados, tomando en cuenta el área de influencia y magnitud de daños a la infraestructura afectada.

Tabla 02. Zonas afectadas por movimientos en masa en el departamento de Cajamarca.

Código en mapa	Tipo de peligro	Sector (Distrito)	Coordenadas		Comentario Geodinámico	Daños	Recomendaciones generales
			Norte	Este			
125721144	Hundimiento (dolina) Ver figura 9 y 10.	Caserío de Maraipata Celendín	9240123	809552	Hundimiento en rocas cársticas, calizas nódulo arcillosas intercaladas con lutitas y margas grises fracturadas y altamente meteorizadas de la formación Celendín.	Daños en canal de riego	Realizar estudio geotécnico detallado, reconstrucción y mejoramiento del sellado de canales de riego para evitar infiltración del agua.
115921092	Caída (Derrumbe o colapso) Ver figura 11 y 12.	Km 192 carretera Bagua – Chamaya Bella vista	9360515	754676	Substrato de mala calidad conformado por rocas de diferente competencia; en la base areniscas de grano medio y limoarcillitas grises del grupo Goyllarisquizga; cuaternario aluvial de matriz areno limoarcillosa de clastos subangulosos a angulosos con disposición caótica en la parte superior; la roca se encuentra muy fracturada, muy meteorizada, con orientación desfavorable al talud y una pendiente mayor a 45°, ausencia de vegetación, El derrumbe tiene un tipo de rotura mixta, con zona de arranque irregular de aproximadamente 5 m y altura 12 m, Generó un depósito de tipo canchal con bloques de 0.1 m a 1.5 m.	Derrumbe en talud de corte artificial. afectó la carretera y cuneta Obstrucción de vía de 18m	Limpieza de cunetas y material detrítico suelto al pie de la ladera

115921093	<p>Caída (Derrumbe o colapso)</p> <p>Ver figura 13 y 14.</p>	<p>Km 186 carretera Bagua – Chamaya</p> <p>Jaén</p>	9358215	750703	<p>Substrato de mala calidad, en la base calizas margosas meteorizadas perteneciente al grupo Quilquiñan, cubiertas de material cuaternario aluvial de matriz areno limoarcillosa con clastos subangulosos a angulosos de disposición caótica; roca muy fracturada y orientación desfavorable al talud con pendientes mayores a 45°, Derrumbe con tipo de rotura mixto, arranque irregular de longitud aproximada de 50 m y altura de 30 m, generó un depósito de tipo canchal con bloques de 0.25 m a 2.5 m.</p>	<p>Derrumbe en talud de corte artificial afectó la carretera y cuneta</p> <p>Obstrucción de vía 30m</p>	<p>Limpieza de cunetas y material detrítico suelto al pie de la ladera de talud</p>
116031376	<p>Caída (Derrumbe o colapso)</p> <p>Ver figura 15</p> <p>Flujo.</p> <p>Ver figura 16.</p>	<p>Km 81 carretera Jaén - San Ignacio</p> <p>Chirinos</p>	9415424	742594	<p>Substrato de mala calidad conformado por alternancia de roca de diferente competencia, calizas micríticas intercaladas con lutitas grises del grupo Pulluicana, hacia el piso horizontes de chert y calizas nodulares, rocas fracturadas o diaclasadas y meteorizadas, talud con pendiente mayor a 45°, derrumbe con tipo de rotura mixto, zona de arranque irregular de aproximadamente 50 m, altura de arranque de 250m.</p> <p>Generó depósitos tipo canchal de 0.1 a 2.5. Flujo compuesto por arenas, limos y clastos de 0.10 a 0.20 aproximadamente en forma de chorera con flujo de material canalizado y distancia recorrida de 200 m</p>	<p>Derrumbe y flujo en talud de tipo ladera afectó la carretera y cuneta</p> <p>Obstrucción de vía de 150m.</p>	<p>Limpieza de cunetas y material detrítico suelto al pie de la ladera talud</p>

116041296	<p>Deslizamiento. (Deslizamiento rotacional)</p> <p>Ver figura 17 y 18.</p>	<p>3.Km 125 carretera San Ignacio - Jaén</p> <p>San Ignacio</p>	9431613	723045	<p>Sustrato de mala calidad (muy meteorizado, naturaleza de suelo incompetente, material de remoción antiguo susceptible, pendiente de terreno 25° a 45°.</p> <p>Forma de escarpa: Elongada                      Longitud de escarpa: 80 metros                      Superficie de falla: Rotacional                      Longitud de zona desplazada: 120 m.                      Ancho de zona desplazada: 90 m                      Salto de escarpa única: 15 metros.                      Velocidad de movimiento: moderada.                      Distribución o actividad: progresivo.                      Distancia aproximada a falla inversa de 5.8 km</p>	<p>Deslizamiento o afectó la carretera y cuneta</p> <p>Obstrucción de vía de 106m</p>	<p>Limpieza de cunetas y material detrítico suelto al pie de la ladera talud</p>
116041297	<p>Deslizamiento (Deslizamiento rotacional)</p> <p>Ver figura 19 y 20.</p>	<p>Km 118 Carretera San Ignacio - Jaén</p> <p>San Ignacio</p>	9433414	724391	<p>Conformado por conglomerado de clastos de rocas intrusivas, areniscas cuarzosas rojas, areniscas feldespáticas con matriz limosa de color amarillo; pertenecientes a la formación Tamborapa. pendiente de terreno mayor a 45°.</p> <p>Forma de escarpa: semicircular                      Longitud de escarpa: 60 metros                      Superficie de falla: Rotacional                      L de zona desplazada: 120 m                      Ancho de zona desplazada: 90 m                      Salto de escarpa única: 15 metros.                      Velocidad de movimiento: rápida.                      Distribución o actividad: progresivo.                      Distancia a falla inversa de 3.8 km.</p>	<p>Deslizamiento en talud de tipo colina afectó la carretera y cuneta</p> <p>Obstrucción de vía de 150m</p>	<p>Limpieza de cunetas y material detrítico suelto al pie de la ladera talud</p>



116041298	<p>Deslizamiento (Deslizamiento rotacional)                  Ver figura 21, 23 y 24</p>	<p>Caserío Santo Domingo del Progreso                  Huarango</p>	9419485	744498	<p>Sustrato de mala calidad muy meteorizado, constituido en la base por calizas fosilíferas, micríticas, margosas con nódulos calcáreos intercalas con lutitas, cubiertas por material de remoción antiguo susceptible, la zona presenta uso inadecuado de suelo de cultivo.                  Estilo: Escarpas múltiples.                  Forma de escarpa principal: irregular                  Longitud de escarpa principal: 1.2 km                  Superficie de falla: Rotacional                  Longitud de zona desplazada: 1.7 km                  Ancho de zona desplazada: 1.3 km                  Salto de escarpa principal: 10 m                  Velocidad de movimiento: Moderado                  Distribución o actividad: Progresivo                  Por las condiciones geológicas se considera de peligro muy alto y zona crítica, siendo muy probable que este deslizamiento tenga otras reactivaciones. Distancia de 1.4 km a falla normal (el porvenir).</p>	21 viviendas afectadas, efectos en canales de riego y vías de acceso al caserío	Reubicación
	<p>Represamiento                  Ver figura 22.</p>				<p>El dique de represamiento tuvo, aproximadamente 95 m de largo, 26 de ancho y altura de 5m.                  Distancia a falla normal de 150m aproximadamente.</p>	Daño en cultivos	Limpieza del cauce
115941065	<p>Caída (Derrumbe o colapso)                  Ver figura 25 y 26.</p>	<p>Caserío San Francisco                  Huabal</p>	9383790	730793	<p>Roca tonalita y granodiorita diaclasadas, presencia de arcillitas, material de remoción antiguo, susceptible, pendiente pronunciada de ladera, tipo de rotura mixta, forma de la zona de arranque irregular, depósito de tipo canchal con bloques de 0.15 a 1 m; alcance máximo de 15m, Distancia a falla inversa entre 500m a 2 km</p>	Obstrucción de vía en camino rural del km 3 de San Francisco a San Antonio de Chigamal.	Muro de contención, limpieza de canchal e implementar una red de drenaje

115941066	Deslizamiento (Deslizamiento traslacional)  Ver figura 27 y 28.	Caserío Huaco  Huabal	9382700	728214	Roca tonalita y granodiorita diaclasadas, presencia de arcillitas, pendientes mayores a 45°, la forma del escarpe es elongada, longitudes: desnivel entre escarpe y pie 23m, superficie de falla es plana, salto principal de 10m y de distribución progresiva. Estilo: Escarpa única Forma de escarpa: Elongada Longitud de escarpa: 10 m Superficie de falla: Plana Longitud entre escarpa y pie: 23 Velocidad de movimiento: Rápida. Distribución o actividad: Progresiva Distancia a falla inversa de 1.5 km	Daños ocasionados al canal Perlamayo	Limpieza del canal y estabilización con muro de contención.
-----------	--	-----------------------------	---------	--------	---	---	---

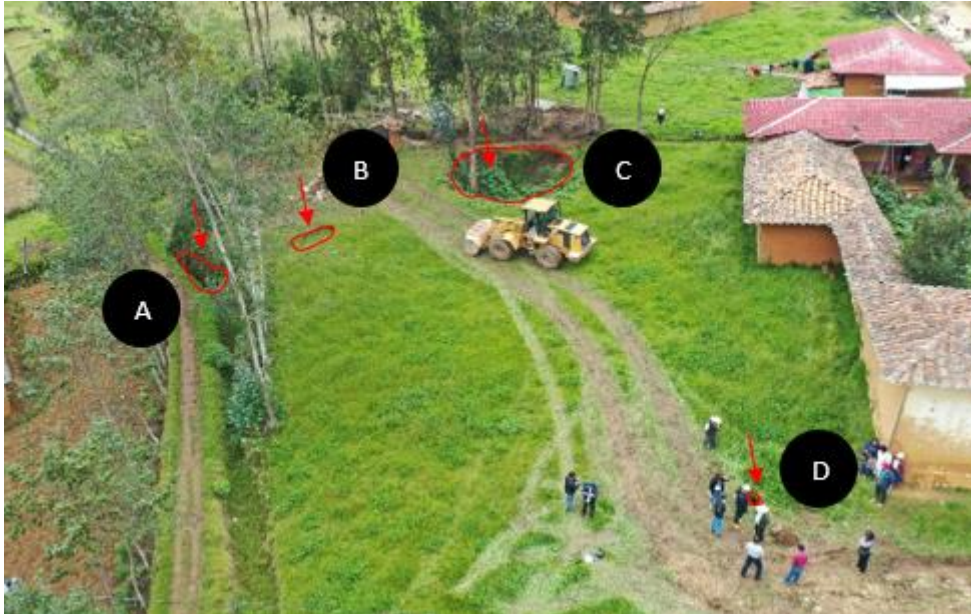


Figura 09. Hundimientos (dolinas) (125721144), en caserío Maraipata - La Penca – Celendín.



Figura 10. Hundimientos (dolinas) en calizas nódulo arcillosas intercaladas con margas, daños en canal de riego.





Figura 11. Derrumbe en km 192 de carretera Bagua Chamaya (115921092), talud de corte artificial en sustrato de mala calidad constituido por arenisca de grano medio y limoarcillitas grises, obstrucción de 18 m de vía.



Figura 12. Derrumbe con tipo de rotura mixta, zona de arranque irregular de aproximadamente 5 m y altura 12 m, Características del depósito de canchales, bloques de 0.1 a 1.5m.



Figura 13. Derrumbe en el km 186 de la carretera Bagua a Chamaya (115921093), talud de corte artificial en alternancia de calizas margosas del Grupo Quilquiñan cubiertas por material aluvial. Obstrucción de 30m de vía.



Figura 14. Talud de corte artificial con pendiente mayor a 45°, Características del depósito de canchales, bloques de 0.1 a 1.5m.





Figura 15. Derrumbe en km 81 de la carretera Jaén a San Ignacio (116031376), alternancia de roca de diferente competencia, Calizas micríticas intercaladas con lutitas grises, pendiente de terreno mayor a 45°, zona de arranque irregular de aproximadamente 50m, altura de arranque de 250m.



Figura 16. Obstrucción de vía de 150 m de vía, canchales de 0.1 a 2.5 m.





Figura 17. Deslizamiento de falla rotacional de única escarpa en km 125 de carretera San Ignacio a Jaén (116041296), forma de escarpa elongada, con salto de escarpa de 15m.



Figura 18. Naturaleza de suelo incompetente, material de remoción antiguo susceptible, pendiente de terreno 25 a 45°.





Figura 19. Deslizamiento de falla rotacional de única escarpa en km 118 de carretera San Ignacio a Jaén (116041297), en conglomerado de rocas intrusivas y areniscas con matriz limosa de color amarillo.



Figura 20. Forma del escarpe semicircular, longitud de escarpa 60m aproximadamente, desnivel entre escarpa y pie 40m aproximadamente, superficie de falla rotacional, Salto de escarpa de 15m.

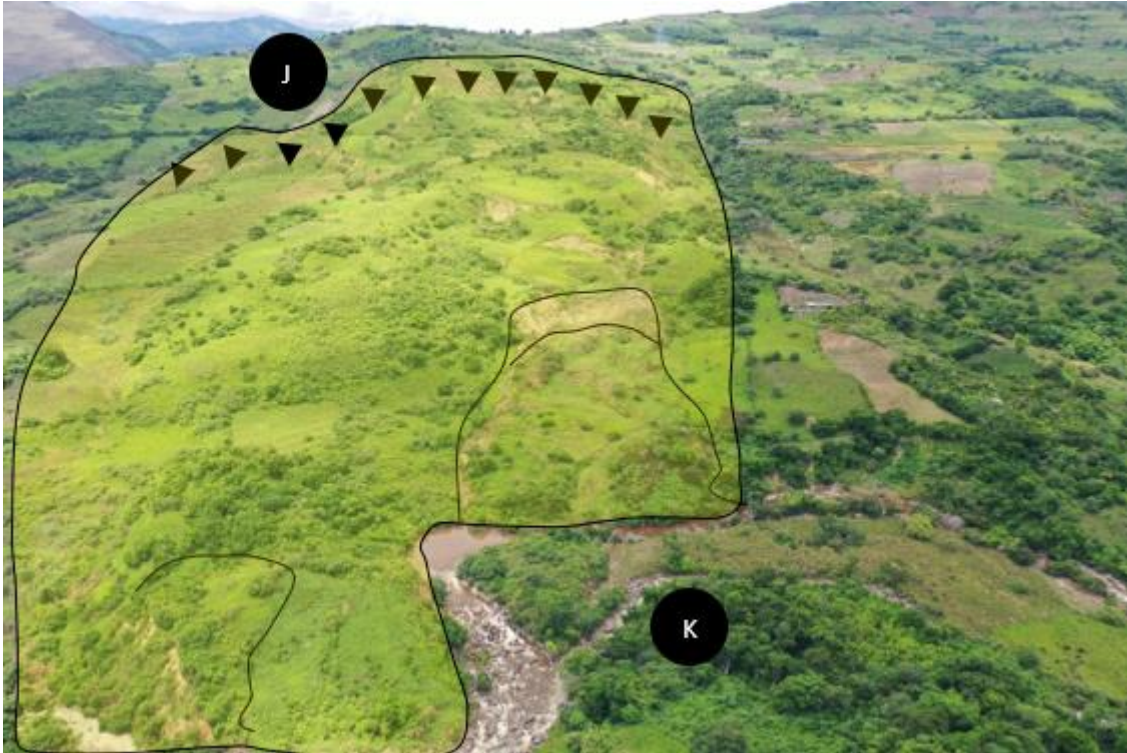


Figura 21. J, Deslizamiento estilo escarpas múltiples (1160041298), en caserío Santo Domingo del Progreso, distrito Huarango; Substrato de mala calidad constituido por calizas fosilíferas micríticas margosas con nódulos calcáreos intercaladas con lutitas. K, Dique de represamiento producto del deslizamiento en la quebrada El Porvenir.



Figura 22. K. Ortofoto de represamiento en el caserío Santo Domingo del Progreso; en color amarillo se aprecia el material deslizado, en color azul el cauce del río represado. K'. Imagen satelital con cauce original de la quebrada El Porvenir en color rojo, junio 2021.





Figura 23. J, Escarpa principal de 10 m en deslizamiento estilo escarpas múltiples, en caserío Santo Domingo del Progreso, distrito Huarango.



Figura 24. J, Ortofoto de deslizamiento estilo escarpas múltiples, en caserío Santo Domingo del Progreso, distrito Huarango.





Figura 25. L. Derrumbe en Caserío San Francisco Distrito de Huabal (115941065), Sustrato de mala calidad, tonalitas y granodioritas muy meteorizadas cubiertas de material de remoción antiguo, obstrucción de vía en km 3 de camino rural San Francisco a San Antonio de Chigamal.



Figura 26. L. Pendiente pronunciada de ladera mayor a 45°, tipo de rotura mixta, forma de la zona de arranque irregular, canchal con bloques de 0.1 a 1 m con un alcance máximo de 15m.



Figura 27. M. Ortofoto de deslizamiento traslacional en Caserío Huaco, Distrito de Huabal (115941066), sustrato de mala calidad, tonalita y granodiorita muy meteorizadas, pendiente de talud mayor a 45°.



Figura 28. M. Deslizamiento traslacional con forma de escarpe elongada, desnivel entre escarpe y pie de 23m, la superficie de falla es plana, con salto de 10m de escarpa y distribución progresiva. material deslizado ocasionó daños al canal Perlamayo.



## 7. CONCLUSIONES.

- a) El sismo del 28 de noviembre generó numerosos efectos geológicos cosísmicos, entre ellos la activación de deslizamientos, derrumbes y embalses en el departamento de Cajamarca, verificándose zonas críticas en el caserío de Santo Domingo del Progreso (Huarango-San Ignacio-Cajamarca), evidenciando un deslizamiento, por lo que se recomienda la evacuación de la población, así como derrumbes a lo largo de las vías de comunicación.
- b) Los deslizamientos identificados en zonas críticas, son por lo general de falla rotacional, de tipo escarpe múltiple en el caserío de Santo Domingo del Progreso (Huarango-San Ignacio-Cajamarca), en el cuerpo del deslizamiento tipo rotacional se muestran agrietamientos del terreno en diferentes direcciones; estos afectaron de manera directa a las viviendas de las zonas evaluadas.
- c) Los derrumbes identificados en el km 186 y 192 de la carretera Bagua – Chamaya, km 81 de la carretera Jaén – San Ignacio y km 3 de la carretera San Francisco – San Antonio de Chigamal, son por lo general condicionados por material rocoso muy fracturado intercalados con materiales plásticos, los cuales se encuentran, cubiertos de suelos incompetentes, en zonas de pendientes pronunciadas, dichos derrumbes fueron detonados como efecto cosísmico y generaron la obstrucción de vías con depósitos tipo canchales de 0.1 a 3m.
- d) Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geodinámicas y antrópicas que presentan las zonas críticas evaluadas, caserío de Santo Domingo del Progreso (Huarango-San Ignacio-Cajamarca), se considera **Zona crítica y de Peligro muy alto** a la ocurrencia de deslizamientos, cuyo proceso podría reactivarse por lluvias intensas o movimientos sísmicos.

## 8. RECOMENDACIONES

- a) Reubicar a los caseríos de Santo Domingo del Progreso.
- b) Mejorar técnicas agrícolas, con la finalidad de seleccionar cultivos que no requieran riegos excesivos y no sean frecuentes; de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo.
- c) Mejorar los sistemas de drenaje, los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- d) 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.
- e) Realizar la limpieza de cunetas y vías en los derrumbes y deslizamientos ocurridos en km 186 y 192 de la carretera Bagua – Chamaya; km 81, 118 y 125 de la carretera Jaén – San Ignacio; km 3 de la carretera San Francisco – San Antonio de Chigamal; así como limpieza de canales en el caserío de Maraipata – Distrito de Celendín y caserío de Huaco – Distrito de Huabal.
- f) Realizar una evaluación geológica y geodinámica detallada de las diez zonas afectadas, complementándose con otros estudios ingenieriles, a fin de rehabilitar la infraestructura y medios de vida impactados, así como implementar medidas de prevención y control del riesgo.

  
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg.CIP. N° 215610

  
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 9. BIBLIOGRAFIA

Ayala, F.J. & Alcina, J. (2002) – Riesgos Naturales. Barcelona. Ariel, 1512 p.

COEN-INDECI (2021). Informe de Emergencia N° 1717 del 6/12/2021 / 07:00 horas (Informe N° 17).

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.

Instituto Geofísico del Perú (2021). Informe Técnico N°040-2021/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación geológica Multinacional N° 4, 432 p, 1 CD-ROM.

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.  
<<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>>

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslide's analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176.  
<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370)>

Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.



## ANEXO 01: FOTOS DE DAÑOS OCASIONADOS



Foto 01. Efectos cosísmico en vivienda del caserío Alto Cumbe provincia Celendín.



Foto 02. Efectos cosísmico en vivienda del distrito de Namora.





Foto 03. Efectos cosísmico en vivienda del distrito de Utco provincia Celendín.





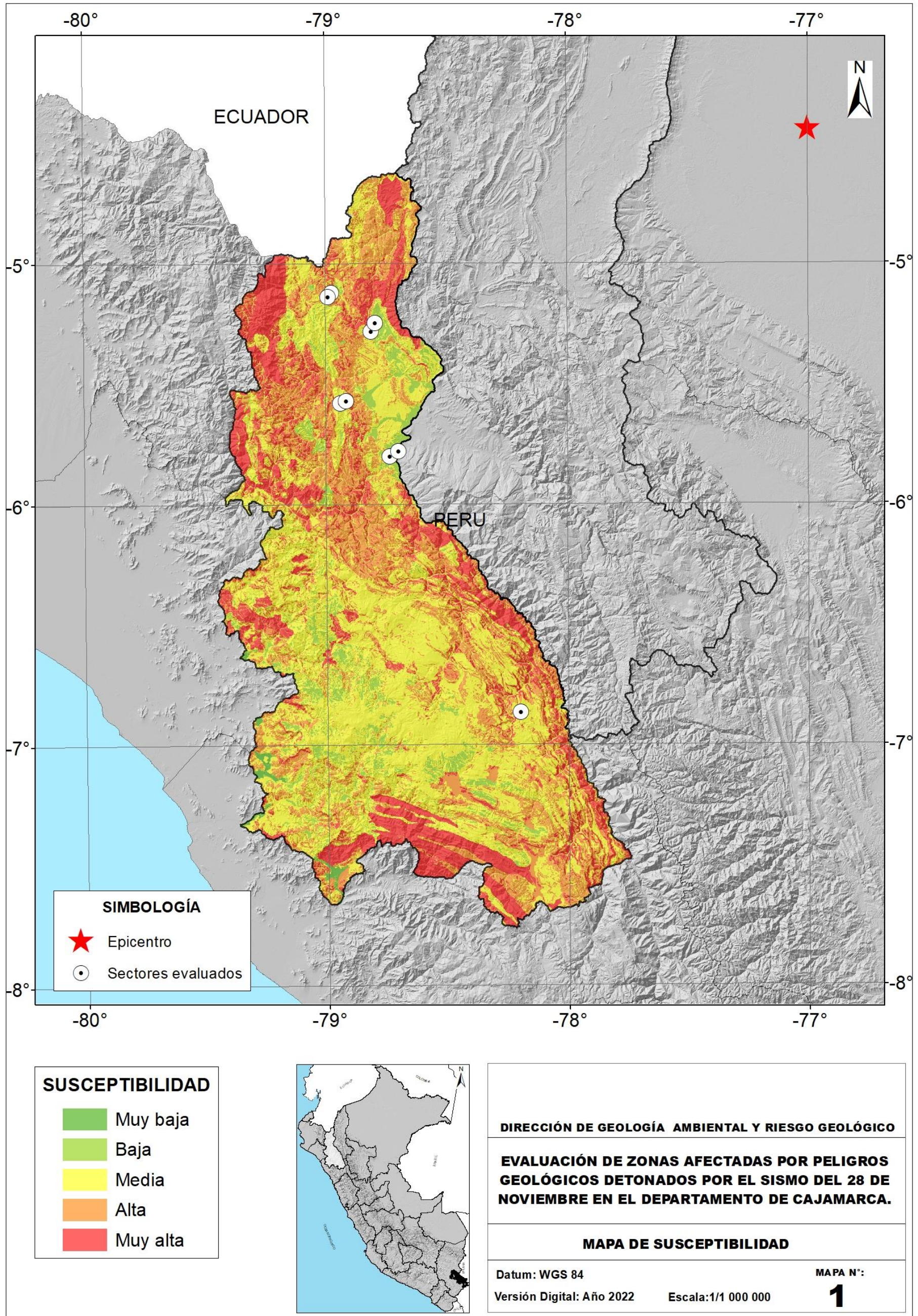
Foto 04. Efectos cosísmico en vivienda del distrito de Utco provincia Celendín.



Foto 05. Daños en vías de acceso, caserío Santo Domingo del progreso, distrito Huarango, Provincia de San Ignacio.

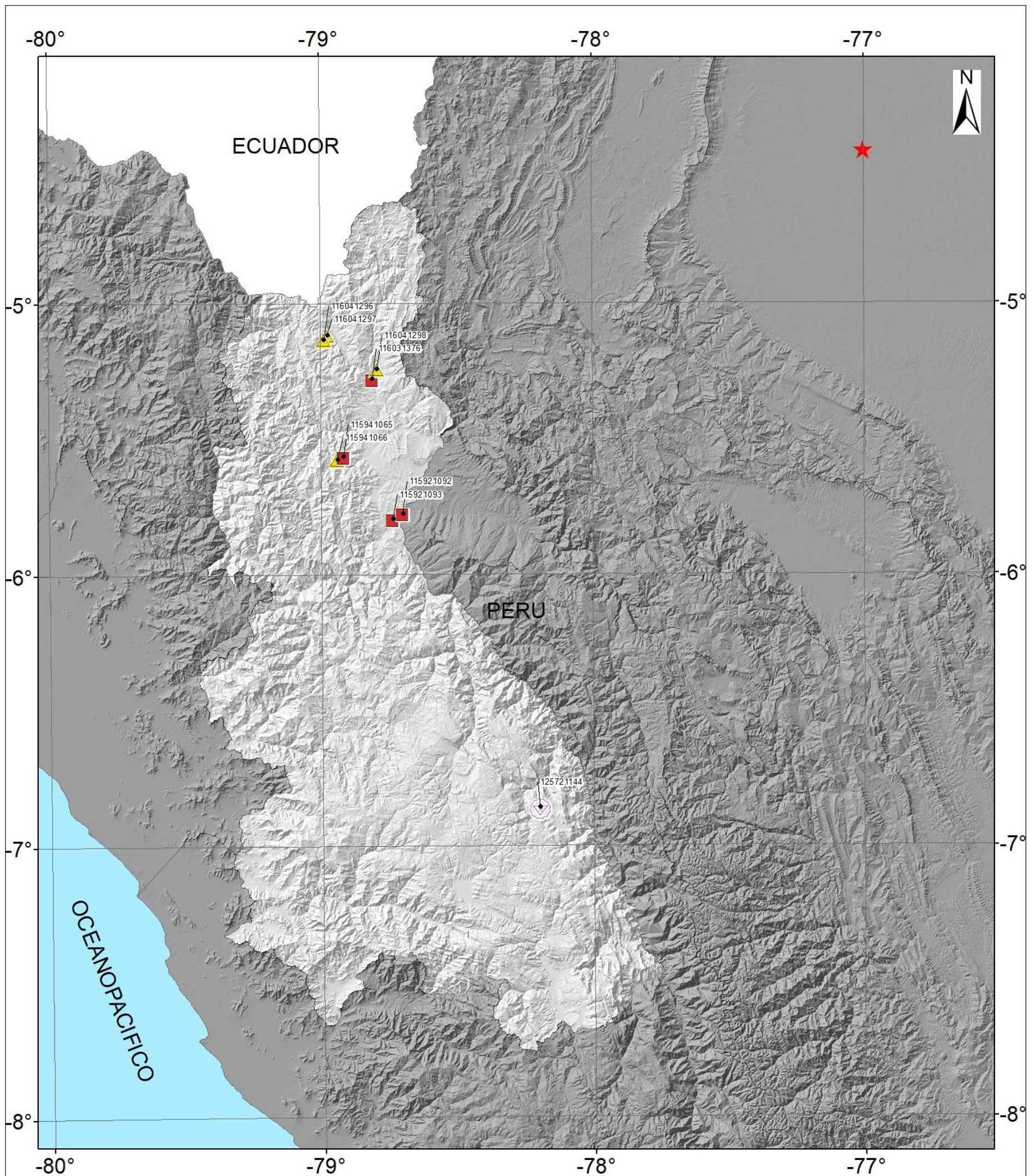


**ANEXO 2: MAPAS**



Fuente: Modificado de Geocatmin, plano de susceptibilidad regional.





SIMBOLOGÍA	
★	Epicentro
<b>Peligros Geológicos</b>	
■	Derrumbe
▲	Deslizamiento
<b>Otros peligros Geológicos</b>	
⊖	Hundimiento o subsidencia



<b>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</b>	
<b>EVALUACIÓN DE ZONAS AFECTADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS DETONADOS POR EL SISMO DEL 28 DE NOVIEMBRE EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.</b>	
<b>MAPA DE INVENTARIO DE PELIGROS GEOLÓGICOS</b>	
Datum: WGS 84	MAPA N°:
Versión Digital: Año 2022	2
Escala: 1/1 000 000	