



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# **CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA DE LOS DEPÓSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS EN PROVINCIAS DE RECUAY Y BOLOGNESI, REGION ANCASH Y SUS IMPLICANCIAS EN LA OCUPACIÓN TERRITORIAL**



Lima - Perú

2020

# **CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA DE LOS DEPÓSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS EN PROVINCIAS DE RECUAY Y BOLOGNESI, REGION ANCASH Y SUS IMPLICANCIAS EN LA OCUPACIÓN TERRITORIAL**

## **Responsable del Proyecto**

Mariana Vivanco Manrique

Juan Carlos Gómez

## **Participantes del Proyecto**

Yossimar Ramos Silva

Cristhian Chiroque

Pilar Vivanco

Marco Mattos

## **Apoyo Técnico**

Estherfilia Campos

Augusto Cárdenas

Roberth Yupanqui

## RESUMEN

*En el marco del Programa de Investigación de eventos geodinámicos extremos se realizó el proyecto “Caracterización geodinámica de los depósitos de avalancha de escombros en las provincias de Recuay y Bolognesi, región Ancash y sus implicancias en la ocupación territorial”, que tiene como fin identificar evidencias de Depósitos de Avalancha de Escombros (DAE) y flujos volcánicos, que condicionan al terreno a la generación de nuevos eventos geodinámicos tales como: movimientos en masa tales (deslizamientos, huaycos, reptaciones.*

*Evidencias de DAE y flujos piroclásticos conformados por bloques de forma subredondeados a subangulosos y angulosa con matriz arenosa, limosa y arcillosa, se han reconocido donde actualmente se asientan y desarrollan actividades económicas (agropecuarias) los poblados de Llacllín, Raquia, Cajacay, Catac, y lo cual indica que las zonas de debilidad (susceptibles) a la generación eventos geodinámicos tales como: movimientos en masa, reptación, flujo de detritos y que afectarían la seguridad física y fuentes económicas de ingreso a un total de 15000 personas.*

*La información podrá ser utilizada por las instituciones de primera línea (Gobiernos regionales, municipalidades, entre otros) como herramienta en la gestión del riesgo de desastre.*

## **Contenido**

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
1. OBJETIVO.....	6
2. METODOLOGÍA.....	6
3. ASPECTOS GENERALES.....	7
4. RESULTADOS.....	9
5. CONCLUSIONES.....	22
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## INTRODUCCIÓN

Las erupciones volcánicas explosivas pueden producir grandes volúmenes de cenizas que pueden ser transportadas y depositadas a grandes distancias desde su origen. La morfología de los depósitos resultantes y las características de la ceniza pueden dar una indicación de los procesos de erupción (Heiken 1972, 1974; Walker 1981; Wohletz 1983; Wohletz & Sheridan 1983; Carey & Sparks 1986). En el mundo especialmente los países que se ubican en el cinturón del fuego del Pacífico presentan un volcanismo activo, producto de las zonas de convergencia de placas tectónicas o zonas de subducción.

Hace miles de años el Perú, hubo importante actividad volcánica en la Cordillera Negra en la región Ancash, debido a procesos de subducción y creación de nueva corteza, vulcanismo que tuvo lugar entre el Paleógeno hasta el Mioceno (Klinck et al. 1996). En la región Ancash, en el sector central de la cordillera de los andes, existe una altiplanicie denominada callejón de Huaylas que divide la Cordillera Blanca de la Cordillera negra, y es aquí en estas montañas que comprenden los distritos de: Pararín, Llaclín, Huayllaycayán y Pampas Chico, pertenecientes a las provincias de Recuay y Bolognesi, donde se han evidenciado, afloramientos rocosos producto de los episodios de actividad volcánica, tales como: depósitos piroclásticos, avalanchas de escombros y depósitos de nubes de gases.

La zona de estudio se localiza en las coordenadas UTM que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1: Coordenadas UTM de la zona de estudio. Datum WGS 84, zona 18 S.

Coordenadas UTM		
Localidad	Este (m)	Norte (m)
Pachacoto	235221	8908673
Cashacancha	231750	8907150
Acococha	230798	8903302
Pampas chico	237051	8880681
Pararin	209031	8887737
Llaclín	212814	8885772
Huayllacayan	233193	8866454

## **1. OBJETIVO**

Identificar depósitos de flujos piroclastos, Depósitos de Avalanchas De Escombros (DAE), Depósitos de Ceniza (DC) y Nubes de Gases (NG), generados por eventos del vulcanismo producto de efusiones extrusivas de vulcanismo y fumarolas de magma del paleógeno hasta el mioceno, que tuvo lugar en la cordillera negra en las provincias de Recuay y Bolognesi, en los sectores de Pachacoto, Cashacancha, Acococha, Pararin, Llacllín, Huayllacayan, Pampas Chico

Así mismo cartografiar los centros de emisión volcánica (fuente) y sitios de depositación de estos materiales (DAE; DC; NG) como consecuencia de eventos naturales catastróficos del pasado y que en la actualidad sobre aquellos terrenos se encuentran asentados pueblos, localidades, campos de cultivo, siendo zonas susceptibles a la ocurrencia de eventos geodinámicos (movimientos en masa) en las localidades mencionas.

## **2. METODOLOGÍA**

Revisión de imágenes satelitales georeferenciadas (WorldView-2, con resolución de 0.50 m, del servidor Digital Globe, año 2013), haciendo uso de sistemas de Información Geográfica (SIG), así como, de imágenes PerúSat (2017-04-14) y SPOT (2016-05-06 y 2018-07-15) con la finalidad de delimitar la zona estudio, así como la recopilación de información geológica regional y local existente (boletines geológicos, informes técnicos, entre otros).

Identificación, reconocimiento y cartografiado de depósitos de DAE y flujos piroclásticos en el área de estudio que corresponde a 136.9 km<sup>2</sup>, los trabajos se realizaron a escala 1:30000

Finalmente se realiza la elaboración del informe en base al análisis e interpretación de los datos recogidos en campo.

### 3. ASPECTOS GENERALES

#### Ubicación del área de estudio

La identificación de los DAE se ha realizado en el sector central de la Cordillera Occidental de Los Andes, en la Cordillera Negra, en las provincias de Recuay y Bolognesi

El emplazamiento de los flujos de lava y los depósitos de avalancha de escombros se han identificado en los límites de las provincias de Bolognesi y Recuay en el departamento de Ancash, que integran los distritos de Raquia, Chamana, Cajacay (Bolognesi) y Pampas Chico, Llacllín y Huayllapampa (Recuay). Tabla 2, que abarca un área de estudio de 136.9 km<sup>2</sup> aproximadamente.

Tabla 2: Ubicación de la zona de estudio.

Coordenadas UTM			Ubicación geográfica		
Norte (m)	Este (m)	Elev (m.s.n.m)	Distrito	Provincia	Departamento
8876150	229342	2284	Raquia	Bolognesi	Ancash
8871822	219644	1450	Chamana		
8876417	232700	2740	Cajacay		
8884399	242641	4300	Pampas chico	Recuay	
8885858	212634	3021	Llacllín		
8887293	222079	2926	Huayllapampa		
8903302	230798	4414	Acococha		
8908673	235221	3875	Pachacoto		
8907150	231750	4400	Cashacancha		

La accesibilidad de la zona de estudio desde la ciudad de Lima se realiza por la carretera Panamericana Norte hasta el distrito de Paramonga aproximadamente en un recorrido de 180 km en un tiempo de 4 horas, para luego dirigirse por la carretera hacia Huaraz en un recorrido aproximado de 80 km en un tiempo de 4 horas.

## Población

El número de pobladores asentados (urbano y rural) donde se han emplazado los flujos de lava y se han identificado evidencias de depósitos de avalanchas son un total de 12 126 habitantes, Tabla 3, que son susceptibles ante la ocurrencia de eventos geodinámicos como los movimientos en masa del tipo deslizamientos, puesto que, sus viviendas y actividades económicas (siembra y cosecha) se desarrollan sobre materiales potencialmente inestables (susceptibles a deslizamientos) conformados por gravas, arenas, limos y arcillas.

Tabla 3: Habitantes en los distritos del área de estudio impactada por los DAE.

<b>Distrito</b>	<b>Población (INEI, 2017)</b>
Raquia -Chamana	994
Cajacay	1677
Pampas chico	923
Llaclín	912
Huayllapampa	620
Centros poblados aledaños	7000

Fuente: INEI, 2017.

## ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

La población económicamente activa en las provincias de Bolognesi y Recuay se dedican principalmente a las actividades agropecuarias (siembra y cosecha de maíz amarillo duro, trigo, papa, cebada grano, maíz amiláceo, oca), el porcentaje bajo laboran en la actividad minera (obreros y operadores), sector construcción y comercio.

## CLIMA

La temperatura media anual en el departamento de Ancash es de 14 °C en zonas de valles andinos y montañas, 19 °C en las ciudades de la Costa. El periodo lluvioso se da en los meses de setiembre a abril con temperaturas bajas, el periodo seco y despejado se presenta en los meses de mayo a setiembre.

En la zona de estudio se ubica la estación meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) denominada CHAMANA (provincia de Recuay) a una altitud de 1260 m.s.n.m, del cual se extrajeron los datos de temperatura correspondiente al periodo 2017 julio al 2020 enero, siendo la temperatura mínima registrada de 8°C y máxima de 28°C, tabla 4, y precipitaciones mínimas de acumulado mensual de 5 mm.

Tabla 4: Datos de temperatura de máxima y mínima mensual en el área de estudio

Año	enero		febrero		marzo		abril		mayo		junio		julio		agosto		septiembre		octubre		noviembre		diciembre		
	temp máx	temp mín																							
2017	S.D	28.2	10.4	28.8	9.0	28.9	9.2	28.8	9.0	28.4	9	28.9	9												
2018	28.7	9.2	28.6	9	28.3	9	28.7	9	28.7	9	28.4	8	29	8.3	28.5	8.8	28.6	9	28.5	8.9	28.4	9	29.3	8	
2019	28.2	8.6	27.2	9.9	28.5	9.3	28.5	9	28.4	9	29.1	8.9	28.3	8.4	28.3	8.9	28.5	9.2	28.3	9	28	9.2	28.2	8.9	
2020	28.3	8																							

## 4. RESULTADOS

### Caracterización geodinámica y geológica regional de los depósitos avalancha de escombros y flujos piroclásticos y en las provincias de Recuay y Bolognesi

Por lo general las avalanchas de escombros se originan durante el colapso gravitacional lateral a gran escala de un sector de un edificio volcánico, generado por procesos destructivos durante la evolución geológica de un volcán siendo las evidencias de estos los depósitos de la avalancha de escombros, anfiteatros y hummocks (lomas conformadas por bloques de material volcánico) (Ui et al., 2000), en el sector estudiado se ha identificado restos de la fuente de origen de las avalanchas de escombros debido a la intensa actividad tectónica (vulcanismo, proceso del levantamiento de la cordillera de los andes, falla geológica regionales) del pasado que afectaron el área de estudio, Figura 01.



La geología de la zona de estudio está conformada por el Grupo Calipuy de edad Miocena (~ 5 millones de años ) constituidas por lavas, brechas, tobas y piroclastos andesíticos de color gris, verde, violetas junto a rocas volcánicas de la Formación Jatunachachanan, Limacjirca, Paltacayán y Patorumi que se formaron durante el vulcanismo entre el Mioceno hasta el Paleógeno (Klinck et al, 1996) conformados por rocas andesíticas y piroclastos de color gris que sobreyacen a rocas del Cenozoico, esto se ha reconocido a inmediaciones de la localidad de Conococha y Colquimarca. Figura 02.

Las estructuras geológicas del área son complejas, debido a la actividad volcánica e intrusiones del batolito costero, encontrando diques y sill andesíticos en la zona más próxima a la costa (sector Chasquitambo), estas estructuras geológicas están controlados por sistemas de fallas locales que están compuestos por falla normales e inversas con dirección NW-SE, siendo paralelas con la principal falla de la Cordillera blanca, conformando zonas de debilidad que pueden producir avalanchas de escombros y de movimientos en masas.

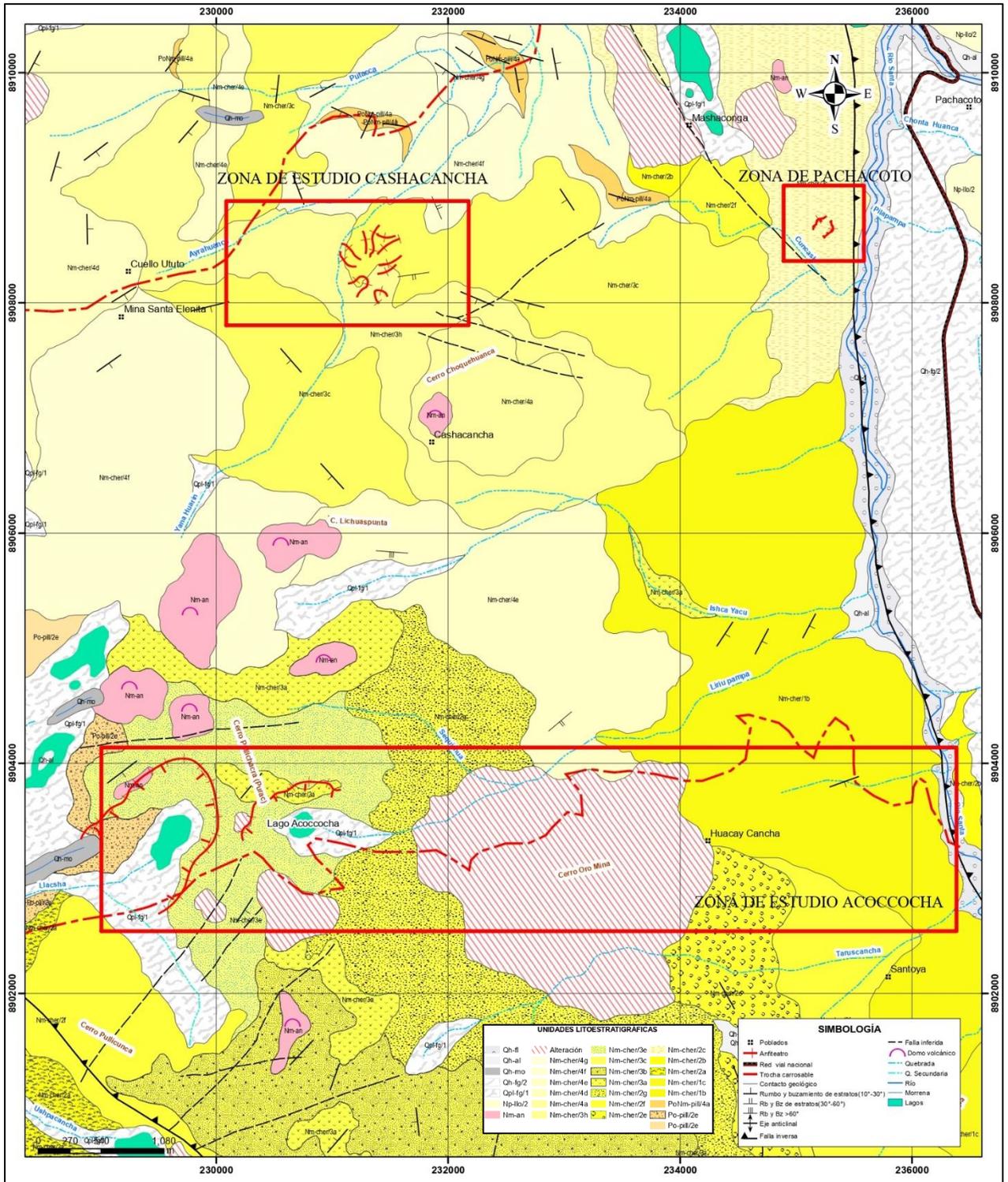


Figura 02: Conformación geológica donde se han identificado anfiteatros, domos que corresponden a la ocurrencia de avalanchas de escombros en los sectores de Pachacoto, Cashacancha y Acococha.

Los DAE observados en campo se cartografiaron en los sectores de Acoccocha, Pachacoto y Cashacancha, las causas de ocurrencia de estos depósitos, pueden estar asociados a fenómenos tectónicos, magmáticos y/o sísmicos que ocurrieron en el Mioceno- Plioceno, y a la falla activa de la Cordillera blanca que tuvo lugar en el Mioceno hasta la actualidad.

En el sector Pachacoto, se identificó un cono volcánico colapsado en los extremos noreste y suroeste presentado cicatrices de colapso en los extremos noroeste y sureste de composición andesítica, probablemente el colapso se generó por actividad sísmica del Plioceno o erupción violenta del magma al encontrarse en una fuente de agua subterránea (Zavala C., 2009, sustenta que en la zona existen acuíferos fisurados de la formación Calipuy con amplios afloramientos en la cordillera negra de edad Paleógeno al Mioceno). Figura 03

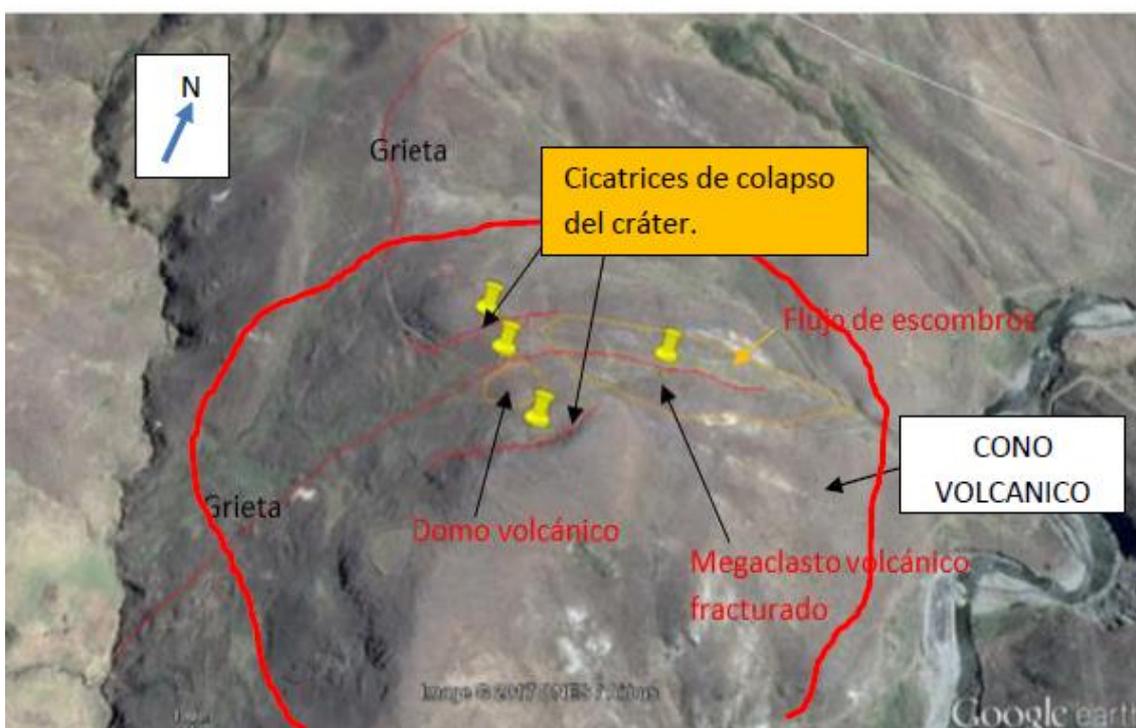


Figura 03: Domo de lava de composición andesítica y cicatrices de colapso del cráter de 117 m de diámetro, así mismo una grieta de 50 cm de ancho y longitud de 500 m (formado por movimientos neotectónicos de la falla de la Cordillera Blanca) es la probable zona de arranque de la avalancha de escombros, se estima que el volumen de colapso fue 1254 m<sup>3</sup>.

A 150 m bajando por la ladera noreste se ha encontrado depósitos de DAE de poco espesor en facie de bloques fracturados de 0.60 cm, Foto 01 , en matriz areno limosa. Este cono volcánico se encuentra disectado por quebradas estacionales en dirección noreste –suroeste que acarrean material volcánico hasta el río Santa que presenta terrazas aluviales de 3 y 8m de altura aproximadamente.



Foto 01: Bloque fracturado de composición andesítica de 0.60 cm de diámetro en matriz areno limosa arcillosa ubicado en la ladera noreste del cono volcánico de la figura 03.

En el sector Cashacancha, a aproximadamente 5 km del cono volcánico identificado en el sector Pachacoto, se identificó un domo volcánico, Foto 02, de composición andesítica muy erosionado y fracturado, a 900 m al lado oeste del domo volcánico se ha identificado depósitos de avalancha erosionado, Figura 04, que posiblemente proviene de dicho cono volcánico, el volumen de colapso aproximadamente es de 450 m<sup>3</sup>.



Foto 02: Domo andesítico en el sector Cashacancha, que presenta superficie erosionada

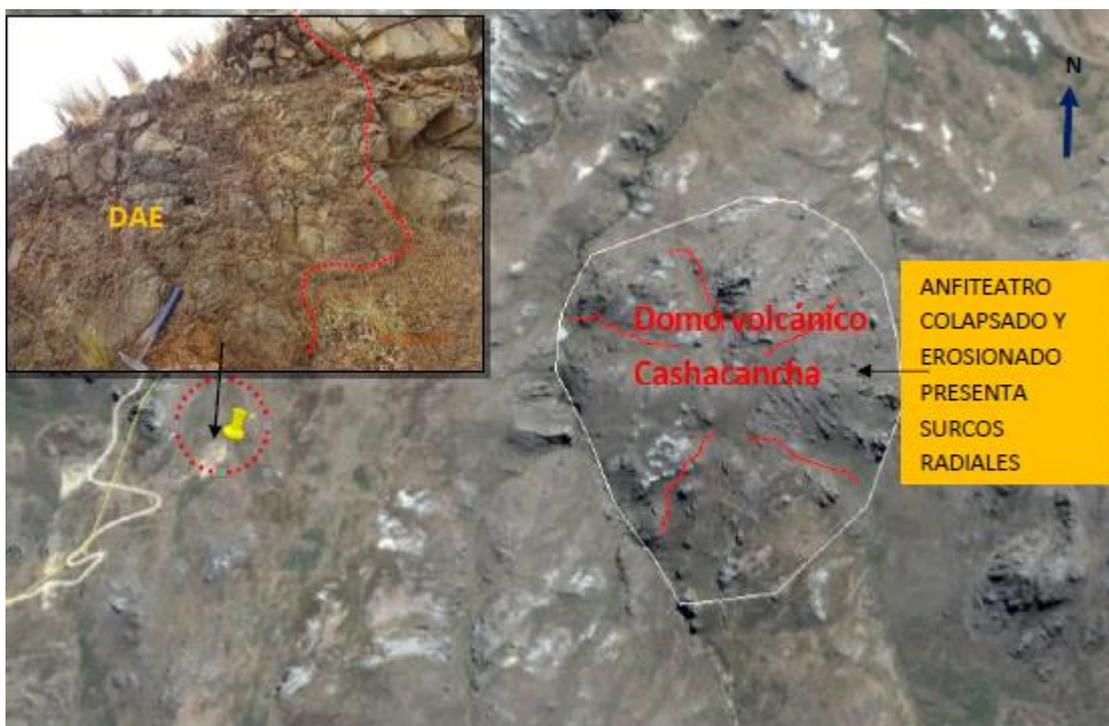


Figura 04: Evidencia de DAE constituido por una facie de bloques de 0.25 cm en rompecabeza yace sobre roca andesítica fracturada.

En el sector Acoccocha se ha identificado dos anfiteatros de aproximadamente 1.6 km de longitud y 0.850 km, Figura 05, en donde se ubican dos lagunas glaciares y se estima que el volumen de material colapsado aproximado es de 577 509 m<sup>3</sup>, el cono volcánico identificado a inmediaciones de los anfiteatros es composición andesítica, alrededores de esta zona se evidencia afloramientos de rocas andesíticas diaclasadas y rocas brechosas fracturadas de composición andesítica, lo que hace suponer que fue una zona de debilidad de colapso antes del periodo del Pleistoceno.

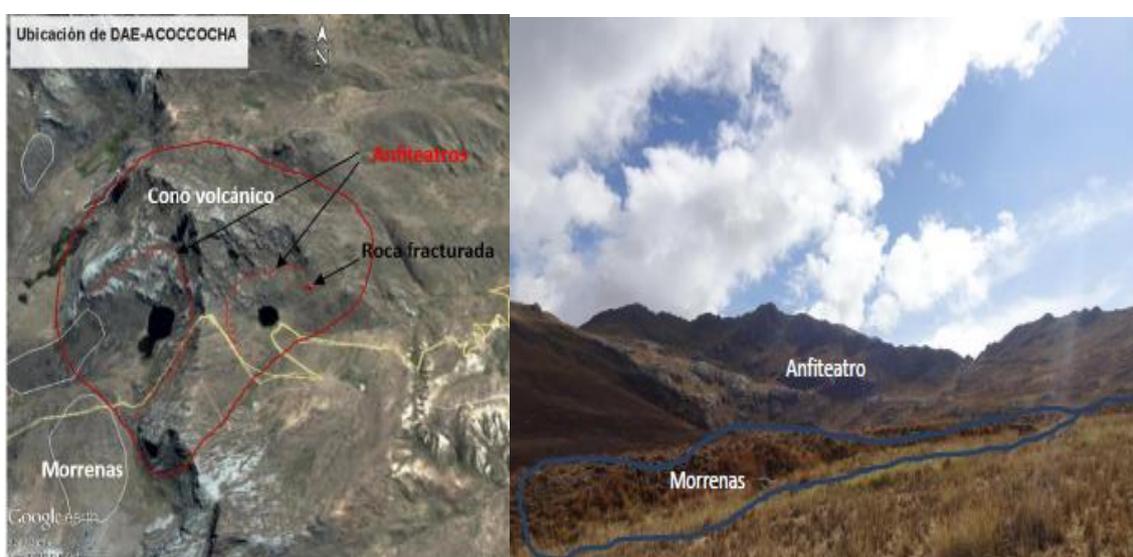


Figura 05: Anfiteatros identificados en el área de estudio que corresponden a las zonas de generación de las avalanchas de escombros, así mismo, a inmediaciones de los anfiteatros se han identificado depósitos de morrenas conformada por fragmentos angulares de diversos diámetros envueltos en matriz areno arcillosa cubiertos por material coluvial (Depósitos recientes)

A 6 km aproximadamente de la laguna Acoccocha se evidencia el DAE cubierto por depósitos coluviales y rocas andesíticas, los bloques se encuentran fragmentados en matriz arenolimsa medianamente compacta de color de color gris blanquecino, los clastos se encuentran muy alterados y oxidados. La composición petrográfica corresponde a andesitas porfiríticas alteradas, evidencia de un depósito de avalancha de escombros en facie mixta (bloques y matriz). Foto 05. Así mismo, se ha identificado DAE en facie de bloques conformado por mega clastos fracturados en rompecabeza con escasa matriz arenoarcillosa. Foto 06.



Foto 05: Depósitos de avalancha de escombros de facie mixta, los diámetros de los clastos varían de 5 a 30 cm, envueltos en matriz areno arcillosa.



Foto 06: Depósitos de avalanchas de escombros en facie de bloques que están conformados por mega clastos (0.80 m) de composición andesítica meteorizados y fracturados en forma de rompecabeza, presentan matriz areno arcillosa.

A inmediaciones del Poblado de Llaclín se ha reconocido evidencias de DAE, que sobreyacen a rocas intrusivas tipo sienogranito del complejo San Jerónimo, así mismo, los DAE cubren a flujos piroclásticos e ignimbritas pertenecientes a la Formación La Zorra, Chert, tufo con lutitas (Formación Cochapunta), flujos de lava y piroclastos (Formación Pararin) que datan del Cretáceo (~ 60 millones de años)

Los DAE están conformados por fragmentos de rocas subangulosos a subredondeados en matriz tufácea (arena arcillosa limosa) color blanquecino rosáceo, de compacidad media a baja, el depósito cubre un área aproximada de 50 km<sup>2</sup>. siendo este el depósito de avalancha de mayor área en la zona de estudio. Figura 04

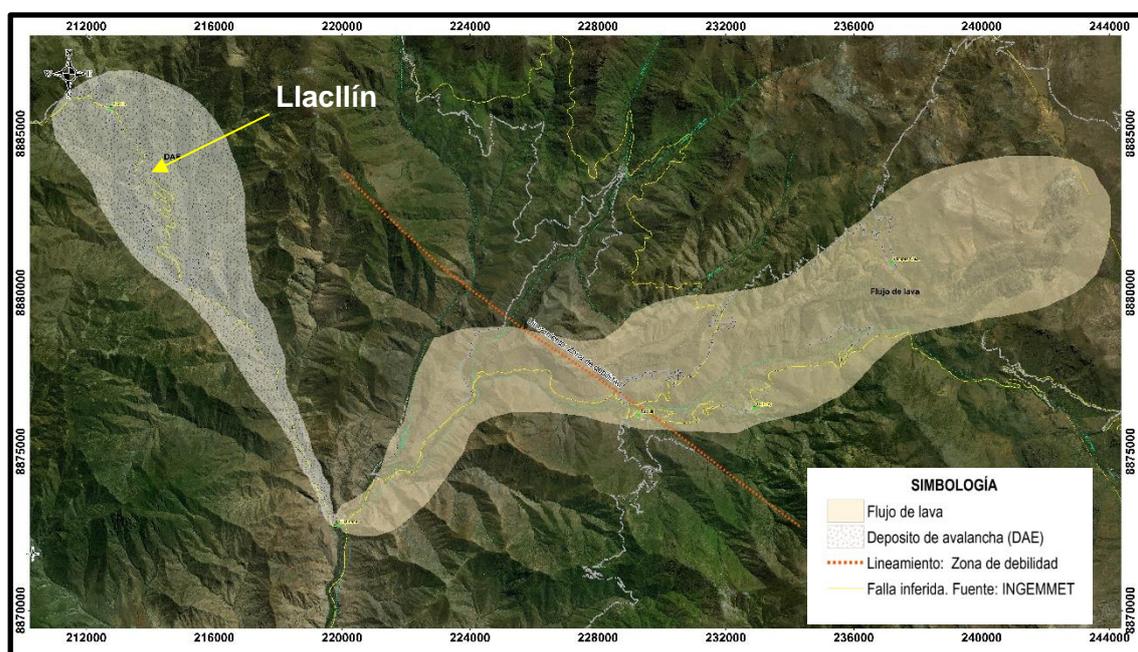


Figura 04: Mapa Geodinámico del área de estudio en Recuay

### Flujo de Lava/piroclastos:

Un flujo piroclástico es una mezcla fluidizada de fragmentos sólidos a semisólidos y gases calientes y expansivos que fluyen por el flanco de un edificio volcánico. Estas increíbles características son emulsiones más pesadas que el aire que se mueven como una avalancha de nieve, excepto que son ferozmente calientes, contienen gases tóxicos y se mueven a velocidades fenomenales de fuerza de huracán, a menudo a más de 100 km/hora. Son el más mortal de todos los fenómenos volcánicos. Figura 05.

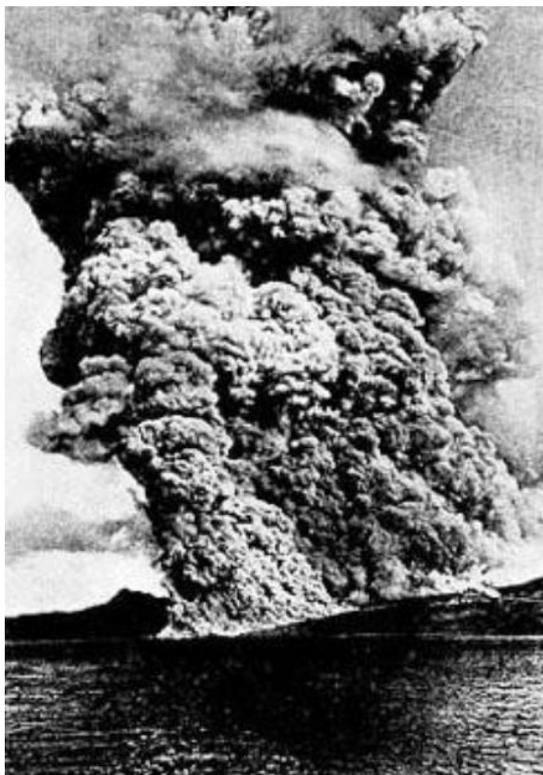


Figura 05. Flujos piroclásticos en el Monte Pelée, Martinica (1902)

En el sector Pampa Chico, Cajacay, Raquia hasta Chamana se ha identificado depósitos de flujos de material piroclástico que probablemente se originó por una erupción ocurrida en el Mioceno (~ 5 millones de años) y que tuvo origen en zonas aledañas a Pampas Chico a 4500 m.s.n.m que se desarrolló pendiente abajo en un recorrido aproximado de 25 km a modo de flujo de lodo, siendo rocas representativas las tobas, cenizas y aglomerados con fragmentos de rocas, el conjunto de estas reciben el nombre de Formación Fortaleza (N-f). Figura 06.

Sobre este tipo de depósito se asientan los poblados de Cajacay, Raquia, Chamana.





Figura 08: Flujos piroclásticos depositados en Chaucayán, con coordenadas UTM: E 219311 y N 8874228

## **5. CONCLUSIONES**

El origen de los depósitos de avalanchas de escombros están relacionados a eventos tectónicos del Plioceno Superior, post-vulcanismo, es decir, se generaron por el colapso de los conos volcánicos del Grupo Calipuy, alimentados por pulsaciones magmáticas ocurridas en diferentes episodios del periodo Mioceno-Plioceno, desestabilizó los conos volcánico por crecimiento y sobre presurización y finalmente por movimientos corticales y movimientos ocasionados por la falla de la Cordillera Blanca ocurrida en el Plioceno Superior y por la Orogenia Andina (fase Quechua), terminaron por colapsar obteniendo los depósitos DAE, la zona presenta fallamientos cercanos a los conos volcánicos.

Los DAE están conformados por bloques, fragmentos de rocas subangulosos a subredondeados con matriz limo arcillosa arenosa y los flujos piroclástico están conformados por tufos volcánicos, cenizas e ignimbritas, sobre estos depósitos se han asentado poblados cuyo número de habitantes es de aproximadamente 15,000, donde desarrollan actividades agropecuarias como fuente de ingreso económico principal, dichas zonas son susceptibles a movimientos en masa tipo deslizamientos, reptaciones y flujos, por el material que los conforman, la ocurrencia de estos movimientos en masa afectan la seguridad física de los poblados y zonas de sembrío, causando pérdidas económicas relevantes para los poblados alto andinos en las provincias de Recuay y Bolognesi.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), octubre 2018, Ancash resultados definitivos, Tomo I.

Ramos., Y, Gómez., J (2018) Informe de avance de cartografiado de depósitos de avalanchas de escombros en las localidades de Acoccocha, Cashacancha y Pachacoto, Distrito de Catac, provincia de Recuay, región Ancash, Perú.

Perfil agropecuario de Ancash, INEI 1996

<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0230/ANCA4-21.htm>

Cobbing., J, Sánchez., A, Martínez., W, Zárate., H, noviembre 1996 - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca Hojas 20-h, 20 i, 20 j, 21-i, 21-j.

Myers., J, setiembre 1980 - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), - Boletín N 33 Serie A Carta Geológica Nacional- Geología de los cuadrángulos de Huarmey y Huayllapampa Hojas 21-g y 21-h

Bernard, B. (2009)-Distinguishing volcanic debris avalanche deposits from their reworked products: the Perrier sequence (French Massif Central). BII. Volcanology. - Gamonal, A., Gómez, J., Sánchez, J. & Macías, J. (2014)- Evidencias de depósitos de avalanchas de escombros en el Complejo Volcánico Sillapaca, región Puno, Perú. IGP.

- Klinck, B.A., Ellison, R.A., Hawkins, M.P., Palacios, O., De la Cruz, J.S., De la Cruz, N.S Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca. Sur del Perú. INGEMMET. Bol.42. Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 42, 253 p.

-Macharé, J. y otros (2008)- Síntesis Descriptiva del Mapa Neotectónico 2008. INGEMMET, Lima, Perú 2009.

Sánchez, A. y otros. (1996)-Geología de los Cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca, hojas: 20h, 20i, 20j, 21i, 21j, INGEMMET, Lima, Perú.

Schwartz, D. P., 1988. Geology and seismic hazard: moving into the 1990s. Proceedings, Earthquake Engineering and Soil Dynamics II: Recent Advances in Ground Motion Evaluation, Geotechnical Special Publication 20, ASCE, New York, pp. 1-42.

Sebrier M y otros. (1999)- Neotectónica de Ancash, Zona de Fallas de la Cordillera Blanca. INGEMMET, Lima-Perú.

Ui, et al., (2000) - Debris Avalanches, en sigurdsson, H. (ed.) Encyclopedia of volcanoes Academic Press, 617-626.

Ui et al., y otros. (1983)-Colapso de Flancos volcánicos. VolcanicDebris-Flow Avalanches.

-Zavala C., B. (2009)-Riesgos Geológicos en la Región Ancash. Boletín N°38 serie C, INGEMMET, Lima-Perú.