

MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR SISMOS EN LA REGIÓN ANCASH: TIPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Bilberto Zavala C., Lionel Fidel S. & Patricio Valderrama M.

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMMET, Lima, Perú. Email: bzavalaingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

La región Ancash está ubicada en la zona central y occidental del territorio Peruano, entre el Océano Pacífico al oeste y el río Marañón al este. En su sector andino se encuentran las Cordilleras Blanca y Negra que dan origen al Callejón de Huaylas, donde resalta la Cordillera Blanca, la cordillera tropical más alta del mundo, con nevados que superan los 6000 msnm, y poblaciones importantes adyacentes al río Santa. En la vertiente oriental de la Cordillera Blanca se extiende la zona del denominado Callejón de Conchucos, terrenos altamente accidentados que descienden hacia el río Marañón, con presencia de importantes poblaciones.

Las estadísticas sobre desastres en Perú causados por movimientos en masa (MM), muestran que en Ancash han ocurrido la mayor cantidad de “aluviones”. La Cordillera Blanca fue origen de los aluviones de 1941 (4000 muertes en Huaráz), 1945 (400 muertes en Chavín de Huántar), Ranrahirca en 1962 (3000 muertos), y el de 1970 en Yungay y Ranrahirca con 5000 muertos, así como la destrucción de más de 20 000 viviendas en Yungay (Evans et.al., 2007). En el Callejón de Conchucos numerosos centros poblados son afectados constantemente por movimientos en masa. Algunos de sus poblados se encuentran sobre antiguos depósitos de estos, siendo más vulnerables ante eventos sísmicos, por la misma naturaleza de los depósitos.

En ambos sectores, los factores detonantes estuvieron asociados a sismos ocurridos en el siglo pasado, como los ocurridos en 1946 (Provincias de Pallasca y Pomabamba de intensidad local entre VII y IX), en 1963 (Cordillera Negra de Intensidad V-VI MM), y el de 1970 que sacudió con gran intensidad la región del Callejón de Huaylas y la Cordillera Blanca donde se alcanzaron intensidades locales de VII-VIII y hasta grado IX en la zona costera de Casma y Chimbote (Silgado, 1978). Estos detonaron una serie de MM. La cartografía geodinámica, evidencia algunos depósitos de MM de estos eventos históricos. Sin embargo, otros depósitos cuyas características morfológicas, dimensiones y otros aspectos (litología, actividad neotectónica cercana, cobertura glaciaria, etc.), hacen presumir la ocurrencia de eventos sísmicos prehistóricos, como factores detonantes.

Uno de los factores que inducen a estos procesos geodinámicos son la presencia de fallas activas en la región: la falla de la Cordillera Blanca y la falla de Quiches. Algunos de los trabajos efectuados, post-sismo, reportaron la ocurrencia de MM detonados por estos. Entre estos destacan los efectuados por Wilson (1946), Heim (1949), Salazar (1963), Perales (1972). Así como el resumen de eventos de aluviones y/o avalanchas asociadas a la dinámica glaciaria de la Cordillera Blanca entre 1702 y 1997 (Zapata, 2002). Un último trabajo, referente al sismo de 1970, documenta principalmente el aluvión de Yungay (Evans et.al., 2007), sin mencionar a otros eventos simultáneos de menor extensión que se originaron tanto en el valle del Santa y quebradas afluentes, Callejón de Conchucos y Aija.

CARTOGRAFÍA Y METODOLOGÍA DE TRABAJOS

Una evaluación reciente sobre peligros geológicos en la región Ancash, ha sido efectuada por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). En ésta, se realizó el inventario y la cartografía de MM usando la Guía de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA:GCA, 2007). En el mapeo geomorfológico-geodinámico se diferencian procesos activos y antiguos, basados inicialmente en la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas a escala 1:50,000 y comprobados con trabajos de campo efectuados los años 2005 y 2006 (Zavala et.al., 2007).

En el inventario de MM se detalla la tipología del evento, dimensiones de las escarpas de remoción, así como el área y volumen de depósitos acumulados. También se describen los factores condicionantes y detonantes, y se estima su edad basada, en sus características geomorfológicas (drenaje, topografía de escarpa y depósitos, cobertura vegetal).

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS Y GEODINÁMICAS DE LA REGIÓN

Morfoestructuralmente la región presenta al oeste una Planicie Costanera, Cordillera Occidental disectada por valles fluviales y quebradas de régimen estacional. Al centro sobresale el Callejón de Huaylas, ubicado entre las Cordilleras Negra y Blanca, altiplanicies y extensas áreas de depósitos glaciofluviales y morrenas. En el sector oriental destaca el Callejón de Conchucos, con valles que descienden por montañas estructuralmente plegadas hacia el río Marañón.

En función de la altura, relieve y pendiente del terreno se diferencian unidades de montañas, colinas y lomadas, piedemontes y planicies. Los relieves montañosos ocupan un 74 % del área, diferenciando laderas de moderada pendiente (26%), estructurales (25%), con fuerte pendiente (20%), con acumulación de hielo (2%) y con deglaciación reciente (1%). Las colinas y lomadas ocupan un 9% del área, sobresaliendo las lomadas (8%) y morrenas (1%). Los depósitos de piedemonte ocupan un 9% entre abanicos aluviales (3%), detritos glaciofluviales (3%) y depósitos de deslizamientos (1%). Las planicies ocupan un 10%, con una superficie eólica (4%), lagunas y valles glaciares (2%), terrazas y fondo de valles (2%), entre otras.

Litológicamente afloran en la región rocas intrusivas (34%), que ocupan el lado occidental y central; depósitos inconsolidados (23%), distribuidos en los valles, laderas y planicies costaneras; rocas sedimentarias (19%), en el lado central y oriental de la región; rocas volcánico-sedimentarias (12%), volcánicas (8%), en la Cordillera Negra, y escasos afloramientos de rocas metamórficas del Complejo Marañón (4%), en el lado oriental. La actividad neotectónica se manifiesta por dos fallas activas: la falla de la Cordillera Blanca en el sector central, y la falla de Quiches en el lado noreste de la región (Macharé et.al., 1991).

Datos macrosísmicos reportados por Silgado (1976), indican que la región ha sido afectada por un gran número de sismos con intensidades que oscilaron entre VI y X (Mercalli Modificada), siendo los más importantes los que ocurrieron frente a la costa de Chimbote y Casma y en la parte continental en los años 1725, 1946, 1948, 1956, 1963, 1970 y 1971.

En comparación a otras áreas del país, debido a la complejidad geológico-geomorfológica, sismicidad y clima (lluvias normales y excepcionales durante el Fenómeno El Niño), la región presenta una alta recurrencia de MM. En el período histórico se tiene recurrencia de avalanchas de rocas - flujos de detritos ("aluviones") en los valles glaciares de montaña, deslizamientos, flujos de detritos ("huaycos"), y movimientos complejos en sus vertientes. Inundaciones y huaycos excepcionales caracterizan los valles costeros en presencia de El Niño. El inventario de MM realizado en la región indica la presencia de flujos de detritos, avalanchas de rocas (AR) y de detritos (31%); caída de rocas y derrumbes (28%); deslizamientos rotacionales y traslacionales (28%); movimientos complejos (10%) que incluyen: deslizamiento-flujos, derrumbe-flujos, avalanchas de rocas-flujos de detritos ("aluviones"); reptaciones (3%), y vuelcos (0,3%). El gran número de MM pre-históricos identificados, así como procesos de deglaciación en las Cordilleras Blanca, Huayhuash, Negra y Pelagatos, corroboran la intensa actividad geodinámica en el pasado reciente. La ocupación del hombre y el crecimiento de las ciudades en los valles, laderas, conos de deyección, o depósitos de piedemonte, aumentan la vulnerabilidad de éstas ante nuevos eventos.

MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR SISMOS

Los terremotos son una de las mayores causas de MM. Keefer (1984), señala, en relación a la magnitud del sismo, que las caídas y deslizamientos de rocas son disparados con magnitudes locales de 4.0 M_l y las avalanchas con magnitudes locales de 6.0 M_l . En función de la intensidad sísmica, otros autores concluyen que la intensidad mínima para generar caídas es VI; para deslizamientos, desplazamientos laterales y flujos VII, siendo la intensidad más baja para cualquier MM IV. Por tanto, los parámetros más usados en estas relaciones son la magnitud e intensidad.

Históricamente, la región ha soportado sismos importantes con epicentros dentro del área de influencia, donde se reportaron derrumbes, deslizamientos así como aludes y avalanchas de rocas. En el trabajo de Silgado (1978), en el sismo de **1725** describe avalanchas de hielo y ruptura de lagunas que destruyeron la ciudad de Huaráz, y murieron 1500 personas. En **1946** se reportan 1396 muertes, incluyendo los sectores limítrofes con La Libertad y Huánuco (Wilson, 1946). También describe los sismos en 1956 y 1963 en la Cordillera Negra, y detalla el sismo de 1970. Sismos más recientes con influencia sobre la región son los de Moyabamba y Yurimaguas (1990, 1991), o el ocurrido el 2005 en Lamas, donde se generaron algunos derrumbes que afectaron la carretera entre Sihuas y Huacrachuco. De estos sismos, el más destructor fue el de 1970. En el mapa de distribución de máximas intensidades para Perú, Ancash alcanza valores de VI a IX MM, y según la zonificación sísmica del Perú, el área se encuentra de una zona de sismicidad alta (Silgado., 1978).

Trabajos puntuales con observaciones geológicas y evaluación de daños producidos por sismos en el país son pocos. Se puede mencionar entre estos estudios las observaciones geológicas realizadas por Heim (1949), sobre el terremoto de Ancash de noviembre de 1946, donde menciona grandes eventos de deslizamiento de tierras en las zonas de Pelagatos, Quiches, Sihuas, río Pampas. Morales (1963), tras el sismo del 24 de septiembre de 1962 en las Cordilleras Blanca y Negra, reporta desprendimiento de rocas en la carretera Pativilca-Huaráz y algunos aludes o avalanchas en la cordillera Blanca, que fueron observados en las alturas de Marcará, Huaráz, Carhuáz, quebrada Uta y Yungay.

Respecto al sismo de 1970, Zapata (2002), hace un resumen de los procesos geodinámicos de origen glaciar asociados a éste. Refiere además del “aluvión de Yungay”, la ocurrencia de numerosas avalanchas en diferentes puntos de la Cordillera Blanca y Huayhuash. Destaca las avalanchas producidas en el pico norte del Huascarán, en la pared norte hacia la laguna de Llanganuco, las cuales represaron la laguna superior, originando una ola de agua de 8,5 m y reportando 14 muertos. Describe el alud en la pared norte del nevado Artesonraju y caída de rocas en la quebrada Santa Cruz. Hacia la vertiente oriental de la Cordillera Blanca, también menciona avalanchas de hielo del nevado Contrahierbas sobre la laguna Yanaraju, originando un pequeño flujo sobre la quebrada Potaca y una avalancha en el nevado Hualcán sobre la laguna Librón, recorriendo por la quebrada Huichajanca. Más recientemente, Evans et.al. (2007), hace una revisión del principal MM generado por el sismo de 1970. Describe su origen, características del flujo, volumen, etc., y es reevaluado en función a la peligrosidad que representa el hecho de haber sido reocupada el área del depósito del MM de 1970.

TIPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR SISMOS EN LA REGIÓN ANCASH

Basados en las características geomorfológicas de los depósitos de MM, la influencia de la actividad neotectónica y la edad, se agrupó éstos en tres tipos de MM: pre-históricos, 1946 y 1970. La distribución de estos se asocian a sus características litológicas y morfológicas. Su ubicación y tipología se describen a continuación. En la figura N° 1 se muestra su distribución.

EVENTOS PRE-HISTÓRICOS

En muchos MM antiguos cartografiados, sus características geomorfológicas nos indican una edad pre-histórica en su generación; y por sus dimensiones y otros aspectos morfológicos, se asociarían a eventos sísmicos. Entre éstos se encuentran algunos eventos en la cuenca superior del río Vizcarra, entre mina Huanzála y el poblado de Huallanca, distribuidos en ambos márgenes del valle. Aquí se han reconocido AR en los cerros Llaguer Pata, Chucho (margen izquierda), dos derrumbes-flujos en el cerro Santa Cruz, Runta Cuerno y, un deslizamiento en el cerro Ventanilla (margen derecha); éste último originó la formación de la laguna Contaycocha. En todos estos MM se generaron cierres de valle con grandes volúmenes de remoción de rocas sedimentarias clásticas, con intercalaciones de areniscas y lutitas plegadas y muy fracturadas. Las escarpas de movimiento son del orden de 200 a 1000 m de longitud y los volúmenes removidos están entre 0,9 y 2,6 Km³. En el río San José, afluente del río Vizcarra, se ha observado una AR que originó un cierre de valle aguas arriba de la hacienda Huayras.

En la vertiente oriental de la Cordillera Blanca ocurrieron MM detonados por sismos en las quebradas Vesubio y Potaca (AR de Secsipunco y AR de Jatopampa, respectivamente); entre San Luis y Yanama (AR de Alpbamba); cerro Relus (AR que originó la laguna Purhuay); dos AR en la quebrada Callota

(entre Socosbamba y Llama); derrumbes y AR en la cabecera de la quebrada Colpa (Sihuas), y en la quebrada Chancasa (Sanachgan). Otros ejemplos de MM se tienen en Jajapuquí, cerros Ichic San Juan y Torrejirca (entre Pomabamba y Sicsibamba), en Potreropampa y Machi, así como las AR que originaron las lagunas Muyuc Grande y Pelagatos (Conchucos). En la vertiente occidental de la Cordillera Blanca, se localizaron grandes deslizamientos y avalanchas de rocas-flujo de detritos. Las avalanchas-flujo de detritos han generado grandes abanicos, cierres y modificaciones del curso del río Santa, sobre los cuales se asientan las ciudades de Caráz, Yungay, Carhuáz, Marcará y Huaráz. Estos MM podrían estar relacionados a reactivaciones de la falla activa de la Cordillera Blanca. El depósito de un antiguo “aluvión” reconocido y localizado frente a Yungay, en el poblado de Matacoto, muestran una altura de *run up* muy superior al flujo de 1970. En la Cordillera Negra se observan pocos ejemplos de MM, donde destacan el deslizamiento de Mashacocha (sur de Catac) y el derrumbe del cerro Colquec (Aija).

EL SISMO DE 1946

El terremoto de Ancash del 10 de noviembre de 1946, afectó las provincias de Pallasca y Pomabamba y alcanzó una intensidad máxima de X-XI en la escala Mercalli Modificada entre el nevado de Pelagatos y los poblados de Mayas y Quiches. Eventos típicos de avalanchas y deslizamientos de rocas se presentaron entre Sihuas y Quiches, en la quebrada Pelagatos, Suytucocha, Llama, San Miguel, con importantes represamientos de valle. El substrato asociado a estos depósitos de remoción es generalmente calcáreo. Destacan las avalanchas de roca del cerro Buenavista, que represó el río Llama-Actuy, cuya posterior ruptura un mes después generó estragos aguas abajo. También se tiene la AR del cerro Peñacocha (Suytucocha, Mayas), además de un deslizamiento menor en la cabecera de la quebrada Suytucocha. Deslizamientos cerca al poblado de Quiches se dieron en el sector de Condorcerro (cerro Escalón y Huaychihuaco, donde Heim (1949) estimó 5 millones de m³), y en el cerro Ishcaycruz. En la quebrada Pelagatos, se originaron derrumbes en ambos márgenes, como del cerro Novillo y Berlín, formando una pequeña laguna aguas abajo de la laguna Pelagatos. Algunos otros depósitos de MM inventariados, en función de sus características morfológicas se asociarían a este evento sísmico, como la AR en el cerro Uctucocha que represó la quebrada Santa Rosa de Huissha (Conchucos), la AR en el cerro Cuartel Jirca (Sihuas), y el deslizamiento de Cruzjirca en la carretera entre Yauya y San Felipe.

EL SISMO DE 1970

Este evento sísmico causó intensidades de hasta VIII Mercalli Modificada en la costa y grado VII-VIII en el Callejón de Huaylas. Durante el sismo de 1970, el evento principal fue el desprendimiento de la cornisa norte del nevado Huascarán. Este evento, conocido como “aluvión de Yungay”, removió una masa de 6,5 millones de m³ (Evans et al., 2007). Paralelamente a este gran MM, sucedieron en varios sectores de la región algunos eventos como los ocurridos en el valle de Aija, cerro Mellizos, en donde un deslizamiento traslacional planar, originó un represamiento del río del mismo nombre (Zavala & Valderrama, 2007). En el valle del río Santa se reactivó el deslizamiento de Huancapampa, deslizamiento de tipo rotacional que represó temporalmente el río Santa, originando la inundación del poblado de Recuay. En la Cordillera Blanca se reportaron las avalanchas de detritos ocurridos en la laguna de Llanganuco. Como consecuencia de este sismo, se generaron agrietamientos en el sector de Pompey, el cual años después originó un deslizamiento de gran dimensión.

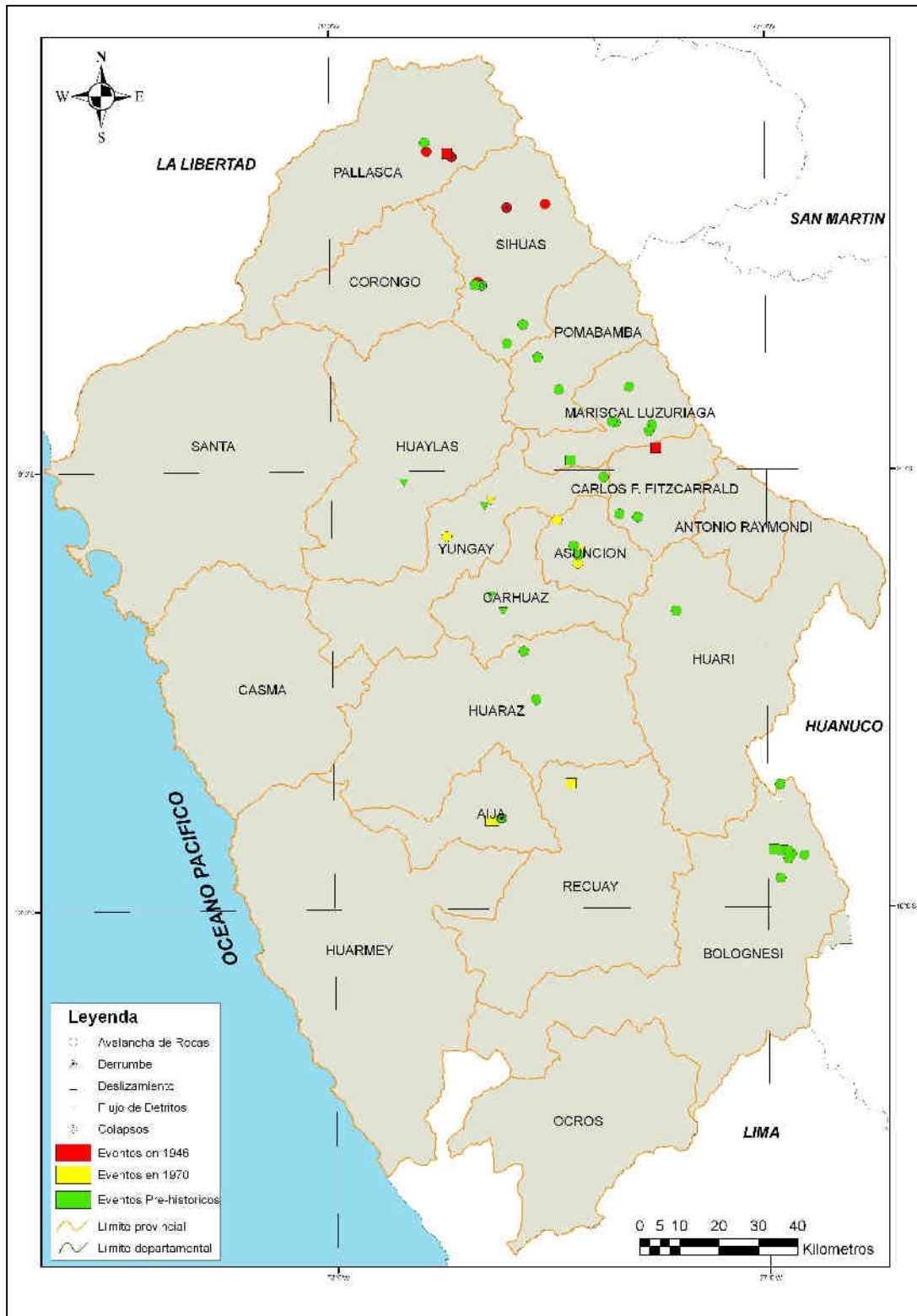


Figura N° 1 Distribución y tipos de movimientos en masa detonados por sismos en la región Ancash.

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES FINALES

La probable recurrencia de eventos sísmicos, con fuente oceánica o continental, ha originado grandes movimientos en masa en la región Ancash, así como grandes desastres. En el período histórico como pre-histórico la actividad neotectónica (como las fallas de Quiches y Cordillera Blanca), ha influenciado la generación de éstos. Muchos depósitos de MM sobre los cuales se asientan algunas poblaciones del Callejón de Huaylas, estarían relacionados a reactivaciones de la falla de la Cordillera Blanca en el pasado geológico reciente.

La tipología de MM detonados por sismos se asocia principalmente a avalanchas de rocas, deslizamientos y avalanchas-flujos de detritos (aluviones). Estos generaron morfológicamente represamientos de valles fluviales o glaciares, formación de lagunas y grandes conos de deyección.

Las intensidades para los sismos de 1946 y 1970 se estimaron en IX-X y VII-VIII, respectivamente. En el último caso, la distancia al epicentro fue de 130 Km, por tratarse de un sismo de origen oceánico.

BIBLIOGRAFÍA

- Evans, S., Fidel, L. & Zegarra, J. 2007. Los movimientos en masa de 1962 y 1970 en el Nevado de Huascarán, valle del río Santa, Cordillera Blanca, Perú. Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas. PMA-GCA. p. 386-404.
- Heim, A. 1949. Observaciones geológicas del terremoto en la región de Ancash de noviembre de 1946. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, volumen Jubilar XXV aniversario, parte II fasc. 6, p 1-29.
- Keefer, D. K. 1994. Landslides Caused by Earthquakes: Geological Society of America. Bulletin, v.95, april 1984. p. 406 – 421.
- Macharé J., Leureyro J. y Sebrier M. 1991. Actualización del Mapa Neotectónico del Perú a escala 1: 2 000 000. VII Congreso Peruano de Geología. Lima, Perú.
- Perales F., Pérez G. Y Taype V. 1972. Apreciaciones Geológicas en el Área Afectada por el Sismo del 14 de Octubre de 1971. Servicio de Geología y Minería, Ministerio de Energía y Minas.
- PMA:GCA - 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, p. 432, un CD-ROM.
- Salazar, H. 1963. Observaciones Geológicas y daños ocasionados en Malvas y otros pueblos por el sismo de septiembre de 1963. Compilación de Estudios Geológicos, Boletín INGEMMET N° 13, p. 96-110.
- Silgado E. 1978. Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974), Boletín N°3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Instituto de Geología y Minería. Lima, Perú.
- Wilson, J. 1946. El terremoto de Ancash, el 10 de Noviembre de 1946. Sociedad Geográfica de Lima, Boletín t.XLIII, 3er y 4to, p. 336-340.
- Zapata, M. 2002. La dinámica glaciar en las lagunas de la Cordillera Blanca. Acta Montana Geodynamics, N° 19 (123), praha, p. 37-59.
- Zavala B, & Valderrama, P. 2007. Landslides and landslides dams of great dimension in Ancash Region. 2nd Alexander von Humboldt International Conference, Lima, Peru p.33
- Zavala B, & Valderrama, P. & Fidel, L. 2007. Riesgo Geológico en la Región Ancash. Informe técnico, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET.