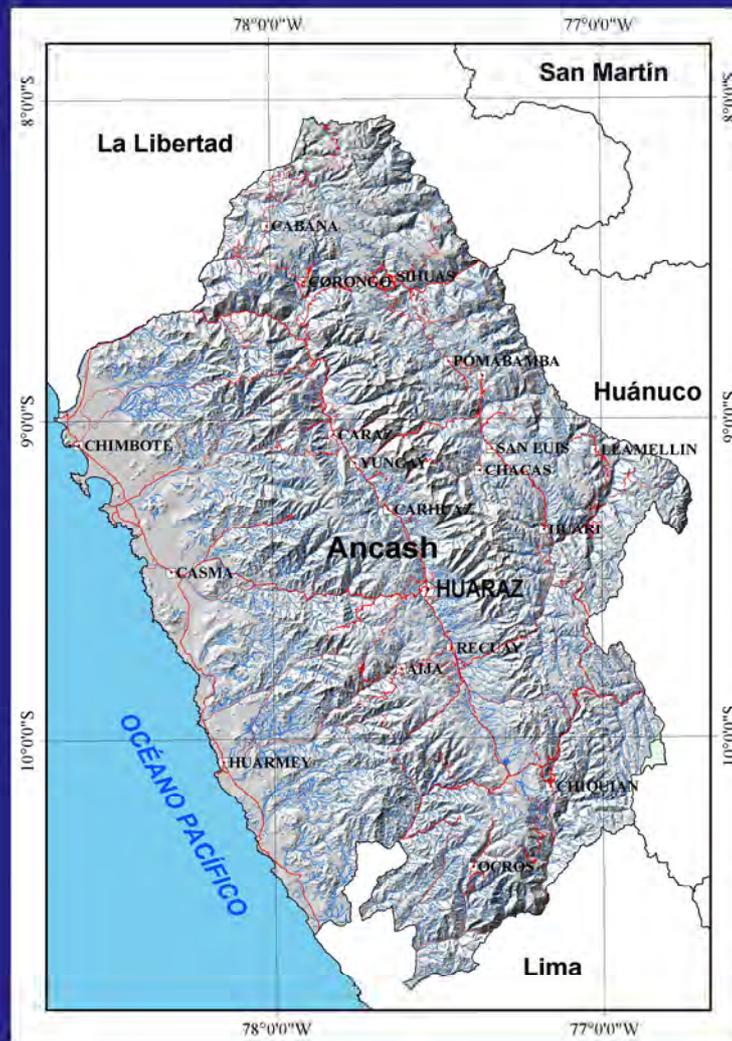


Riesgos Geológicos en la Región Ancash

Boletín N° 38 Serie C

Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

Bilberto Zavala Carrión
Patricio Valderrama Murillo
Walter Pari Pinto

Griselda Luque Poma
Roxana Barrantes Huamán



Dirección de Geología Ambiental
y Riesgo Geológico

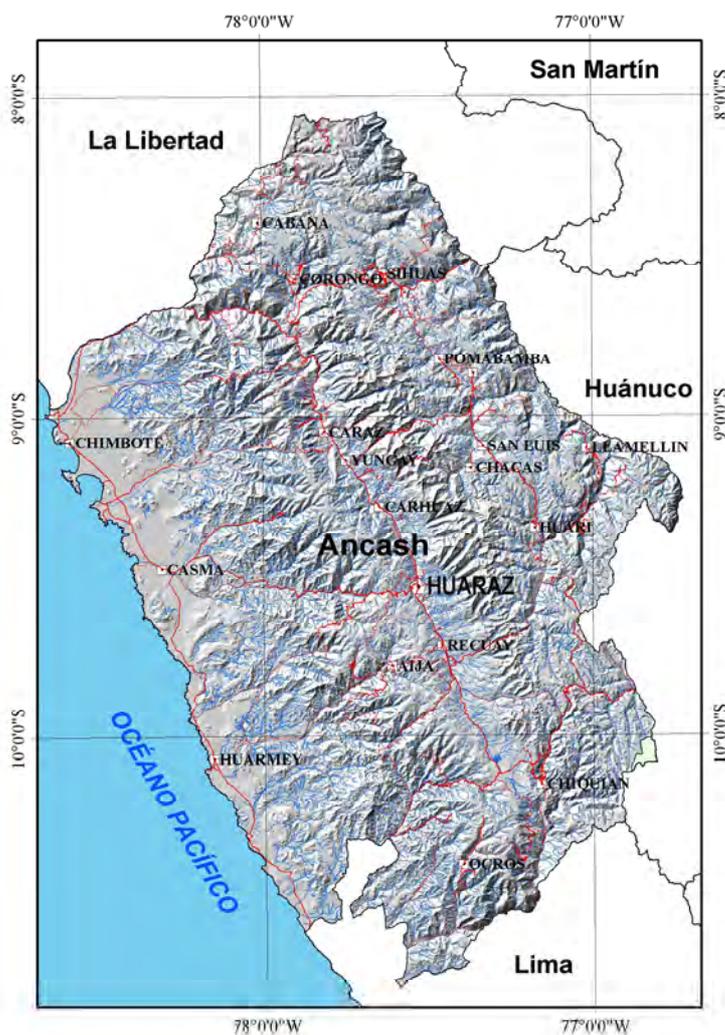
Institución Geológica y Minera al Servicio del País

Lima-Perú
2009

Riesgos Geológicos en la Región Ancash

Boletín N° 38 Serie C

Geodinámica e Ingeniería Geológica



Bilberto Zavala Carrión

Patricio Valderrama Murillo

Walter Pari Pinto

Por:

Griselda Luque Poma

Roxana Barrantes H.



Dirección de Geología Ambiental
y Riesgo Geológico

Institución Geológica y Minera al Servicio del País

Lima-Perú

2009

GEODINÁMICA E INGENIERÍA GEOLÓGICA
N° 38, Serie C, 2009

Hecho el Depósito Legal N° 2009-16477
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
(INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú
Primera Edición, INGENMET 2009
Se terminó de imprimir el 31 de diciembre del año 2009 en los
talleres de INGENMET

© INGENMET

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Walter Casquino Rey
Secretario General: Juan Retamozo Belsuzarri

Comité Editor: Lionel Fídel, Humberto Chirif, Víctor Carlotto,
Yorri Carrasco

Unidad encargada de la edición: Unidad de Relaciones
Institucionales.

Corrección Geocientífica: Lionel Fídel
Digitalización y SIG: Samuel Lu
Revisión científica: Ricardo Aniya
Corrección gramatical y de estilo: Glenda Escajadillo
Diagramación: Zoila Solis

Referencia bibliográfica

Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R. (2009) -
Riesgos geológicos en la región Ancash. INGENMET, Boletín, Serie C:
Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280 p.

18 mapas.

Portada: Área geográfica cubierta por el estudio

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas

Mapa 1	Isoyetas de precipitación acumuladas en el periodo lluvioso (septiembre-mayo)
Mapa 2	Isoyetas de precipitación durante el Fenómeno de El Niño 1997-1998
Mapa 3	Cobertura vegetal y uso de suelo
Mapa 4	Hidrogeológico
Mapa 5	Geomorfológico
Mapa 6	Pendientes
Mapa 7	Litológico-estructural
Mapa 8	Inventario de peligros geológicos
Mapa 9	Distribución de isoaceleraciones sísmicas para un 10% de excedencia en 30 años
Mapa 10	Distribución de isoaceleraciones sísmicas para un 10% de excedencia en 50 años
Mapa 11	Distribución de isoaceleraciones sísmicas para un 10% de excedencia en 100 años
Mapa 12	Susceptibilidad a los movimientos en masa
Mapa 13	Susceptibilidad a las inundaciones y erosión fluvial
Mapa 14	Principales movimientos en masa detonados por lluvias excepcionales 1997-1998
Mapa 15	Principales movimientos en masa detonados por sismos
Mapa 16	Peligrosidad por movimientos en masa con lluvias normales
Mapa 17	Peligrosidad por movimientos en masa con presencia de El Niño
Mapa 18	Zonas críticas por peligros geológicos

Figuras

Figura 1	Ubicación del área de estudio.
Figura 2	Ocupación de culturas preincaicas en la región.
Figura 3	Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas de la ciudad de Huaraz, periodo 1973-2004.
Figura 4	Temperaturas promedio anuales de la ciudad de Huaraz, periodo 1973-2004.
Figura 5	Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chimbote, periodo 1964-2005.
Figura 6	Temperaturas promedio anuales de la ciudad de Chimbote, periodo 1964-2005.
Figura 7	Precipitación promedio acumulada de cinco estaciones en la región Ancash.
Figura 8	Precipitación acumulada para la ciudad de Chimbote.
Figura 9	Glaciares en la cordillera Blanca.
Figura 10	Información sobre peligros geológicos en la región Ancash antes de 1996.
Figura 11	Distribución de aluviones históricos ocurridos en la región Ancash
Figura 12	Líneas isosistas del terremoto de Ancash del 10 de noviembre de 1946.
Figura 13	Distribución de máximas intensidades sísmicas.

- Figura 14 Distribución de sismos con influencia en la región Ancash y sección sísmica SO-NE.
- Figura 15 Mapa de zonificación sísmica de Perú.
- Figura 16 Curva de peligro sísmico calculada para la ciudad de Huaraz.
- Figura 17 Área de inundación por tsunami en la localidad de Chimbote
- Figura 18 Ocurrencia de peligros geológicos en la región Ancash.
- Figura 19 Ocurrencia de eventos con grado de peligro alto en la región Ancash

Cuadros

- Cuadro 2.1 Ancash: coordenadas de ubicación territorial
- Cuadro 2.2 Ancash: población total, superficie y densidad poblacional por provincias
- Cuadro 2.3 Región Ancash: crecimiento poblacional según provincias
- Cuadro 2.4 Ancash: población según provincias en el 2003 y estimación al 2004
- Cuadro 2.5 Distritos de la región Ancash con mayores niveles de pobreza
- Cuadro 2.6 Ancash: establecimientos de salud por provincias en el año 2002
- Cuadro 2.7 Principales indicadores sociodemográficos y económicos en la región Ancash
- Cuadro 2.8 Región Ancash: longitud de la red vial por tipo de superficie de rodadura según sistema - año 2002
- Cuadro 2.9 Región Ancash: principales puertos, año 2002
- Cuadro 2.10 Región Ancash: principales aeropuertos
- Cuadro 2.11 Producción de principales minerales metálicos: región Ancash, año 2005 (contenido fino)
- Cuadro 2.12 Potencial minero metálico: región Ancash
- Cuadro 2.13 Empresas y unidades mineras de explotación en la región Ancash
- Cuadro 2.14 Ancash: acceso de los hogares a servicios básicos
- Cuadro 2.15 Propiedad de vivienda y servicios básicos
- Cuadro 2.15 Propiedad de vivienda y servicios básicos
- Cuadro 2.16 Materiales de construcción en las viviendas
- Cuadro 3.1 Estaciones meteorológicas y temperatura mínima absoluta de la región Ancash
- Cuadro 3.2 Climas en la región Ancash
- Cuadro 3.3 Uso actual del suelo y susceptibilidad a los movimientos en masa
- Cuadro 4.1 Información hídrica
- Cuadro 4.2 Distribución de glaciares en la región
- Cuadro 4.3 Inventario de lagunas en la región Ancash
- Cuadro 4.4 Características de las fuentes termales en la región Ancash
- Cuadro 4.5 Unidades hidrogeológicas y susceptibilidad
- Cuadro 5.1 Geomorfología y susceptibilidad
- Cuadro 5.2 Pendientes y geoformas principales
- Cuadro 5.3 Clasificación de pendientes y susceptibilidad
- Cuadro 6.1 Susceptibilidad de la litología a los movimientos en masa
- Cuadro 6.2 Litología y susceptibilidad

Cuadro 7.1	Datos macrosísmicos en la región Ancash
Cuadro 7.2	Clasificación del factor detonante (sismicidad)
Cuadro 7.3	Ciudades en la costa de la región Ancash que reportaron tsunamis originados en Perú y en otras regiones
Cuadro 7.4	Identificación de llanuras inundables
Cuadro 8.1	Ponderación de las Variables
Cuadro 8.2	
Cuadro 8.3	Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa
Cuadro 8.4	Ponderación de las variables
Cuadro 8.5	Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a las inundaciones
Cuadro 8.6	Pendientes y susceptibilidad a las inundaciones
Cuadro 8.7	Susceptibilidad a las inundaciones en la región Ancash
Cuadro 9.1	Factor detonante: precipitaciones acumulada en años normales y excepcionales (El Niño 1997-1998)
Cuadro 9.2	Factor detonante: sismicidad
Cuadro 9.3	Rangos de valores obtenidos
Cuadro 9.4	Zonación de la peligrosidad en la región Ancash con precipitaciones acumuladas en años normales
Cuadro 9.5	Zonación de la peligrosidad en la región Ancash con precipitaciones acumuladas durante el fenómeno de El Niño de 1997-1998
Cuadro 10.1	Localidades estudiadas con el programa ciudades sostenibles
Cuadro 10.2	Población de Chimbote, Huarmey y Huaraz en sectores críticos
Cuadro 10.3	Crecimiento de la población urbana y rural en Ancash
Cuadro 10.4	Barrios en la ciudad de Huaraz
Cuadro 10.5	Población de la ciudad de Huaraz (1961-2005)
Cuadro 10.6	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Antonio Raymondi
Cuadro 10.7	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincias de Asunción y Bolognesi
Cuadro 10.8	Zonas críticas por peligros geológicos en La provincia de Carlos F. Fitzcarrald
Cuadro 10.9	Zonas críticas por peligros geológicos en las provincia de Casma y Corongo
Cuadro 10.10	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huaylas
Cuadro 10.11	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huaraz
Cuadro 10.12	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huari
Cuadro 10.13	Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Huarmey y Mariscal Luzuriaga
Cuadro 10.14	Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Ocros y Pallasca
Cuadro 10.15	Zonas críticas por Peligros geológicos en las provincias de Pomabamba y Recuay
Cuadro 10.16	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Sihuas
Cuadro 10.17	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia Yungay

Anexos

Anexo 1.1 Principales áreas afectadas por aludes, caída de rocas, derrumbes y vuelcos

Anexo 1.2 Principales áreas afectadas por deslizamientos

Anexo 1.3 Principales áreas afectadas por flujos

Anexo 1.4 Principales áreas afectadas por movimientos complejos

Anexo 1.5 Principales áreas afectadas por reptación

Anexo 1.6 Principales áreas afectadas por erosión de laderas

Anexo 2 Datos macrosísmicos ocurridos en la región Ancash

Anexo 3.1 Principales áreas afectadas por inundaciones

Anexo 3.2 Principales áreas afectadas por erosión fluvial

Anexo 4 Cronología y relato histórico de desastres por movimientos en masa, sismos e inundaciones producidos en la Región.

Contenido

RESUMEN	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II	
MARCO GEOGRÁFICO	7
Griselda Luque P.	
CAPÍTULO III	
CONTEXTO CLIMÁTICO	21
Griselda Luque P.	
CAPÍTULO IV	
CONTEXTO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	37
Bilberto Zavala C. & Griselda Luque P.	
CAPÍTULO V	
CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO	45
Bilberto Zavala C. & Roxana Barrantes H.	
CAPÍTULO VI	
CONTEXTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL	61
Patricio Valderrama M., Griselda Luque P. & Bilberto Zavala C.	
CAPÍTULO VII	
EVALUACIÓN DE PELIGROS	67
Bilberto Zavala C., Patricio Valderrama M., Griselda Luque P., Roxana Barrantes H. & Walter Pari P.	
CAPÍTULO VIII	
SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS	115
Bilberto Zavala C.	
CAPÍTULO IX	
EVALUACIÓN DE LA AMENAZA O PELIGROSIDAD	123
Bilberto Zavala C. & Roxana Barrantes H.	
CAPÍTULO X	
VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN Y ZONAS CRÍTICAS	135
Bilberto Zavala C. & Patricio Valderrama M.	
CONCLUSIONES	189
BIBLIOGRAFÍA	193

ANEXOS	199
ANEXO 1 PRINCIPALES SECTORES AFECTADOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	201
ANEXO 2 DATOS MACROSÍSMICOS OCURRIDOS EN LA REGIÓN ANCASH	239
ANEXO 3 PRINCIPALES SECTORES AFECTADOS POR PELIGROS HIDROLÓGICOS	243
ANEXO 4 CRONOLOGÍA DE EVENTOS HISTÓRICOS DE PELIGROS QUE PRODUJERON DAÑOS EN LA REGIÓN ANCASH	251
ANEXO 5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN A NIVEL DE CUENCA, LADERA Y VALLE	265

RESUMEN

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 región andina se encuentran las Cordilleras Blanca y Negra que dan origen al «Callejón de Huaylas». La cordillera Blanca, cordillera tropical más alta del mundo, exhibe los picos más altos de Perú, la mayoría de los cuales superan los 6 000 msnm. Destacan hacia el Oeste siete valles o ríos principales en la vertiente pacífica que disectan el batolito andino y en la parte central el río Santa. Hacia la vertiente oriental de la cordillera Blanca se encuentra zona de los Conchudos, valles con terrenos muy accidentado que desciende hasta el río Marañón.

En la región dominan unidades de montañas, en menor proporción colinas y lomadas, piedemontes y planicies. Los afloramientos del substrato rocoso con mayor distribución son rocas intrusivas en el lado occidental y central de la región. Depósitos inconsolidados se distribuyen en valles fluviales y glaciares, laderas y planicies costaneras. Rocas sedimentarias componen en substrato del lado central y oriental, unidades volcánico-sedimentarias y volcánicas ocupan la cordillera occidental y escasas rocas metamórficas el lado oriental.

Estadísticas sobre desastres en el país, señalan que la mayor cantidad de «aluviones» han ocurrido en Ancash. En la Cordillera Blanca son recordados los aluviones del siglo pasado que tuvieron gran incidencia en la población; los ocurridos en 1941 (4 000 muertes en Huaráz), en 1945 (400 muertes en Chavín de Huántar), Ranrahirca en 1962 (3000 muertes), y el de 1970 en particular que causaron muchas muertes en diferentes provincias de la región (69 mil muertes y más de 140 mil heridos, y la destrucción de más de 2000 viviendas correspondieron a Yungay). Así también en el Callejón de Conchucos numerosos poblados rurales y capitales de provincia, son afectados por movimientos en masa. Asimismo eventos sísmicos que tuvieron gran repercusión fueron los de 1946 (Pallasca y Pomabamba de intensidad VII), en 1963 (Cordillera Negra de Intensidad V-VI), y el de 1970 en la Cordillera Blanca de gran intensidad.

La Base de datos sobre peligros geológicos elaborada por INGEMMET en 1996, principalmente bibliográfica y con escasa comprobación de campo, registra 321 ocurrencias de peligros

geológicos y geohidrológicos. Asimismo se revisó la información periodística reunida por PREDES, cuya base de datos señala la ocurrencia de 19 eventos desastrosos para el período 1900 – 1989, entre los que destacan inundaciones fluviales y huaycos. El antecedente inmediato a nuestra investigación es el Estudio de Riesgo Geológico en la Franja N° 4 (al sur de la Latitud 10°), que comprende parte del área de la región (FIDEL & ZEGARRA, 2004), y dio cuenta de 335 ocurrencias de peligros geológicos. Como resultado del inventario y cartografía de peligros en el presente estudio, que incluyó trabajo de campo con cartografía a escala 1:50,000, interpretación de fotografías aéreas de los años 1962, 1963, y algunos vuelos de 1980, e imágenes satelitales Landsat (INGEMMET, 2005), se identificaron 2129 ocurrencias de peligros.

La frecuencia de peligros en la región está relacionada con la complejidad geológico-geomorfológica, la presencia de cobertura de glaciares y lagunas, alta sismicidad y existencia de fallas geológicas activas, y la influencia de fuertes lluvias normales y excepcionales en presencia de El Niño que se dan en la región. Estas características están vinculadas especialmente a la ocurrencia de grandes movimientos en masa entre aluviones, deslizamientos, huaycos, avalanchas de rocas y movimientos complejos en las zonas de valles glaciares y fluviales. Las inundaciones y erosiones fluviales son más frecuentes en los valles costeros asociados a eventos de El Niño; también a sismos y tsunamis, en ese orden de recurrencia.

Se prepararon mapas temáticos para cada factor condicionante a los movimientos en masa y se ponderaron por separado: litología (40%), pendientes (20%), geomorfología (25%), hidrogeología (10%) y cobertura vegetal y uso de suelo (5 %). El mapa de susceptibilidad se elaboró utilizando el método de ponderación de factores (método heurístico, indirecto, cualitativo). El mapa final está dividido en zonas de igual susceptibilidad a los movimientos en masa están representadas en cinco categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta susceptibilidad. Paralelamente se analizó la susceptibilidad a las inundaciones, utilizándose como factores de análisis la geomorfología y pendiente, con 60 y 40% de peso para cada factor, respectivamente.

La zonificación de la peligrosidad a los movimientos en masa se analizó por separado, empleando como detonantes las aceleraciones sísmicas para un período de retorno de 50 años, combinando tanto con las lluvias acumuladas para años normales como para los años en presencia de El Niño; para estas últimas se tomó las lluvias alcanzadas el año 1997-98. La peligrosidad está representada en tres categorías: baja, media y alta peligrosidad a los movimientos en masa.

Más del 62 % de la población, se encuentra asentada en ciudades costeras (Chimbote, Casma y Huarney). En la sierra del callejón de Huaylas sobresalen Huaráz, Yungay, Caráz, Carhuáz y Recuay mientras que Chavín, San Marcos, Huarí, San Luis, Pomabamba y Sihuas, se ubican en el Callejón de Conchucos, así como Chiquián y Huallanca en el extremo sur. La vulnerabilidad se relaciona a la falta de planificación y ordenamiento del territorio rural, expansión urbana y uso adecuado del suelo (susceptible a peligros). Ciudades como Huaráz, Yungay, Caráz, Ranrahirca, Recuay-Ticapampa-Catac, Chimbote y Huarney con evaluaciones de vulnerabilidad física, elaborados por el Programa Nacional de Ciudades Sostenibles de INDECI, con aprobación de ordenanzas municipales para uso de suelo, no muestran avance significativo en una determinación adecuada de las medidas de prevención propuestas, así como una baja sensibilización de la población a los desastres.

Finalmente se determinaron 120 zonas críticas por peligros geológicos, tomando como información base la evaluación en campo

de las obras de ingeniería no lineales, centros poblados y zonas con presencia de peligros geológicos importantes, contrastándolas con los mapas de peligrosidad a los movimientos en masa.

Resaltan las áreas por provincias en los sectores de: Aczo, Chochi, Pariacancha, Barrio Santa Rosa, Quitapampa (Antonio Raimondi); quebradas Potaca, Coyo y Pompey (Asunción); Entre Huallanca y Mina Huanzalá, Mayorarca, Uranyacu, Gorgorillo, Pacllón, Cuspón, (Bolognesi); Yauya, San Luis-Garash-Uchucyacu-Capulí, (Carlos F. Fitzcarrald); Buena Vista y Yaután (Casma); La Pampa-Tres Cruces (Corongo); Marca, Yuracmarca, Cañón del Pato (Huaylas); Quebrada Río Seco, Huaráz, Ticapampa, quebrada Quilcay y Nevado Cojup (Huaráz); Mirador Banderas, Huayobamba, Valle del río Mosna (Huarí); quebrada Piedras Labradas, Culebras, Pampa Gramadal (Huarney); Socosbamba (Mariscal Luzuriaga); Carhuapampa, La Toma (Ocros); Santa Rosa, Suytucocha, Pallasca (Pallasca); Yamaulpa-Gotush, quebrada Sacabamba, valle del río Rupac, Sacsabamba-río Marañón (Pomabamba); Parco, Chaucayán, Llacllín (Recuay); Ragash, Sihuas-Puente Quitaraca, Huaracuy-Pirpo (Sihuas); quebrada Llanganuco, Ranrahirca y cerro Paján (Yungay).

Es importante destacar que los mapas temáticos, elaborados con ayuda del GIS, son importantes como herramientas de prevención, pues proporcionan una base importante para la planificación y contribuyen a solucionar la problemática de los peligros naturales que ocurren en la región Ancas

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los procesos involucrados en el cambio climático global, así como la ubicación del país y de la región en especial en una zona de alta sismicidad y de intensa recurrencia de eventos desastrosos hacen necesario un estudio que proporcione a las diferentes localidades de la región una herramienta para la evaluación de los peligros del medio físico, así como una zonificación por peligros geológicos y la identificación de las áreas con mayor potencial de peligro.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) —continuando el Subprograma «Riesgos Geológicos a Nivel Nacional»— programó para el periodo 2005-2006 la realización del estudio «**Riesgo geológico en la Región Ancash**», como parte del proyecto «Estudio de Riesgo Geológico en las Regiones Ancash, Huanuco y Ucayali» (GA-4), con la finalidad de evaluar en su ámbito territorial la mayor cantidad de peligros geológicos y geohidrológicos que afectan ese entorno perjudicando a la población, la infraestructura, los servicios, etc., y que muchas veces desencadenan en desastres.

La presente memoria es el resultado de los trabajos de gabinete y campo realizados por profesionales de la Dirección de Geología Ambiental, y se pone a consideración tanto de la comunidad científica y los profesionales técnicos de la región involucrados en temas de prevención de desastres, como de las autoridades del gobierno regional y central, las municipalidades locales y la comunidad en general.

Asimismo, se espera que este trabajo, como otros que realiza la institución, contribuya con el conocimiento del medio físico (geomorfología y substrato rocoso), los peligros naturales (inventario de peligros, susceptibilidad y amenaza), la vulnerabilidad asociada y los impactos previstos u ocurridos tanto a las poblaciones como a las obras de infraestructura existentes en la región (determinación de zonas críticas). La información geológica que contiene este documento se considera básica como instrumento de gestión de riesgos y necesaria para la planificación del ordenamiento territorial y el adecuado uso de suelos en la región, y a la vez es útil para proponer políticas, programas y acciones de prevención y/o mitigación ante los peligros naturales analizados, así como otros derivados del proceso de ocupación humana.

OBJETIVOS

Considerando los aspectos que representan la historia, frecuencia y recurrencia de eventos desastrosos en el área, el ámbito y la complejidad geodinámica del territorio de la región estudiada, así como los alcances de los trabajos de naturaleza científico-técnica que desarrolla el INGEMMET, los objetivos de esta investigación son:

- Evaluar la susceptibilidad de la región a la ocurrencia de peligros geológicos (movimientos en masa) y geohidrológicos (inundaciones y erosión fluvial).
- Evaluar la probabilidad de ocurrencia de peligros geológicos que causen desastres (peligrosidad), considerando como factores detonantes las precipitaciones y la sismicidad.
- Evaluar la vulnerabilidad frente a los peligros geológicos de las infraestructuras, poblaciones y áreas agrícolas existentes en la región, identificando las áreas críticas.
- Continuar la cartografía y el inventario sistemático de los peligros geológicos y geohidrológicos por regiones, y conocer la geodinámica del territorio nacional.
- Generar información técnico-científica que sea tomada en cuenta como instrumento en la política de prevención de desastres, y que sea útil para la gestión de riesgo local, con la participación de las poblaciones involucradas.

ANTECEDENTES

La región Ancash —ubicada en la región central y occidental del país— posee un alto índice de ocurrencia de eventos desastrosos (movimientos en masa detonados por sismos y lluvias) debido a sus características geológicas, sísmicas y climáticas. Dentro de la región se ubican importantes poblaciones en las ciudades de Huaraz, Caraz, Yungay y Recuay en el Callejón de Huaylas; así como en Chavín, San Marcos, Huari, Pomabamba y Sihuas, poblaciones asentadas sobre grandes y antiguos depósitos de movimientos en masa en el Callejón de Conchucos. En la zona costera sobresalen Chimbote, Casma y Huarmey, localidades que también fueron afectadas por eventos sísmicos y tsunamis. Asimismo,

en la zona destacan obras de carácter hidroenergético como la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, las bocatomas de irrigación de Chavimochic y Chincas —ubicadas en el valle del río Santa y principal red hidrográfica en la región—, líneas de transmisión eléctrica y carreteras principales que contribuyen a las actividades económicas en la región como la agricultura, el turismo, y en los últimos años la presencia de una actividad importante de gran minería a través de las minas Pierina y Antamina y otras empresas mineras medianas.

Las estadísticas sobre desastres a nivel nacional muestran que la mayor cantidad de aluviones ocurrieron en esta región del país. En la cordillera Blanca son recordados los eventos aluviónicos del siglo pasado que tuvieron gran incidencia en la población: aquellos ocurridos el 13 de diciembre de 1941 (4 000 muertes en la ciudad de Huaraz), el del 17 de enero de 1945 en Chavín de Huántar (400 muertos), el de Ranrahirca en 1962 (3 000 muertos), y en particular el del 31 de mayo de 1970 que causó gran cantidad de muertes en muchas provincias (se estimó en 69 000 el número de muertos y más de 140 000 los heridos), así como la destrucción de más de 2 000 viviendas en Yungay (Evans et al., 2007); todos ellos sepultados por la avalancha de rocas y el flujo de detritos. En Huaraz las viviendas se convirtieron en una trampa mortal para 10 000 de sus habitantes.

En el Callejón de Conchucos numerosos poblados rurales y capitales de provincia son afectados por los movimientos en masa. Los eventos sísmicos de gran incidencia en el siglo pasado ocurrieron el 10 de noviembre de 1946 en las provincias de Pallasca y Pomabamba con intensidad VII, el del 24 de septiembre de 1963 en la cordillera Negra (Intensidad V-VI) y el 31 de mayo de 1970 en la cordillera Blanca de intensidad VII-VIII.

En el contexto hidroclimático de un evento excepcional de El Niño ocurrido en 1997-1998, se produjeron un gran número de inundaciones y movimientos en masa (huaycos y deslizamientos), sin embargo en años normales son frecuentes en la región estos procesos en época de lluvias estacionales debido a sus características geomorfológicas y climáticas. Los Fenómenos de El Niño que tuvieron lugar en los años 1891, 1925, 1972, 1982-1983 y 1997-1998 fueron los que más afectaron la región. El de 1891 afectó el territorio nacional mucho más allá del norte del país, en forma similar al de 1997-1998 que se extendió a lo largo de toda la costa del país (Franco, 1998). Los tsunamis son poco frecuentes, sin embargo el ocurrido el 21 de febrero de 1996 en Chimbote (sismo de magnitud 6,9), dejó 15 víctimas. En el contexto neotectónico del área sobresalen las fallas activas de la cordillera Blanca y la Falla de Quiches en la parte norte de la región.

En la región se han realizado varios trabajos de evaluación de peligros en áreas puntuales. Está información bibliográfica está

disponible, destacando los estudios efectuados por el Cuerpo de Ingenieros de Minas, el ex Servicio de Geología y Minería, los boletines de la Sociedad Geológica del Perú, la Sociedad Geográfica, etc., con reportes de ocurrencias de eventos desastrosos desde la década de los años cuarenta a la fecha, así como informes técnicos e inspecciones de campo más recientes, efectuadas por la Dirección de Geotecnia y la Dirección de Geología Ambiental en las dos últimas décadas. Las principales evaluaciones describen ocurrencias de movimientos en masa tipo deslizamientos, aluviones y huaycos en los sectores de: Callejón de Conchucos, San Luis, Chavín de Huántar, Tarica, Yungay, Recuay, Pallasca, Pomabamba, etc. Destacan los trabajos e informes técnicos de: Torres (1944), Wilson (1946, 1966), Spann (1947), Heim (1949, 1974), Castro (1950, 1953), Indacochea (1946, 1947, 1954), Arizola (1960), Fernández (1953, 1956), Bellido (1960), Carrillo (1962), Cossio (1963, 1966), Dollfus y Peñaherrera (1962), Taype y Galdos (1972), Ortiz y Gonzalez (1972), Galdos (1974), Pérez (1973, 1974), Sotomayor (1976), Ballón (1996), Fidel y Mayta (1980), Fidel y Valenzuela (1996), etc. Estos trabajos han sido considerados en la cronología de eventos desastrosos ocurridos en la región.

Los estudios geodinámicos a nivel de cuencas en el ámbito regional —efectuados por la Dirección de Geotecnia de INGEMMET entre los años 1980 y 1994 (Santa, Casma-Sechín y Pativilca)— muestran el análisis de los peligros geológicos, la evaluación geodinámica de los poblados y las redes viales. Por otro lado, la Base de Datos de Peligros del Perú (EXGEOEXDAT; INGEMMET, 1996) registraba la ocurrencia de 321 procesos entre deslizamientos, aluviones, derrumbes, huaycos, inundaciones, etc. Esa base de datos incluía la información bibliográfica sobre las estadísticas de emergencias registradas por INDECI, así como los reportes periodísticos de diferentes años, etc. Más recientemente se dispone de la información del estudio de Riesgo Geológico en la Franja N.º 4 (al sur de la Latitud 10º), que comprende parte de cinco cuadrángulos (Fidel et al., 2006), con cartografía de peligros a escala 1:100 000. Esta información recopilada el año 2004, con comprobación de campo, da cuenta de 335 ocurrencias, entre las que se incluyen 73 caídas de rocas, 69 huaycos, 51 erosión de laderas, 50 derrumbes, 34 erosiones fluviales, 24 deslizamientos, ocho movimientos complejos, ocho reptaciones, siete inundaciones, cinco aluviones, dos flujos de lodo y un vuelco. Asimismo se contó con información periodística elaborada por PREDES, cuya base de datos señala la ocurrencia de 19 eventos desastrosos para el periodo 1900-1989, en los que resaltan las inundaciones fluviales y los huaycos.

Los estudios recientes efectuados por instituciones públicas o privadas sobre identificación de áreas de peligro y vulnerabilidades, como el Programa Ciudades Sostenibles del

Instituto Nacional de Defensa Civil, han realizado evaluaciones en las ciudades de Huaraz, Yungay, Caraz, Ranrahirca, Recuay-Ticapampa-Catac (INDECI, 2004), Chimbote y Huarmey. Estos estudios en algunos casos dieron origen a ordenanzas municipales, sin embargo no se ven avances significativos en la determinación de las medidas de prevención propuestas por la falta de sensibilización de la población a la ocurrencia de desastres.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se basa en los trabajos recientes sobre análisis o evaluación de susceptibilidad y amenaza, en el cual fue necesaria la integración de etapas de trabajo de gabinete (200 días) y campo (100 días).

El procedimiento se puede resumir en las siguientes etapas:

Gabinete I

- Recopilación de información cartográfica (mapas topográficos digitales del IGN a escala 1:100 000 y 1:50 000, fotografías aéreas e imágenes satelitales), bibliográfica sobre aspectos geodinámicos (peligros geológicos históricos y recientes), hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, cobertura vegetal y uso de suelos e infraestructura.
- Preparación del mapa base utilizando las cartas topográficas del IGN. Preparación de modelo digital de terreno (MDT) con apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG), y elaboración del mapa de pendientes.
- Interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite impresas e imágenes recientes de alta resolución en el Google Earth, así como cartas topográficas para la elaboración del mapa geomorfológico.
- Análisis de los mapas geológicos existentes para la elaboración de los mapas litológico e hidrogeológico.
- Análisis de información de la sismicidad histórica de la región y preparación del mapa de aceleraciones sísmicas, con información del Instituto Geofísico de Perú.
- Preparación de mapas de cobertura vegetal y uso de suelos con información del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

Campo

- Cartografiado geomorfológico-geodinámico e inventario de peligros geológicos (procesos activos y antiguos): movimientos en masa y geohidrológicos a escala 1: 50 000.
- Evaluación geodinámica de centros poblados, obras de infraestructura (no lineales) vulnerables a los peligros geológicos, e identificación de zonas críticas.

- Caracterización y chequeo de unidades litológicas y unidades geomorfológicas en campo.

Gabinete II

- Elaboración de la base de datos de peligros geológicos y geohidrológicos, composición de mapa de inventario de ocurrencias con ayuda del GIS.
- Digitalización y composición de mapas temáticos finales de factores: geomorfología, litología, pendientes, cobertura vegetal y uso de suelos e hidrogeología.
- Integración de mapas temáticos y análisis de susceptibilidad de la región: Elaboración de mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa y mapa de susceptibilidad a las inundaciones.
- Validación del mapa de susceptibilidad.
- Elaboración de los mapas de amenaza utilizando factores detonantes (precipitaciones y aceleraciones sísmicas).
- Zonificación del área y delimitación de zonas críticas.
- Elaboración de cuadros, figuras, selección de fotografías ilustrativas y redacción de memoria descriptiva del informe final.

ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El alcance principal de este estudio es el conocimiento geológico aplicado a la identificación de los peligros geológicos (movimientos en masa) y geohidrológicos (inundaciones y erosión fluvial), la evaluación o análisis de susceptibilidad del ámbito territorial a los peligros utilizando métodos heurísticos en los que es importante la experiencia del evaluador con ayuda del SIG para generar información del medio físico básica, adecuada y muy útil para la prevención de desastres como parte del ordenamiento territorial. Asimismo, con la información sísmica proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y los datos regionales publicados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se analizan los factores detonantes de sismicidad y precipitación para la evaluación de la peligrosidad de la región en relación a los movimientos en masa.

A pesar de la gran cantidad de información bibliográfica existente, una seria limitación es la falta de fotografías aéreas en la zona para diferentes años, contándose con fotos de vuelo alto en muchos casos de los años 1962 y 1963, así como vuelos bajos más recientes (1970, 1972 y 1980), en gran parte del Callejón de Huaylas y algunos sectores del Callejón de Conchucos. En varias de las imágenes satelitales a escala 1:100 000 fue posible diferenciar procesos de movimientos en masa (deslizamientos y avalanchas de rocas) con longitudes mayores a 500 m, así como procesos de

erosión de laderas y flujos de detritos. La información hidrometeorológica no está completa, sin embargo se dispone de la información sísmica hasta el 2005 del Instituto Geofísico del Perú (IGP). La escala de los mapas topográficos y la equidistancia de curvas de nivel no son las adecuadas para generar un modelo de elevación digital que permita un análisis exhaustivo.

PARTICIPACIÓN

En este estudio participaron los siguientes profesionales de las Direcciones de Geología Ambiental y Sistemas del INGEMMET:

Geomorfología, Geodinámica, Cartografía E Inventario de Peligros,¹ Análisis de Susceptibilidad y Peligrosidad

Ing. Bilberto Zavala C.	Jefe de Proyecto
Ing. Patricio Valderrama.	Geólogo Asistente
Bach. Griselda Luque P.	Geólogo Asistente
Bach. Roxana Barrantes H.	Geólogo Asistente

Análisis de Peligro Sísmico

Ing. Walter Pari P.	Ing. Geofísico
---------------------	----------------

Digitalización, Composición de Planos y Gis

Ing. Samuel Lu León	Sistemas de Información
Ing. César Egochaga	Sistemas de Información
Ing. Julio Velazco	Composición de mapas
Tec. Federico Nureña	Composición de mapas
Tec. Javier Hernández	Digitalización de mapas
Tec. José Luis Suárez	Digitalización de mapas

Revisión

El texto del informe y los mapas temáticos fueron revisados por:

Ing. Lionel Fidel S.	Director de Geología Ambiental
Dr. José Macharé O.	Asesor Geocientífico

¹ La cartografía de peligros en los cuadrángulos al sur de la latitud 10° (Barranca, Ámbar, Chiquián), y su respectiva base de datos fueron realizadas por los ingenieros L. Fidel y J. Zegarra como parte del estudio «Riesgo Geológico en la Franja 4» (INGEMMET, 2006).

CAPÍTULO II

MARCO GEOGRÁFICO

GRISelda LUQUE P.

SITUACIÓN DE LA REGIÓN

La Región Ancash está ubicada en la zona central y occidental del territorio peruano, entre el océano Pacífico y el río Marañón. En su sector andino se encuentran las cordilleras Blanca y Negra que dan origen al conocido Callejón de Huaylas. La cordillera Blanca, la cordillera tropical más alta del mundo, exhibe los picos más altos de Perú que son más de veinte y superan los 6 000 metros de altura. El río Santa, que nace en la laguna de Conococha a más de 4 100 msnm, discurre de sur a norte formando un hermoso valle denominado Callejón de Huaylas hasta el Cañón del Pato (Alto Santa). Al erosionar la cordillera Negra y formar el Cañón del Pato a una altitud de 1 800 msnm, cambia en dirección oeste para desembocar en el océano Pacífico (Bajo Santa). Asimismo, en la vertiente oriental de la cordillera Blanca se extiende la zona de los Conchucos sobre un terreno muy accidentado que desciende hasta el río Marañón. En la zona sureste de la región se encuentra la cordillera Huayhuash, considerada como principal atractivo de primer orden para el turismo de aventura y de esplendorosa belleza paisajista, la cual limita con las regiones Lima y Huánuco al sur y este respectivamente.

Estas imponentes cordilleras, que brindan a Ancash una belleza irrepetible en el territorio peruano y quizás en todo el continente, son a la vez obstáculos geográficos para el desarrollo integral de la región. Las cordilleras Negra y Blanca dividen en tres regiones longitudinales toda el territorio de Ancash, estableciendo igual

número de espacios económicos diferenciados, donde se denotan además cambios en los niveles de vida y costumbres.

Esta región comprende áreas de la costa y sierra, entre altitudes desde 4 msnm en Chimbote (importante puerto pesquero nacional) hasta 6 746 msnm en el pico sur del nevado Matashraju (más conocido como nevado Huascarán), teniendo como extremos las coordenadas geográficas consignadas en el Cuadro 2.1.

Abarca un área de 35 914,81 km² (incluye 12,23 km² de superficie insular oceánica) que representa el 2,82% del territorio nacional y una densidad poblacional estimada al 2004 en 31,7 habitantes/km². Su territorio está demarcado políticamente en 20 provincias y 166 distritos, por lo que se constituye como el departamento con mayor número de provincias de Perú (Figura 1).

Son ciudades importantes: Huaraz (capital de la región), Chimbote, Casma, Huarney en la costa, Recuay, Carhuaz, Yungay y Caraz en el Callejón de Huaylas; le siguen en importancia Chavín, Huarí, Pomabamba y Sihuas.² Chimbote destaca económicamente por la producción de harina y aceite de pescado, así como de cobre y zinc. Asimismo, es uno de los grandes productores de arroz, caña de azúcar, algodón, maíz, papa y trigo.

La zona de la costa del Pacífico es de relieve plano y su litoral es especialmente rico en especies marinas. Los valles están atravesados por numerosos ríos y tiene playas con alto potencial de explotación como Tortugas y Bermejo.

Cuadro 2.1
Ancash: coordenadas de ubicación territorial

Orientación	Norte	Este	Sur	Oeste
Latitud Sur	08°02'51"	09°15'12"	10°47'15"	08°58'55"
Longitud Oeste	77°38'24"	76°43'27"	77°35'24"	78°39'25"
Localización	Desembocadura de la quebrada Chinchango en el río Marañón. Límite departamental con La Libertad.	Estribaciones este del cerro Hueltas Punta sobre el río Marañón, distrito de Rapayán y límite distrital con Jircán del departamento de Huánuco.	En el punto medio de la confluencia de la quebrada Venado Muerto con la quebrada Tayta Lainas. Límite departamental con Lima.	Punta Infiernillo a 2,5 km al suroeste de la desembocadura del río Santa en el océano Pacífico, cerca del límite departamental con La Libertad.

Fuente: INEI.

² Destacan además las localidades de Chiquián y Huallanca (ubicadas hacia el sur y sureste de la región) por su crecimiento en los últimos años y las actividades económicas que se desarrollan en ellas (turismo y minería respectivamente).



Figura 1 Ubicación del área de estudio

Ocupación antrópica

La Región Ancash ha sido cuna de civilizaciones anteriores a la incaica y de ello quedan testimonios arqueológicos, etnológicos y lingüísticos. Durante el Paleolítico superior el territorio fue ocupado por primera vez por individuos nómades, cazadores y recolectores de frutos. El desarrollo cultural se inició aproximadamente hace 14 000 años logrando pequeños progresos en el dominio de la agricultura y la cerámica.

Los habitantes prehispánicos de la Región Ancash adoraban al ídolo de Catequil, una figura refulgente confeccionada parcialmente de oro y que representaba al rayo, el trueno y el relámpago. Este ídolo era muy temido y honrado, adorado desde Quito hasta Cusco, y se hallaba ubicado entre Cabana y Tauca; aunque probablemente procedía de Huamachuco, de donde los sacerdotes lo trasladaron a aquel nuevo emplazamiento cuando Huayna Cápac ordenó la destrucción del oratorio. Reconociendo su importancia, el inca ordenó trasladar el ídolo al Cusco, donde fue instalado en el templo de Coricancha y ocupó el tercer lugar después de Wiracocha y el Sol. A la vez, el desarrollo de la actividad agrícola permitió la formación de centros poblados y también se

desarrolló la artesanía, siendo los núcleos más importantes de esa época: Huaylas, Sihuas, Conchucos, Pinra y Pallasca.

Con más de 10 000 años de ocupación humana, la época Chavín representa el periodo más espléndido no solo por su bella cerámica, su organización social y la construcción de templos —siendo precisamente Chavín de Huántar la principal construcción religiosa del periodo—, sino porque desarrolló una economía agrícola que fue la base de su desarrollo religioso y sociocultural.

Los españoles que vinieron a estas tierras fueron atraídos por su riqueza mineral (oro y plata). Muchas minas incaicas fueron explotadas por los españoles. El ejemplo más famoso fue la bien conocida mina La Marquesa, ubicada en San Luis de Huari, que fue llamada «el nuevo Potosí» (Figura 2).

Densidad poblacional

La mayor población sin duda se encuentra en la provincia del Santa, donde se registra la presencia de 103,8 personas por km², seguida por la provincia de Huaraz con 60,2 personas por km²; mientras que las provincias con menor densidad poblacional son Huarmey con 7,01 personas por km² y Ocros con 3,8 personas por km² (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2
Ancash: población total, superficie y densidad poblacional por provincias

Provincia	Capital	Superficie Km ²	Proyección de la población 2004 (Hab.)	Densidad poblacional (Hab/Km ²)
Santa	Chimbote	4 014,33	390 171	97,42
Huaraz	Huaraz	2 493,31	143 415	57,53
Carhuaz	Carhuaz	803,95	43 652	54,30
Yungay	Yungay	1 361,48	45 489	40,02
Mariscal Luzuriaga	Piscobamba	730,58	23 482	32,14
Antonio Raymondi	Llamellín	561,61	17 595	31,33
Carlos Fitzcarrald	San Luis	624,25	21 109	33,82
Pomabamba	Pomabamba	914,05	28 174	30,82
Huaylas	Caraz	2 292,78	52 845	23,05
Sihuas	Sihuas	1 455,97	30 849	21,19
Huari	Huari	2 771,90	59 301	21,39
Asuncion	Chacas	528,66	9 660	18,27
Casma	Casma	2 262,86	41 477	18,34
Pallasca	Cabana	2 101,21	28 580	13,60
Aija	Aija	696,72	8 740	12,54
Corongo	Corongo	988,01	7 786	7,88
Bolognesi	Chiquián	3 154,80	26 208	8,31
Recuay	Recuay	2 304,19	18 126	7,87
Huarmey	Huarmey	3 909,08	26 893	6,88
Ocros	Ocros	1 945,07	6 863	3,53
TOTAL		35 914,81	1 039 415	28,94

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), X Censo de Población y V de Vivienda.



Figura 2 Ubicación de culturas Pre-incaicas en la región

Crecimiento poblacional

La tasa anual promedio de crecimiento poblacional en Ancash en el periodo intercensal 1981-1993 fue de 1,1%, valor menor a los registrados en los periodos 1972-1981 y 1961-1972 que fue de 1,4 y 2,1%, respectivamente. El Cuadro 2.3 muestra el incremento de la población entre 1972 y 2005.

Cuadro 2.3
Región Ancash: crecimiento poblacional según provincias

Censos				
	1972	1981	1993	2005
Población	761 441	862 380	983 546	1 039 415
		1,40%	1,10%	

Fuente: INEI, X Censo de Población y V de Vivienda.

En el año 2004, la población estimada de la Región Ancash fue de 1 139 083 personas; con respecto al censo de 1993 se incrementó en 190 403 individuos, es decir, un 20,07%. Al dividir a la población,

por estratos (Cuadro 2.4) se observa que en los 10 últimos años el crecimiento poblacional por provincias mostró variaciones; la población tuvo un crecimiento vegetativo, con una tasa de crecimiento intercensal del 1,1%. Las provincias de Santa, Huaraz, Huari, Sihuas, Pallasca, Bolognesi, Pomabamba, Carlos Fermín Fitzcarrald, Asunción, Corongo, Aija y Ocros se mantuvieron en sus estratos; pero la provincia de Casma —que según el censo de 1993 se encontraba en el segundo estrato con 46 760 habitantes— se encuentra ubicada actualmente en el tercer estrato con 43 345 debido al fenómeno de migración. Por el contrario, las provincias de Huaylas, Carhuaz, Antonio Raymondi y Recuay muestran un fenómeno migratorio positivo pues la provincia de Huaylas se ubicaba en el tercer estrato con 39 195 habitantes según el censo de 1993, pero actualmente se encuentra en el segundo estrato con 64 805 habitantes; Carhuaz estaba en el tercer estrato con 39 721 habitantes pero ahora se ubica en el segundo con 47 680 habitantes; Antonio Raymondi se encontraba en el cuarto estrato con 18 912 habitantes y ahora está en el tercero con 21 199 habitantes; mientras que la provincia de Recuay pasó del cuarto estrato con 12 891 habitantes, al tercero con 20 551 habitantes.

Cuadro 2.4
Ancash: Población según provincias en el 2003 y estimación al 2004

Estrato	Provincias	Hab. (Censo 1993)	Estrato Población	Provincias	Población estimada año 2004
Primero (100 000 a más habitantes)	Santa	338 951	Primero (100 000 a más habitantes)	Santa	415 667
	Huaraz	121 028		Huaraz	150 129
Segundo (45 000 a 99 999 habitantes)	Huari	63 883	Segundo (45 000 a 99 999 habitantes)	Huari	69 901
	Yungay	50 188		Huaylas	64 805
	Casma	46 760		Yungay	61 198
	Huaylas	39 195	Tercero (20 000 a 44 999 habitantes)	Casma	43 345
	Sihuas	31 963		Sihuas	36 920
	Pallasca	28 389		Pallasca	32 183
	Bolognesi	28 029		Bolognesi	30 035
	Pomabamba	26 276		Pomabamba	28 553
	Huarmey	23 858		M. Luzuriaga	28 547
M. Luzuriaga	23 151	Huarmey	27 739		
C.F.Fitzcarrald	21 026	C.F.Fitzcarrald	22 940		
Cuarto (19 999 a menos habitantes)	A. Raymondi	18 912	Cuarto (19 999 a menos habitantes)	A. Raymondi	21 199
	Recuay	12 891		Recuay	20 551
	Asunción	9 846	Asunción	11 080	
	Corongo	8 917	Corongo	9 823	
	Aija	8 657	Aija	9 412	
Ocros	7 039	Ocros	7 376		
Total de la población		948 680	Total de la población		1 139 083

Fuente: INEI - Dirección Técnica de Demografía.

Las provincias que se caracterizan por una mayor proporción de mujeres respecto a los hombres son: Huaraz, Aija, Carhuaz, Santa, Sihuas y Yungay; en ellas el índice varía entre 90,9 y 96,9 hombres por cada 100 mujeres.

El 36,8% de la población pertenece al sector rural y se dedican a la actividad agrícola y la ganadería en situaciones precarias, alcanzando niveles de pobreza. También se desarrollan otras actividades como minería, artesanía en madera, aprovechamiento del recurso hídrico y el comercio diversificado en el sector urbano, pero en muy pequeña escala.

Indicadores socioeconómicos

Niveles de pobreza

Las estimaciones a nivel nacional indican que la pobreza afecta a 10,4 millones de peruanos (43% de la población); en el ámbito rural incide en la mitad de sus habitantes y en el ámbito urbano en el 38%. En términos absolutos, la mayor cantidad de pobres se encuentra en la sierra rural (más de 3 millones de personas). La provincia de Huaraz no escapa de esta realidad social, pues más de 100 mil habitantes se encuentran en condiciones de pobreza. Los más pobres (en situación de extrema pobreza) se encuentran en la sierra rural y sus ingresos cubren en promedio solo el 58% del valor de la canasta mínima de consumo.

En el Cuadro 2.5 se presentan los 17 distritos de la Región Ancash, que tienen el índice de pobreza más alto. Dentro de este grupo se encuentra el distrito capital Huaraz, así como los de Chimbote y Casma.³

Niveles de ingresos

En el año 1996, el 10% de la población más pobre del país obtuvo el 2% del ingreso total, mientras que el 10% más rico recibió el 33%, siendo el ingreso per cápita de este grupo 18 veces más grande que el del primero. Asimismo se sabe que la distribución del ingreso al interior de las regiones del país es muy similar al caso de la provincia de Huaraz, razón por la cual los niveles de pobreza dentro de cada una de las regiones y provincias se explicarían fundamentalmente por las diferencias en los niveles de ingreso per cápita.

Indicadores de educación

En el sector rural, 17 de cada 100 hombres mayores de 15 años son analfabetos y 43 de cada 100 mujeres mayores de 15 años son analfabetas. En el sector rural, el 30,9% de niños de 5 a 9 años no asisten a la escuela primaria y el 20,5% de adolescentes entre 10 y 14 años no asisten a la escuela secundaria.

Cuadro 2.5
Distritos de la región Ancash con mayores niveles de pobreza

Distrito	Población total	Tasa de pobreza	N° de pobres
Mirgas	5 328	43	2 307
Quinuabamba	2 803	41	1 138
San Nicolás	4 519	39	1 777
Ragash	3 178	39	1 243
San Juan	6 513	39	2 536
Fidel Olivas Escudero	2 556	39	991
Eleazar Guzmán Barrón	1 395	38	534
Quillo	9 902	38	3 773
Chingalpo	1 434	38	546
Ponto	3 886	38	1 475
Anra	2 299	38	872
San Pedro de Chana	2 549	44	1 127
Cascapara	1 795	37	669
Casma	23 924	25	5 899
Independencia	49 116	17	8 379
Huaraz	46 225	15	7 000
Chimbote	286 685	15	41 459

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima 2000.

En la provincia de Huaraz se ha identificado a más de 8 mil habitantes entre hombres y mujeres que no tienen ningún nivel de educación. La proporción de hombres sin nivel alguno de educación es de 11% y de mujeres 28,6%. Sin embargo, se han acortado las diferencias entre las cifras del año 1981 y las actuales.

La provincia de Santa es la que ha alcanzado mayores niveles educativos en la región: el 62,2% de la población de 15 a más años ha superado la educación primaria y solo el 7,7% carece de algún nivel de educación.

Indicadores de salud y nutrición

En 1993 el Ministerio de Educación realizó un primer censo nacional de talla en escolares y los resultados fueron alarmantes: el 63% de los niños censados en el área rural sufría de desnutrición. En la provincia de Huaraz se registró un resultado similar.

La Región Ancash dispone de 409 establecimientos de salud entre hospitales, centros de salud y puestos sanitarios; el mayor número corresponde a los últimos (Cuadro 2.6). Las provincias que cuentan con más establecimientos de salud son Huaraz y Santa, con 54 y 46 establecimientos respectivamente; en tanto que la provincia de Asunción solo cuenta con tres establecimientos.

³ En el último censo de población y vivienda realizado por el INEI en el 2005, se considera una tasa de pobreza a nivel departamental de 44% no pobres, 29% pobres extremos y 27% de pobres no extremos.

Cuadro 2.6
Ancash: establecimientos de salud por provincias
en el año 2002

Provincia	2002			
	Total	Hospitales	Centros de Salud	Puestos Sanitarios
Total	409	12	51	346
Huaraz	54	1	6	47
Aija	10	1	1	8
Antonio Raymondi	10	0	1	9
Asuncion	3	0	1	2
Bolognesi	23	0	4	19
Carhuaz	22	0	2	20
Carlos Fitzcarrald	14	1	2	11
Casma	10	0	1	9
Corongo	11	1	1	9
Huari	35	0	5	30
Huarmey	12	1	0	11
Huaylas	37	1	5	31
Mariscal Luzuriaga	14	1	1	12
Ocros	10	0	1	9
Pallasca	20	0	5	15
Pomabamba	17	0	2	15
Recuay	13	1	1	11
Santa	46	1	6	39
Sihuas	19	2	2	15
Yungay	29	1	4	24

Fuente: Dirección Regional de Salud. Oficina de Estadística Ancash Of. Personal.

Con fines comparativos y para asegurar que la información del área de estudio fuera consistente, se incluyeron algunos indicadores sociales y demográficos a nivel regional. Esta información se ha resumido en el Cuadro 2.7. Durante las últimas tres décadas Ancash se ha caracterizado por una tasa de crecimiento poblacional lenta en comparación con la tasa nacional. Si bien durante las últimas décadas Chimbote se caracterizó por una tasa de crecimiento explosiva debido al auge de la pesca, la Región Ancash experimentó una tasa anual de crecimiento de 1,1% y un equilibrio migratorio negativo.

La tasa regional de analfabetismo es elevada y aún más entre las mujeres (30%). La educación en las áreas rurales sigue siendo escasa pues las personas asisten a la escuela un promedio de 6,3 años. El censo de 1993 indicó que unas 285 967 personas de 5 años y más (34% de la población) asistían a la escuela.

El 72% de los hombres son empleados en comparación con el 21,9% de las mujeres. Actualmente más mujeres están ingresando a la fuerza laboral debido a la reciente crisis económica. La mitad de la población laboral trabaja dentro del sector primario, el cual incluye a la minería.

La mayoría de las viviendas son habitadas por sus propietarios con un número promedio de 4,8 personas en cada una de ellas. Las viviendas generalmente tienen servicios básicos insuficientes.

Cuadro 2.7
Principales indicadores sociodemográficos y
económicos en la región Ancash

División política	20 provincias, 166 distritos
Características demográficas	
Población del departamento de Ancash	1 039 415,00
Población de la provincia de Huaraz	143 415,00
Población urbana	652 193,00
Población rural	387 222,00
Población masculina (%)	49,80
Tasa de crecimiento (%)	0,90
Densidad poblacional (%)	28,94
Tasa bruta de mortalidad 2000-2005 (%)	7,10
Tasa global de fecundidad 2000-2005 (%)	2,90
Tasa bruta de natalidad 2000-2005 (%)	2,90
Características educacionales	
Sin nivel	11,81
Educación inicial (%)	3,01
Primaria incompleta (%)	21,31
Primaria completa (%)	11,49
Secundaria incompleta (%)	15,26
Secundaria completa (%)	19,03
Superior no universitaria Incompleta (%)	3,01
Superior no universitaria completa (%)	5,64
Superior universitaria Incompleta (%)	3,39
Superior universitaria Completa (%)	6,05
Características económicas de la PEA	
PEA empleada (%)	30,00
PEA subempleada (%)	60,00
PEA desempleada (%)	10,00
Distribución de la población trabajadora por sector económico	
Agricultura (%)	2,80
Pesca (%)	40,50
Minería (%)	7,10
Manufactura (%)	3,30
Construcción (%)	38,50
Servicios (%)	
Características de las viviendas	
Número de viviendas (%)	232 407,00
Suministro de agua desde un caño público (%)	2,55
Viviendas sin servicios higiénicos (%)	29,12
Viviendas con piso de tierra (%)	58,37
Viviendas sin electricidad (%)	55,00

Fuente: INEI, Censo Nacional de 1993.

INFRAESTRUCTURAMAYOR

Red vial terrestre

La estructura vial de la región tiene una longitud acumulada de 4 937,43 km. Como se ve en el Cuadro 2.8, solo el 12,3% se encuentra asfaltada, el 26,7% es afirmada, el 32,3% se encuentra sin afirmar y el 28,7% son trochas.

La ruta nacional comprende 1 280,92 km, de los cuales el 42,3% es asfaltada, 49,2% es afirmada y 8,5% sin afirmar; y está representada básicamente por la carretera Pativilca-Conococha y Huaraz-Chimbote

La ruta regional tiene una longitud de 1 066,55 km el 3,9% es asfaltada, el 30,7% es afirmada, 48,8% sin afirmar y 16,5% es trocha carrozable. A estas vías convergen otras rutas de carácter vecinal que generalmente son de penetración y permiten integrar a los centros poblados menores.

Finalmente, la ruta vecinal está representada por 2 589,96 km de longitud, de los cuales el 0,9% es asfaltado (carretera Huaraz al Gobierno Regional), 13,9% afirmada, 37,3% sin afirmar y el 47,9% es trocha.

De esta manera, en términos generales, la infraestructura vial de la región está constituida por:

A. La red vial nacional

- **Carretera Panamericana**, que integra a la región Ancash con el resto del país y la conecta con países vecinos. Es de fácil circulación porque está totalmente asfaltada y se encuentra en buen estado de conservación; los intercambios interregionales con Lima al sur y La Libertad al norte son los más comunes.
- **Carretera de penetración Pativilca-Huaraz-Caraz-Huallanca**, que conecta la carretera Panamericana con el eje longitudinal de la sierra y forma parte de esta. En el largo plazo se ha previsto que se prolongue a Cabana y Huamachuco, e incluso hasta Cajamarca, Ayabaca y la frontera norte del país.

Las ciudades de Recuay, Huaraz, Carhuaz, Yungay y Caraz se articulan por el sur utilizando esta vía, y por el norte se conectan con la carretera a Chimbote.

- **Carretera de penetración Chimbote-Chuquicara-Sihuas-Pariash-límite regional de Huánuco**, es una vía transversal, con una longitud de 320,8 km de los cuales solo 11,5 km se encuentran asfaltados y 309 km sin afirmar. Presenta problemas en el tramo que atraviesa el Cañón del Pato, sobre todo en época de intensas lluvias o de alteraciones climáticas por el Fenómeno El Niño. Une la sierra norte de la región Ancash con la sierra de Huánuco (Huacrachuco) y La Libertad (Tayabamba). Asimismo sirve de integrador de diversos centros poblados, como también de áreas de producción ubicadas en las márgenes del río Santa hasta Chuquicara, para luego dividirse en dos vías: una de ellas, que corre a lo largo de la margen izquierda del río Tablachaca; y la otra que interconecta los centros poblados de Yungay Pampa, Yancas, Sihuas, Pariash, hasta llegar a Huacrachuco, límite regional en Huánuco.
- **Carretera de penetración Casma-Huaraz-Pomachaca-Rapayán-Límite regional con Huánuco**, es una aspiración regional tradicional. Corresponde a una vía alternativa de integración entre Ancash y Huánuco. Atraviesa las regiones naturales de costa, sierra y selva, uniendo los centros poblados de Casma y Huaraz, y se prolongaría hasta Monzón y Tingo María (Huánuco).
- **Carretera de penetración Pativilca-Conococha-Chiquián-Abra Yanashalla (límite regional con Huánuco)**, es una vía que une la costa de la región Ancash con la sierra sur de Huánuco, y también permite la conexión con la carretera Huallanca-La Unión-Huánuco.
- **Carretera de penetración Pativilca-Conococha-Antamina-Llata**, es una vía recientemente construida debido a la actividad minera en la zona. Está asfaltada hasta Antamina y luego continúa afirmada en conexión hacia la provincia de Huamalíes (Llata, Huánuco).

Cuadro 2.8
Región Ancash: longitud de la red vial por tipo de superficie de rodadura según sistema - año 2002

Sistema Red vial	Total (Km)	Tipo de superficie de rodadura							
		Asfaltada	%	Afirmada	%	Sin afirmar	%	Trocha	%
Nacional	1 280,92	542,40	42,3	629,92	49,2	108,60	8,5	0,00	0,0
Regional	1 066,55	42,08	3,9	327,80	30,7	520,67	48,8	176,00	16,5
Vecinal	2 589,96	23,60	0,9	360,51	13,9	965,79	37,3	1 240,06	47,9
Total	4 937,43	608,08	12,3	1 318,23	26,7	1 595,06	32,3	1 416,06	28,7

Fuente : Perú: Compendio de Estadísticas Económicas y Financieras.

B. Red vial regional

La red vial regional está conformada por tramos cortos de carretera asfaltada, principalmente en la costa, siendo una parte afirmada pero en regular o mal estado de conservación, y la mayor parte sin afirmar. Las principales vías de importancia regional son:

- **Carretera Catac-Huari-Piscobamba-Pomabamba-Sihuas**, que corre a lo largo del Callejón de Conchucos, integrándolo con el Callejón de Huaylas y con la costa, importante también por llevar a Chavín de Huántar y otros lugares de interés turístico. Esta vía está siendo asfaltada en el tramo entre el túnel Cahuish-San Marcos-Huari, pero presenta problemas geodinámicos en varios tramos, sobre todo en época de lluvias.
- **Carretera Huarmey-Aija-Recuay**, es una vía afirmada que integra algunos pueblos del valle de Huarmey y la actividad minera en el distrito de Aija. Actualmente existe un proyecto para mejorarla.
- **Carretera Chimbote-Huallanca**, que une la Central Hidroeléctrica de Huallanca con su principal centro de consumo, y a la vez, completa el gran circuito regional del Callejón de Huaylas con la costa de la región.
- **Otras carreteras de conexión regional e interregional** son la carretera Huaraz-Pomachaca-Rapayán-Huánuco, como alternativa de integración con el valle del río Marañón. También se considera el mejoramiento y asfaltado de la carretera Casma-Huaraz, además de otras como Samanco-Yungay, Barranca-Ocros-Chiquián, Huari-Chingas-Llamellín, Yungay-Piscobamba, Nepeña-Moro-Jimbe-Pamparomas-Pueblo Libre-Caraz.

C. Red vial vecinal

La Región Ancash presenta una red vial vecinal que carece de buenas condiciones de mantenimiento por falta de recursos. En los últimos años su longitud se ha ampliado y el mantenimiento está a cargo de las comunidades beneficiadas con apoyo de PROVIAS RURAL.

- **La zona costera de la región** presenta vías generalmente asfaltadas, y en buen estado de conservación, debido a que la fisiografía de la zona es llana y poco accidentada. La circulación por ellas es fluida. Las provincias con litoral como Santa, Casma y Huarmey se articulan utilizando la carretera Panamericana.
- **La zona del Callejón de Huaylas**, presenta diferentes niveles de accesibilidad según su fisiografía y la localización dispersa de los centros poblados. La circulación es fluida por el eje longitudinal más bajo del valle debido al buen estado de conservación de las vías, pero es restringida en los flancos y

partes altas de la cuenca por tratarse de trochas carrozables, sin un mantenimiento adecuado. Desde Yuracmarca pasando por La Pampa se llega hacia Corongo y Cusca, mientras que por Tres Cruces se accede hacia Tarica-Sihuas.

- **El Callejón de Conchucos** presenta un sistema vial de carácter vecinal, con una limitada extensión y circulación precaria, conformado generalmente por trochas carrozables y carreteras sin afirmar que unen los poblados desde el túnel Cahuish, cruzando la cordillera hasta Chavín, San Marcos y Huari, con trabajos de mejoramiento y asfaltado. Desde Huari se conecta por una vía afirmada hacia San Luis, Piscobamba, Pomabamba y Sihuas, y a otros distritos como Llama, Yauya, San Nicolás, Parobamba, etc. Además, desde Huari se interconecta hacia Llamellín y Mirgas, y a lo largo del valle del río Pushca se conecta con la localidad de Huacaybamba (Huánuco), luego de cruzar el río Marañón. Desde Sihuas se conecta por el extremo norte hasta Quiches y el sector de Huajlos en el río Marañón. Por otro lado, desde Chuquicara se accede a Cabana, Pallasca y hasta el poblado de Tablachaca.
- **Los Callejones de Huaylas y Conchucos** se interconectan además a través de dos vías que cruzan la cordillera Blanca: Carhuaz-Chacas-San Luis y Yungay-Yanama-Piscobamba-Pomabamba, ambas vías son muy utilizadas y en muchos tramos presentan mal estado de conservación.
- En el lado sur de la región existen conexiones vecinales entre Chaucayán-Pararín-Cotaparaco-Tapacocha-Recuay. A la provincia de Ocros se accede desde el valle del río Pativilca por Mangas-Gorgorillo-Llaclla-Canis-Llipa-Raján-Ocros, y desde aquí también se accede a los poblados de Santiago de Chilcas, Huanchay, Copa y Congas; mientras que el ingreso a Chiquián se bifurca desde el sector de Conococha y hacia Marca desde Raquia. Finalmente, desde Chasquitambo se llega hasta Huayllacayán.

Red marítima

La Región Ancash tiene un puerto marítimo principal y de categoría mayor ubicado en el distrito de Chimbote, provincia de Santa, y que es utilizado principalmente para la exportación de productos pesqueros y mineros. Además, tiene cuatro puertos secundarios y de categoría menor y una caleta (Cuadro 2.9).

En julio del 2001, Compañía Minera Antamina S.A. inauguró las instalaciones del puerto Punta Lobitos, diseñado para exportar los concentrados de cobre y zinc provenientes de Antamina. El terminal cuenta con instalaciones costeras y marinas, un área para recibir, filtrar y almacenar los concentrados, así como un muelle de 271 m de largo, que soporta la faja transportadora hermética de concentrados para realizar las operaciones de embarque.

Cuadro 2.9
Región Ancash: principales puertos, año 2002

Puertos	Categoría	Ubicación	
		Provincia	Distrito
Chimbote	Mayor	Santa	Chimbote
Casma	Menor	Casma	Casma
Culebras	Menor	Huarmey	Culebras
Huarmey	Menor	Huarmey	Huarmey
Samanco	Menor	Santa	Samanco
Santa	Caleta	Santa	Santa
Tortugas	Caleta	Casma	Comandante Noel
Punta Lobitos	Mayor	Huarmey	Huarmey

Fuente: INEI

Infraestructura aérea

La costa de la Región Ancash tiene un aeropuerto ubicado en la ciudad de Chimbote, con una pista de aterrizaje que mide 1 800 x 30 m; se encuentra asfaltado y equipado con un edificio administrativo, servicio de meteorología, comisaría y restaurantes. El transporte de pasajeros está restringido a los aviones tipo Fokker pues no existe servicio comercial regular.

En el área andina, el Callejón de Huaylas cuenta con el aeródromo de Anta que tiene la pista de aterrizaje más grande de la región (3 050 x 30 m), ubicada a una altura de 2 740 msnm y a 15 km al norte de la ciudad de Huaraz. No hay servicio comercial regular desde que se asfaltó la carretera Pativilca-Huaraz, y el transporte está restringido a los aviones Fokker. Generalmente es utilizado por la empresa minera Barrick que opera en la mina Pierina.

Los aeródromos de Casma y Huarmey, con pistas afirmadas, no están en uso porque carecen de condiciones adecuadas para la atención de pasajeros. La disponibilidad de estos aeropuertos y aeródromos tiene efecto directo en la dinámica económica de la zona, fundamentalmente en el aspecto turístico. Un resumen se presenta en el Cuadro 2.10.

Cuadro 2.10
Región Ancash: principales aeropuertos

Aeropuerto Aeródromo	Dimensiones m	Tipo de superficie	Elevación msnm
Anta	3 050 x 30	Tratamiento superficial bituminoso	2 740
Chimbote	1 800 x 30	Tratamiento superficial	21
Casma	--	Afirmado	--
Huarmey	--	Afirmado	--
Huarmey	--	Afirmado	--

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (2002)

Energía

Existen dos centrales hidroeléctricas, la del Cañón del Pato y la de Quitaracsa, que en conjunto tienen una capacidad de generación de energía eléctrica de 227 MW, atendiendo principalmente a las ciudades de Chimbote, Huaraz, Trujillo y las del Callejón de Huaylas, y se encuentran interconectadas al sistema nacional.

Adicionalmente tiene 31 centrales térmicas de capacidad de generación eléctrica muy reducida, 27 de las cuales son administradas por ELECTRO NORTE S.A. y las otras por concesiones.

La Empresa Hidrandina es la encargada de la administración de la energía eléctrica en la ciudad de Huaraz. La energía eléctrica se transmite a través de la Central Hidroeléctrica de Huallanca, ubicada en el Cañón del Pato, y el abastecimiento se realiza a través de la Subestación ubicada en Picup (margen izquierda del río Santa), cuya potencia instalada es de 5 000 Kw.

La topografía y los recursos hídricos de Ancash le otorgan un potencial capaz de atender una demanda energética aún mayor, siendo los recursos hidráulicos los de mayor uso, los que presentan mayores ventajas comparativas en la región y los que resultan más promisorios. En mucha menor proporción se utilizan el petróleo y el carbón para la producción de energía. Es importante indicar que el potencial energético regional puede incrementarse, además de aumentar la capacidad de generación hidroeléctrica, mediante el uso de otras fuentes de energía a petróleo como la térmica, geotérmica, solar y eólica.

Proyectos de irrigación

En la región Ancash existen dos grandes proyectos de irrigación, ambos en la cuenca media del río Santa: Chavimochic y Chincas.

Irrigación Chavimochic

El Proyecto Hidroenergético Chavimochic contempla el mejoramiento del riego y la incorporación de nuevas áreas de cultivo en los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama (región La Libertad). La irrigación ha sido proyectada para mejorar el riego de 95 809 ha e incorporar 42 505 ha, haciendo un total de 138 414 ha útiles, además de solucionar en forma integral y definitiva el déficit de agua potable para la ciudad de Trujillo y pueblos aledaños, con un incremento aproximado de 4 m³/s.

La toma de derivación de las aguas está ubicada en el río Santa, en la bocatoma Chavimochic ubicada a 412 msnm, que permite el desvío de las aguas por las obras de aducción (conducción) construidas en la margen derecha, con un caudal de captación diseñado para 95 m³/s y que discurre por túneles y canales.

El proyecto en funcionamiento se encuentra en la segunda etapa. A la fecha se han construido obras de conducción, distribución e ingeniería que comprende la captación en la bocatoma Chavimochic, hasta el valle de Virú, y la segunda etapa hasta el valle de Moche.

Irrigación Chincas

Este proyecto tiene un esquema de irrigación similar al de Chavimochic, pero la bocatoma de captación se localiza en la margen izquierda del río Santa y el canal de derivación se dirige al sur para complementar el riego del valle de Santa-Lacramarca (16 800 ha), Nepeña (8 300 ha) y Casma-Sechín (4 700 ha) y ampliar la frontera agrícola en los intervalles como los existentes entre los ríos Lacramarca-Nepeña (Tangay, San Antonio, Buenos Aires, Pampa Carbonera) y los ríos Nepeña y Casma (Tortuga, Buenavista, Sechín, etc.), áreas en las que falta agua, además de abastecer de agua potable al cono sur de la ciudad de Chimbote.

La captación se produce en las bocatomas-canales aductores-desarenadores de La Huaca de 35 m³/s, a 232 msnm, y La Vibora de 12 m³/s, y el agua discurre a través del canal de la irrigación Chimbote (IRCHIM) que ha sido ampliado y mejorado.

En la actualidad el canal principal llega hasta el valle de Nepeña, y desde ahí atraviesa un túnel y canal antes de llegar al valle de Casma.

Actividad minera

La franja andina de la región tiene un potencial importante en el sector minero metálico; actualmente se explota oro, cobre, plomo, zinc, plata, molibdeno, etc. (Cuadro 2.11). Asimismo, en el sector minero no metálico dispone de importantes reservas de carbón, caliza, yeso, etc.

El potencial de las reservas de minerales metálicos a nivel de la región es de 24 191 031 toneladas de reservas probadas y 55 118 097 toneladas de reservas probables, siendo el potencial total de 79 309 128 toneladas. El mayor porcentaje corresponde a la gran minería (93.3%) según el Cuadro 2.12.

Cuadro 2.11
Producción de principales minerales metálicos: región Ancash, año 2005
(Contenido fino)

Oro (kg)	Cobre (miles tm)	Zinc (miles tm)	Plomo (miles tm)	Plata (miles kg)
19 609	348 008	277 222	20 674	469 497

Fuente: Anuario Minero del Perú 2004. Ministerio de Energía y Minas.

⁴ Solo en el año 2006 se otorgaron 2 319 concesiones mineras, siendo mayores en las provincias de Bolognesi (375), Huaraz (247), Huari (190), Yungay (155), Huaylas (149), Santa (131), Recuay (128), Corongo (115) y Aija (109) (MEM, 2006).

Cuadro 2.12
Potencial minero metálico: región Ancash

Nivel	Total*	Potencial reservas*	
		Mineral probado	Mineral probable
Gran Minería	74,00	21,00	53,00
Mediana Minería	4,21	2,81	1,40
Pequeña Minería	1,09	0,38	0,71
Total	79,31	24,19	55,12

* En millones de toneladas métricas.

Fuente: Anuario Geográfico Departamental Perfil Antrogeográfico de Ancash. Sociedad Geográfica de Lima, 1990.

Existen en la Región Ancash innumerables concesiones mineras,⁴ especialmente en la zona andina, en las provincias de Bolognesi, Aija, Huaraz, Carhuaz, Huari, Carlos F. Fitzcarrald y Pallasca. Los minerales en explotación y por explotar son cobre, oro, plata, hierro, tungsteno y uranio. En la costa, la siderúrgica de Santa se encuentra en la ciudad de Chimbote.

El crecimiento de la actividad minera en la región ha registrado un auge en los últimos años; entre 1997 y 2004 la producción de oro pasó de 4 a 650 000 onzas finas, y la de cobre de 823 a más de 372 000 toneladas.

Este crecimiento importante en la minería tuvo repercusión en la generación de empleo (8 000 puestos directos y alrededor de 30 000 indirectos), y en la construcción de vías de comunicación como, por ejemplo, la carretera entre Conococha y los yacimientos de Antamina, que interconecta la provincia de Huari con la costa y el resto de la región, así como la provincia de Llata y La Unión (Huánuco).

En la región se ha identificado nueve empresas mineras que desarrollan actividades de gran, mediana y pequeña minería (Cuadro 2.13).

Las principales minas de la región son:

Mina Antamina

Es una mina a tajo abierto donde se explota cobre, zinc y molibdeno de un depósito mineral ubicado a unos 473 km al noreste de Lima por carretera. Tiene dos principales zonas de operaciones:

- Mina: ubicada en la quebrada Antamina, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, donde además existe una planta concentradora (planta de trituración y preparado de concentrados) y la presa de relaves de Yanacancha con capacidad para almacenar 550 millones de toneladas de

relaves, o 330 millones de metros cúbicos durante 23 años de vida útil. Se encuentra ubicada en la cabecera de la quebrada Huincush (afluente del río Ayash) y a 3 km de su planta concentradora.

- **Puerto Punta Lobitos:** ubicado en la costa de Huarney. Las operaciones entre la mina y el puerto están conectadas gracias a un mineraducto (tubería subterránea) que transporta los concentrados que produce la compañía y que recorre 302 km, cruzando el departamento de Ancash.

Mina Pierina

Está ubicada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, a unos 300 km al noroeste de Lima. El acceso a la mina es por la carretera hacia el Callejón de Huaylash hasta el distrito de Jangas, aproximadamente a 36 km de Huaraz.

La minera Barrick inició sus operaciones en Pierina con el minado superficial a comienzos de diciembre de 1998, luego de haber

realizado una inversión de 260 millones de dólares en poco más de dos años. Es una de las principales minas de oro en el país. El mineral es procesado por lixiviación en pilas de relleno de valle. Actualmente emplea a 430 trabajadores, de los cuales más del 98% son peruanos. Además hay un grupo de 450 campesinos provenientes de zonas aledañas que se desempeñan de manera rotativa en actividades complementarias tales como reforestación, control de erosión y obras de desarrollo para sus propias comunidades.

Asimismo, se ha previsto que el costo de producción estaría alrededor de US\$ 50 la onza de oro. Se calcula que las reservas son aproximadamente 7,2 millones de onzas de oro con recursos geológicos de 900 mil onzas.

Mina Huanzalá

La mina Huanzalá extrae plomo, plata y zinc. Se encuentra ubicada en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi. Se conecta con

Cuadro 2.13
Empresas y Unidades Mineras de explotación en la región Ancash

Empresa Minera en explotación	Unidad Minera	Productos	Ubicación		
			Distrito	Provincia	
Gran minería					
Minera Antamina S.A.	Antamina	Cobre, plata, plomo y zinc	Huachis	Huari	
	Antamina N.º 1		San Marcos		
			San P. Chaná		
Minera Barrick Misquichilca S.A.	Pierina	Oro, plata	Independencia	Huaraz	
			Jangas		
			Taricá		
			San Miguel de Aco	Carhuaz	
			Yungay		
Mediana minería					
Cía. Minera Santa Luisa S.A.	Santa Luisa	Cobre, plomo y zinc	Huallanca	Bolognesi	
	El Recuerdo		San Marcos	Huari	
Minera Pachapaqui S.A.	Pachapaqui	Plata, plomo, zinc	Aquia	Bolognesi	
Minera Huallanca S.A.C.	Pucarraju	Plata, plomo y zinc			Huallanca
					San Marcos
Pequeña minería					
Sociedad minera de responsabilidad limitada Magistral S.A.C.	Aquia	Cobre, plomo y zinc	Aquia	Bolognesi	
			Cátac	Recuay	
Cía. Minera Nueva California S.A.	Nueva California	Oro	Yungay	Yungay	
			Ranrahirca		
Minera Hinac S.A.C.	Admirada Atila	Plata, plomo y zinc	La Merced	Aija	
	Amapola 5				
MTZ S.A.C.	Aija	Plata y plomo	Aija		

Fuente: Web del Ministerio de Energía y Minas.

la red vial nacional mediante la carretera Panamericana Norte, en el tramo Lima-Pativilca (203 km), allí se toma el desvío a Conococha (140 km) y se recorren 65 km hasta la mina. Todo el recorrido se realiza a través de carretera asfaltada.

Mina Pachapaqui

La Unidad de Producción de Pachapaqui, perteneciente a la empresa Barcock Consulting Ltda., inició sus operaciones en la mina en la década de los años setenta y continúa con altibajos hasta la actualidad. De esta mina se extrae plata y plomo.

En las operaciones de minado se aplica el método de corte y relleno ascendente; este último es producto de la rotura de la roca encajonante. Luego en la concentradora se realiza el tratamiento del mineral polimetálico mediante el método de flotación diferencial. Las soluciones residuales de los concentrados y los relaves de flotación contaminan el río Pativilca. La nueva administración está elaborando un plan de optimización de sus operaciones que permita minimizar la contaminación, pues la empresa minera está empeñada en cumplir con el cronograma de inversiones de su Programa de Adecuación del Medio Ambiente, para minimizar la contaminación.

El esquema de recuperación de Pachapaqui plantea el método de tratamiento de flotación diferencial; de esta manera puede recuperar los valores contenidos en los minerales polimetálicos en concentrados individuales. Predomina el concentrado de plomo con alta ley de plata.

Mina Contonga

El Proyecto Contonga se encuentra ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, a 470 km en línea recta al noreste de Lima y a 10 km al norte y casi colindante con las operaciones de Antamina. Es una mina a tajo abierto que extrae zinc, plomo y plata.

El acceso desde Lima se hace por vía asfaltada de 526 km, mas 8 km de carretera afirmada, en un tiempo total de 8 horas.

INFRAESTRUCTURA BÁSICA

Servicios de agua, alcantarillado y electrificación

En el Cuadro 2.14 se muestra el acceso de los hogares a los servicios básicos (agua, alumbrado eléctrico y desagüe). El año 2001 el 75,1% de los hogares contaron con agua por red pública, el 61,3% disponían de alumbrado eléctrico y el 39,9% tenían desagüe. En el 2005 el acceso al agua por red pública disminuyó en 4%, el servicio de alumbrado eléctrico se incrementó en 5%, mientras que el servicio de desagüe aumentó en 5,5 %.

Cuadro 2.14

Ancash: acceso de los hogares a servicios básicos

Tipo de servicios básicos	Años (en %)	
	2001	2005
Agua por red pública dentro de la vivienda	75,7	71,7
Alumbrado eléctrico	61,3	66,3
Desagüe por red pública dentro de la vivienda	39,9	45,1

Fuente: INEI – X Censo de Población y V de Vivienda, 2005.

Existen grandes diferencias en cuanto a la electricidad. Si bien el 90,7% de los hogares de los centros urbanos tienen electricidad, solo el 64,4% tienen electricidad dentro de las comunidades más pequeñas y solo 1,2% tienen este servicio en las comunidades rurales. Las necesidades de combustible fuera del centro urbano son cubiertas con leña u otro material combustible.

Un porcentaje sustancial de familias que viven en centros urbanos tienen sistema de desagüe conectado a una red pública (47,6%) mientras que esta cifra disminuye a 8,5% y 3,4% en el resto de las comunidades más pequeñas y rurales. Las campañas sanitarias realizadas por el Ministerio de Salud y por los organismos no gubernamentales (ONG) que han trabajado dentro del área han introducido la utilización de letrinas en algunas de las comunidades. Por lo tanto, aproximadamente el 14,3% de las familias urbanas tienen una letrina: 12,2% en las comunidades rurales y solo 5,1% en las comunidades pequeñas.

El 67,9% de las familias están informadas acerca de lo que ocurre en el Perú y el mundo por medio de la radio. Este medio de comunicación está presente casi por igual en comunidades urbanas y rurales. Por otra parte, la televisión es vista por el 60,5% de las familias en los centros urbanos, por el 30,5% en las poblaciones más pequeñas y solo por el 12,2% en las comunidades rurales. Esta diferencia probablemente se deba a la falta de electricidad en las últimas.

El Cuadro 2.15 presenta información sobre propiedad de viviendas y los servicios básicos existentes.

Cuadro 2.15

Propiedad de vivienda y servicios básicos

Características	Total (%)	Centro urbano (%)	Pequeña comunidad (%)	Comunidad rural (%)
Posee su propia vivienda	90,8	88,4	94,9	89,0
Tienen agua corriente	81,5	95,3	91,5	67,1
Tienen electricidad	42,4	90,7	64,4	1,2
Tienen servicios higiénicos	19,7	47,6	8,5	3,4
Tienen letrinas	10,4	14,3	5,1	12,2
Cantidad de familias	184,0	43,0	59,0	82,0

Fuente: Estudio de Hogares, 1997.

Los materiales de construcción que se usan comúnmente para el techo son tejas y planchas de calamina, sin embargo un gran porcentaje son de concreto armado. En el caso de las paredes predomina el adobe o la tapia, seguido del ladrillo o bloque de cemento y estera, mientras que los pisos suelen ser de tierra afirmada. La mayoría de las casas de las comunidades rurales tienen uno o dos cuartos, mientras que las casas de los centros urbanos tienen cuatro o más cuartos. La cocina tiende a estar separada del complejo de vivienda en todos los casos.

El suministro de agua del 81,5% de los hogares es por medio de caños de uso colectivo. Solo las familias que habitan los centros

urbanos acceden a un adecuado suministro de agua para sus hogares. No obstante, este elemento que es tan vital para la salud de la población no es potable en la mayoría de los casos. Dos tercios de las familias en los centros rurales consumen agua de tuberías mientras que el tercio restante es abastecido con manantiales que provienen de las montañas.

Un resumen de las características de los materiales de construcción usados en las paredes, techo y pisos se presenta en el Cuadro N° 2.16.

Cuadro 2.16
Materiales de construcción en las viviendas

Tipo de material	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Paredes	232 407	100,00
De ladrillo o bloque de cemento	75 515	32,49
Piedra o sillar con cal o cemento	280	0,12
Adobe o tapia	136 178	58,59
Quincha	2 483	1,07
Piedra con barro	1 050	0,45
Madera	2 160	0,93
Estera	12 535	5,39
Otros	2 206	0,95
Techo	232 407	100,00
De concreto armado	51 548	22,18
Madera	511	0,22
Tejas	66 173	28,47
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	61 615	26,51
Caña o estera con torta de barro	11 682	5,03
Estera	26 743	11,51
Paja, hojas de palmeras, etc.	13 396	5,76
Otros	739	0,32
Pisos	232 407	100,00
Parquet o madera pulida	1 619	0,70
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	1 710	0,74
Losetas, terrazos o similares	10 700	4,60
Madera (entablados)	1 258	0,54
Cemento	80 606	34,68
Tierra	135 652	58,37
Otro	862	0,37

Fuente: INEI – X Censo de Población y V de Vivienda, 2005.

CAPÍTULO III

CONTEXTO CLIMÁTICO

GRISELDA LUQUE P.

MARCO CLIMÁTICO GENERAL

La ubicación geográfica de la Región Ancash dentro de la zona intertropical (tropical y subtropical) proporciona un clima cálido, húmedo y lluvioso; sin embargo, la presencia de ciertos factores que se relacionan entre sí, ha modificado las condiciones climáticas. Estos factores son:

- Altitud
- Anticiclón del Pacífico Sur
- Anticiclón del Atlántico Sur
- Relieve andino
- La Corriente Peruana
- Corriente de El Niño

Comprende tanto una franja costera, poco accidentada, como los más altos nevados del Perú (el Huascarán con 6 768 msnm). En las zonas altas de la sierra el relieve es abrupto y la cordillera de Los Andes se divide en dos cadenas de montañas llamadas cordillera Blanca y cordillera Negra, que forman el Callejón de Huaylas (aproximadamente 110 km de longitud) y por el cual discurre el río Santa que se abre paso por los Andes a través del Cañón del Pato y desemboca en el océano Pacífico. Hacia el este se encuentra el Callejón de Conchucos, desde donde descienden importantes valles hacia el río Marañón, límite oriental de la región en muchos sectores.

Ancash presenta un clima variado e influenciado por el mar de la costa y la altitud del área andina. La costa y el piso inferior de la vertiente occidental presentan un clima desértico, con lluvias escasas y mal distribuidas. La zona de los pisos medios de las vertientes andinas oriental y occidental, así como el Callejón de Huaylas, presentan un clima templado y seco; la ciudad de Huaraz posee un clima semiseco y semifrío, con una temperatura media máxima de 23,9 °C (75,0 °F) y una mínima de 7,1 °C (44,8 °F). La temporada de lluvias ocurre entre los meses de octubre y marzo.

En las zonas de puna y alta meseta, el clima es frío y seco, y en las cumbres nevadas es muy frío. La zona comprendida al este de la cordillera Blanca, en el fondo del valle formado por el Marañón,

cuenta con un clima cálido-húmedo, con temperaturas altas durante el día y la noche.

A. En la costa (0 a 1 000 msnm), el clima es templado con alta humedad atmosférica a lo largo del año y nubosidad constante durante el invierno. Las lluvias son escasas, excepto en los años con presencia del fenómeno de El Niño, que origina abundante lluvia y que causa estragos en la infraestructura social y económica de la región.

B. En el área andina (vertiente occidental, entre 1 000 y más de 6 000 msnm), el clima está íntimamente relacionado con la topografía y varía de acuerdo a los pisos altitudinales.

El piso altitudinal entre 2 000 a 3 500 msnm presenta un clima templado de montaña tropical con temperaturas medias anuales entre 11 y 16 °C, y máximas absolutas que sobrepasan los 20 °C. Los descensos de temperatura en forma brusca (<0 °C) producen heladas. La sequedad atmosférica disminuye a medida que la altitud aumenta y las precipitaciones anuales son superiores a 500 mm, pero menores de 1000 mm.

El clima de este piso es ideal para el hombre y en él se localizan importantes ciudades como Huaraz, Yungay, Caraz, Recuay, Huari, Lamellín, San Luis, Piscobamba, Pomabamba, Sihuas, Corongo, Cabana, Chiquián, Chacas, entre otras.

El piso superior (entre 3 500 a 5 000 msnm) corresponde a la puna o alta meseta andina, por ejemplo el área donde se ubica la laguna de Conococha, en las nacientes del Santa; presenta clima templado frío de alta montaña tropical en la clasificación climática de Troll y H. Paffen, con temperaturas medias anuales comprendidas entre 7 y 10 °C, y máximas absolutas generalmente superiores a 20 °C.

El piso altitudinal de muy alta montaña andina (5 000 a 6 746 msnm) es el paisaje blanco de las nevadas de alta montaña, cuyo mejor representante es el nevado Huascarán. El clima es frío, con temperaturas constantes inferiores a 0 °C y mínimas que llegan a 24 °C bajo cero (Huascarán)

Además, en el valle formado por el río Marañón se observa un clima subtropical, con altas temperaturas y humedad atmosférica constante.

ESTACIONES CLIMÁTICAS

Se tiene conocimiento de la existencia de una red de 13 estaciones meteorológicas en la región Ancash operadas por SENAMHI, como se muestra en el Cuadro 3.1.

PARÁMETROS CLIMÁTICOS

Régimen de temperaturas

Los regímenes de temperaturas promedio de la región Ancash son los siguientes:

- Enero a marzo: 14,29 °C.
- Abril a junio: 13,91 °C.
- Julio a septiembre: 12,9 °C.
- Octubre a diciembre: 12,97 °C.

Las variaciones de la temperatura están muy vinculadas a la altitud, y van desde 0 °C (nevados) a 24 °C (costa). Las temperaturas promedio anuales oscilan entre 16 °C (2 200 – 3 000 msnm) y 12 °C (3 000 – 3 800 msnm). Por encima de 3 800 m ya no es posible que la agricultura se desarrolle debido a las heladas y nevadas.

Los estudios efectuados dentro de la cuenca del río Santa (ONERN, 1972) han establecido variaciones medias anuales que van desde 20 °C en la costa, hasta 6 °C en las partes más altas, dando lugar a un rango de valores térmicos que tipifican a cada uno de los

pisos altitudinales dentro de la cuenca. Así por ejemplo, para el sector comprendido entre 2 800 y 3 700 msnm se ha estimado un valor promedio de 10 °C, mientras que el área comprendida entre 3 700 y 4 200 msnm tiene temperaturas promedio de 6 °C (estaciones meteorológicas Conococha y Parón a más de 4 000 msnm).

Huaraz, una de las ciudades más importantes de la región, tiene una media anual de temperatura de 23,74 °C y la mínima es de 9,61 °C. En Chimbote la media anual de temperatura máxima es de 23,37 °C y la mínima de 16,14 °C para el periodo 1964-2005.

Asimismo, al analizar la información sobre los promedios multianuales de las temperaturas de la ciudad de Huaraz para el periodo 1973-2004, se sabe que la temperatura mínima promedio se registra en el mes de julio (5,6 °C) y la temperatura máxima en septiembre (24,95 °C) (Fig. 3). La temperatura promedio máxima se registró en el año 1992 y fue de 26,09 °C, en tanto que la temperatura promedio mínima ocurrió en el año 1996 y fue de 6,40 °C (Fig. 4).

En el caso de la ciudad de Chimbote, durante el periodo 1964-2005, la temperatura mínima promedio se registró en el mes de septiembre (14,59 °C) y la temperatura máxima en febrero (27,56 °C) (Fig. 5). La temperatura promedio máxima en ese mismo periodo se registró en el año 1997 y fue de 27,34 °C, mientras que la temperatura promedio mínima se presentó en el año 1967 y fue de 12,26 °C (Fig. 6).

Cuadro 3.1
Estaciones meteorológicas y temperatura mínima absoluta de la región Ancash

Código	Estación	Longitud	Latitud	Altitud	Periodo Histórico			NYR	T Min. Absoluta	
									T (°C)	Fecha
000433	Santa	-78,61694	-8,98361	30	Ene-1965	--	Dic-1986	22	8,0	17-May-1985
140399	Chimbote	-78,51694	-9,13361	11	Ene-1965	--	Oct-1993	29	6,3	10-Nov-1967
000400	Huaraz	-77,52514	-9,51681	3 038	Ene-1950	--	Sep-1978	29	-2,2	30-Jul-1974
000413	Punta Culebras	-78,21694	-9,95028	20	Ene-1955	--	Dic-1996	42	12,0	09-Ago-1985
000435	Buena Vista	-78,20028	-9,43361	419	Ene-1966	--	Dic-2003	38	8,6	08-Jul-1966
000440	Aija	-77,60725	-9,78164	3 360	Ene-1966	--	Dic-2003	38	0,2	28-Nov-1975
000441	Recuay	-77,45403	-9,72947	3 462	Feb-1964	--	Dic-2003	40	-8,2	31-Jul-1964
000443	Pomabamba	-77,46694	-8,78361	3 000	Ene-1989	--	Dic-2003	15	0,0	30-Jun-1994
000444	Yungay	-77,75103	-9,14992	2 537	Ene-1996	--	Abr-2004	9	2,8	17-Jul-2003
000445	Chavin	-77,17553	-9,58633	3 140	Ene-1986	--	Dic-2003	18	-2,6	14-Ago-2001
000530	Huarmey	-78,16694	-10,08361	20	Ene-1966	--	Dic-2003	38	7,8	10-Nov-1967
000538	Chiquián	-77,15028	-10,15028	3 350	Feb.1964	--	Dic-2003	40	-1,5	14-Jul-2003
140434	Anta	-77,60028	-9,35028	2 748	Abr.1971	--	Abr-1995	25	0,0	12-Jun-1986

Fuente: SENAMHI

NYR: Número de años de registro

T: Temperatura

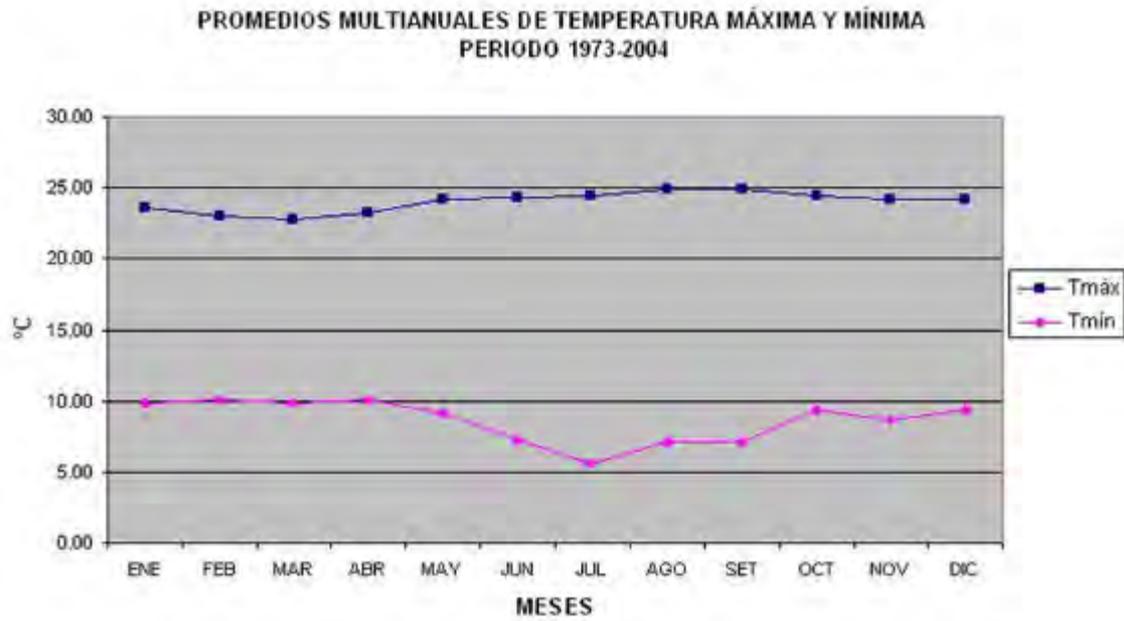


Fig. 3 Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Huaraz, periodo 1973-2004 (Fuente: <http://www.tutiempo.net/clima/Anta_Huaraz/845420.htm>).

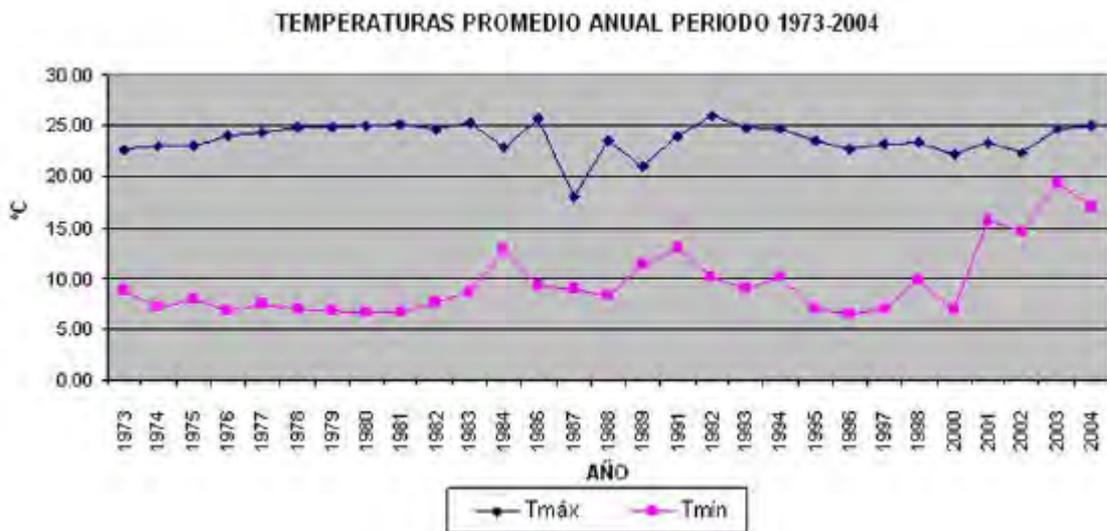


Fig. 4 Temperatura promedio anual en la ciudad de Huaraz, periodo 1973-2004 (Fuente: <http://www.tutiempo.net/clima/Anta_Huaraz/845420.htm>).

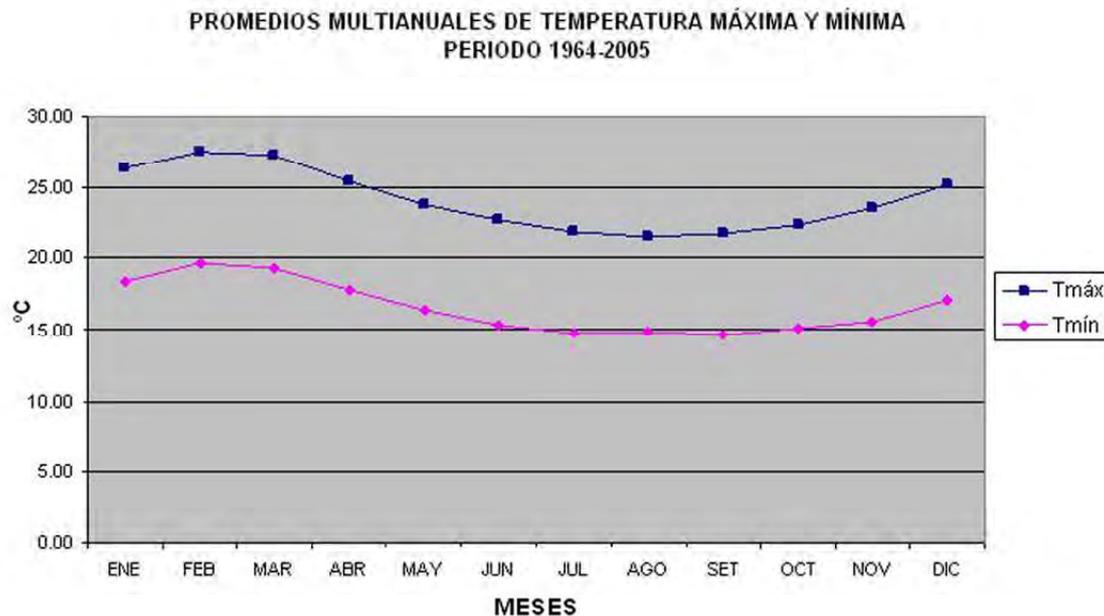


Fig. 5 Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chicla, periodo 1964-2005 (Fuente: <<http://www.tutiempo.net/clima/Chicla/845310.htm>>).

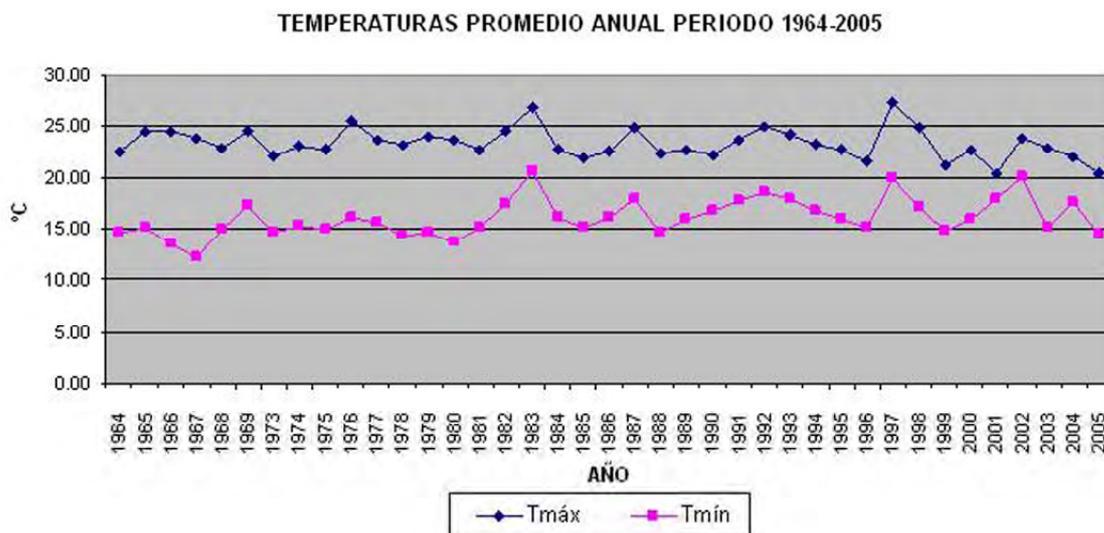


Fig. 6 Temperatura promedio anual en la ciudad de Chicla, periodo 1964-2005. (Fuente: <http://www.tutiempo.net/clima/Chicla/845310.htm>)

Régimen de precipitaciones

De acuerdo con la información disponible, la precipitación pluvial en la región varía desde escasos milímetros en la costa árida, hasta un promedio de 1 000 mm en el sector de puna. Este fenómeno se encuentra estrechamente relacionado con la altitud.

La precipitación media anual registrada varía entre 174,4 mm (Huallanca) y 773 mm (Ticapampa). Las lluvias son de carácter

estacional y generalmente ocurren en los meses de enero a marzo. En las cimas del Callejón de Huaylas son más intensas y frecuentes, y lo contrario ocurre en la parte baja.

En cuanto a la variación en el tiempo dentro del ciclo hidrológico, existe una marcada variación pluvial intermensual, presentándose las mayores precipitaciones (80%) durante el periodo comprendido entre los meses de diciembre a marzo.

En Chimbote la precipitación media acumulada anual durante el periodo 1964-2005 fue de 9,3 mm y en Huaraz fue de 785,65 mm para el periodo 1953-2005.

acumulada en la ciudad de Chimbote para el mismo periodo. El periodo considerado es el lluvioso (septiembre-mayo) y la mayor precipitación fue de 58,67 mm y ocurrió en el año 1973.

En la Figura 7 se muestra la variación anual de las precipitaciones promedio acumuladas durante el periodo 1964-2005 en las estaciones de Chimbote, Huaraz, Conococha, Llanganuco y Conchucos, y en la Figura 8 la variación de la precipitación

El Mapa 1 muestra la distribución de isoyetas de precipitación para el periodo lluvioso (septiembre-mayo), y el Mapa 2 la distribución de precipitaciones durante el evento El Niño de 1997-1998, ambos elaborados por el SENAMHI.

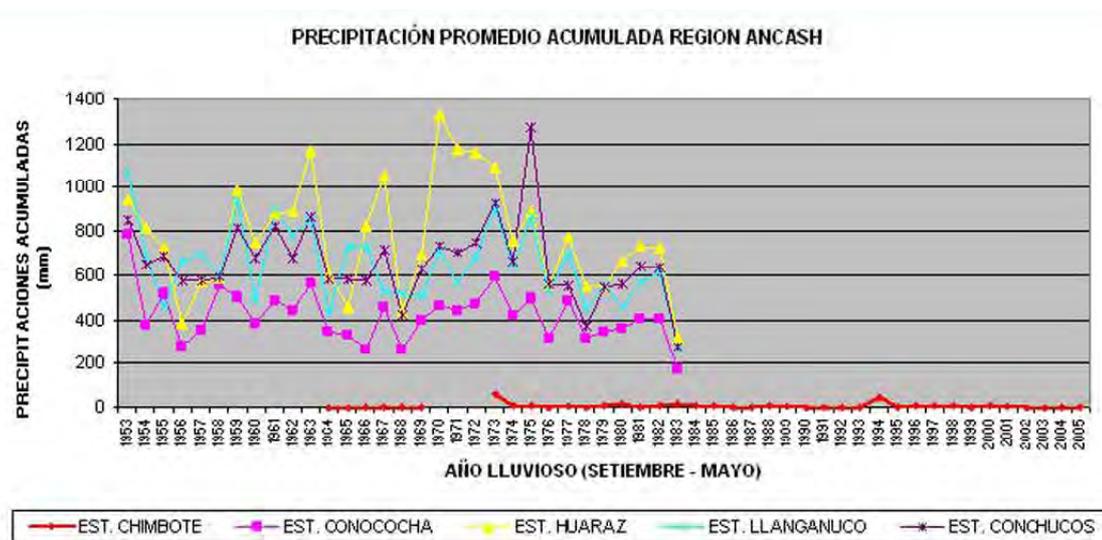


Fig. 7 Precipitación promedio acumulada de cinco estaciones en la región Ancash (Fuente: Hidroservice Engenharia de Projetos, 1984).

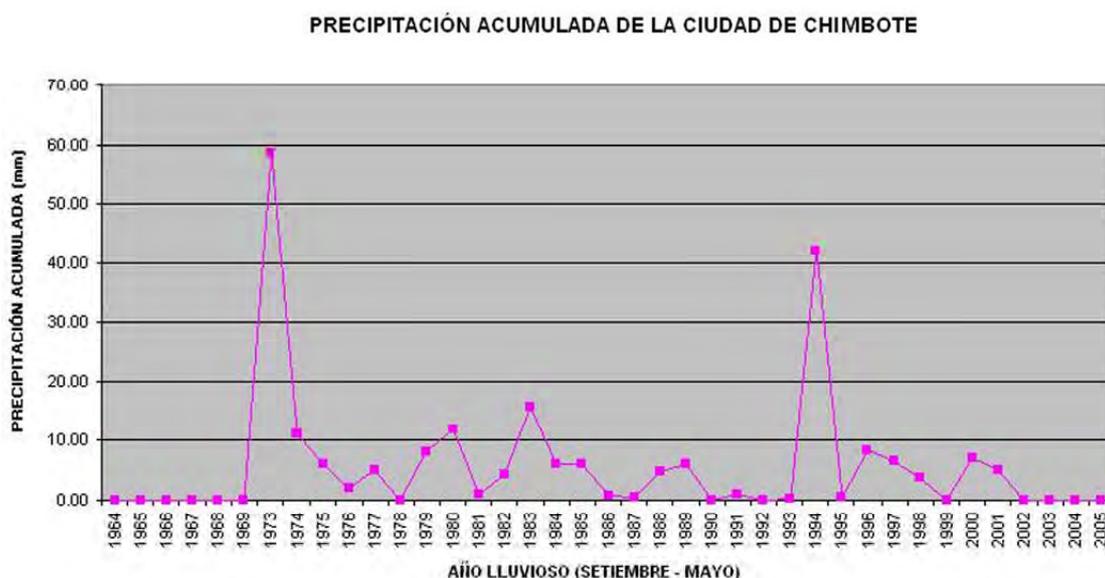


Fig. 8 Precipitación acumulada para la ciudad de Chimbote (Fuente: <<http://www.tutiempo.net/clima/Chimbote>>).

Humedad relativa

Estos son los valores registrados en la Región Ancash:

- Enero a marzo: 73.66%
- Abril a junio: 66.12%
- Julio a septiembre: 64.46%
- Octubre a diciembre: 66.45%

En términos generales la humedad relativa es mayor en la costa (81%) que en la sierra (61%).

Evaporación

Los valores estadísticos son muy irregulares dentro de cada sector pero, en forma general, la mayor evaporación se registra en la sierra con un promedio de 1 400 mm al año; le sigue la puna con 1 100 mm y por último la costa con 870 mm al año. Estos valores se deben a que el sector altitudinal medio de la zona registra el más alto índice de insolación anual, factor directamente proporcional a la evaporación y relacionado con el suelo y las plantas.

La evaporación es mayor a medida que se progresa en altitud.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para diferenciar los climas presentes en la Región Ancash se utilizó la clasificación climática de Thornthwaite. Este método destaca las zonas que por su extensión y relieve topográfico presentan características climáticas peculiares. Así se han diferenciado nueve tipos de climas cuyas características se resumen en el Cuadro 3.2.

VEGETACIÓN Y UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO

Dada la necesidad de disponer de información sobre la susceptibilidad de un área determinada a la ocurrencia de movimientos en masa en función del factor de cobertura vegetal existente, se preparó el mapa de distribución de la cobertura vegetal para la región Ancash, tomando como base el mapa forestal (ONERN, 1978) y el mapa ecológico del Perú (INRENA, 1995), elaborados a escala 1:1 000 000. Se diferenciaron zonas con tipo

Cuadro 3.2
Climas en la región Ancash

Tipo	Altitud (msnm)	Características principales	Algunas localidades
Cálido semiseco C(o,i)A₁H₃	500 - 2 000	Deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Valle del río Marañón.
Semicálido semiseco C(o,i,p)B₂H₃	2 000 - 3 000	Deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Caraz, Carhuaz, Yungay.
Semifrío semiseco C(o,i,p)B₃H₃	3 000 - 4 000	Deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Conchucos, Corongo, Huaraz, Cabana, Chiquián, Huari.
Semifrío lluvioso B(o,i)B₃H₃	2 000 - 3 000	Deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Sihuas, Pomabamba.
Frío lluvioso B(o,i)C₃H₃	3 000 - 4 000	Deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Huallanca.
Cálido lluvioso E(d)B₁H₃	4 - 2 000	Deficiencia de precipitación en todas las estaciones del año, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Casma, Nepeña, Chimbote, Nuevo Chimbote, Huarmey, Culebras.
Frío semiseco C(i)C₃H₃	4 000 - 5 000	Deficiencia de lluvias en invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Chavín de Huántar, San Marcos, Catac.
Polar lluvioso B(i)F₂H₂	5 000 - 6 746	Deficiencia de lluvias en invierno, con humedad relativa del 45% a 64%. Calificada como seca.	Lugares de nieve perpetua (glaciares de la cordillera Blanca).
Semifrío B(i)D₃H₃	3 000 - 4 000	Deficiencia de lluvias en invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.	Mangas, Huasta.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 1988).



MAPA DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA PARA EL PERIODO LLUVIOSO (Septiembre-Mayo)

Precipitación mm.

- 5-10
- 10-50
- 50-100
- 100-200
- 200-500
- 500-700

SIMBOLOGÍA

- Río
- Río intermitente
- Río secundario
- Quebrada
- Quebrada normal
- Quebrada intermitente
- Quebrada secundaria
- Límite litoral
- Vía asfaltada
- Vía afirmada
- Vía sin afirmar
- Truque con cable
- Vía en construcción
- Vía en proyecto
- Capital departamental
- Capital provincial
- Capital distal
- Ciudad
- Legunas

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

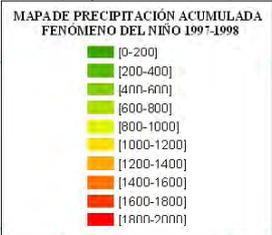
INGEMMET

ISOJETAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADAS EN EL PERIODO LLUVIOSO (SEPTIEMBRE-MAYO)
REGIÓN ANCASH
Escala: 1:500,000

PROYECTO DEL TERRITORIO DE MINAS
DATUM GEOCENTRAL SISTEMA GEOCENTRO METRICO VGS84 COORD. 15 Sur

Fuente: SENAMHI, Atlas de Peligros Naturales, 2003.

PÁGINA EN BLANCO



LA LIBERTAD

HUÁNUCO

OCEANO PACÍFICO

LIMA

- SIMBOLOGÍA**
- ~ Río
 - ~ Río intermitente
 - ~ Río secundario
 - ~ Quebrada
 - ~ Quebrada normal
 - ~ Quebrada intermitente
 - ~ Quebrada secundaria
 - Límite litoral
 - Vía asfaltada
 - Vía afirmada
 - Vía sin afirmar
 - Tronche construída
 - Vía en construcción
 - Vía en proyecto
 - Capital departamental
 - Capital provincial
 - Capital distrital
 - Ciudad
 - Leguñas

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET
ISOJETAS DE PRECIPITACION
FENÓMENO DEL NIÑO 1997-98
REGION ANCASH
Escala 1:500,000
PROYECTO DEL TERRITORIO DE ASESOR
DISTRITO REGIONAL SISTEMA GEOGRAFICO INTEGRAL VIGILANZA 2004. 15 Km

Fuente: SENAMHI, Atlas de Peligros Naturales, 2003

MAPA N° 2

PÁGINA EN BLANCO

de vegetación dominante tomando en cuenta las características de densidad o ausencia de vegetación (Mapa 3).

En la región Ancash existen doce zonas con tipos de vegetación diferenciada:

- Desierto costanero: Ocupa las primeras estribaciones del flanco andino, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1 500 msnm, extendiéndose a lo largo del litoral desde Huarney a Lacramarca.

No existe vegetación o es muy escasa, apareciendo especies halófilas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso y monótono arenal grisáceo eólico. Su temperatura media varía de 19,5 °C a 22,9 °C, con una precipitación media anual de 2,3 y 21,6 mm.

- Montañas sin vegetación: De topografía generalmente abrupta, las únicas formas de vida observables son algunas algas sobre la nieve misma, así como minúsculos líquenes crustáceos que crecen sobre las rocas de color oscuro, en los límites inferiores del sector nival. Se desarrolla en áreas de glaciares que se extienden a lo largo de las crestas de los Andes, por encima de 5 000 msnm, donde las temperaturas promedio llegan a -1,5 °C y la precipitación media anual oscila entre 500 y 1000 mm. Tienen importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico por los ríos de ambas vertientes, las lagunas, los cuerpos de agua y los bofedales altoandinos, así como para el desarrollo turístico de la región.
- Pastizales y cultivos de secano: El relieve varía de plano o suave, propio de las terrazas de los valles interandinos, a inclinado, típico de las laderas que encierran a dichos valles. La vegetación primaria se ha deteriorado como consecuencia del uso agrícola y ganadero, ya que constituyen zonas con muy buenas condiciones bioclimáticas y consecuentemente muy favorables para estas actividades. Esta zona ha sido sustituida en gran parte por los cultivos que necesitan de riego o de la lluvia en los límites superiores de la formación, siendo un indicador muy significativo el eucalipto y el maguey. En las viviendas es común encontrar tanto el quinual como el sauco, aparentemente bajo un cuidado riguroso como planta cultivada. Ocupan los valles mesoandinos entre 2 500 y 3 800 msnm, a veces llega hasta 4 000 msnm, con temperaturas medias de 7,3 °C y 13,10 °C, y precipitaciones de 498 mm y 1 154 mm. Se cultiva preferentemente papa, oca, olluco, mashua, chocho, cañihua, quinua, cebada, haba y arveja. Ocupan áreas del callejón de Huaylas y las localidades importantes de la zona son: Corongo, Aija, Huaraz, Yungay, Caraz y Recuay.
- Vegetación herbácea, arbustiva y semiarbustiva natural: El relieve es generalmente accidentado, variando a colinado y ondulado propio del modelaje glacial. La vegetación es muy

abundante, con flores diversificadas, arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminal así como plantas arrossetadas y de formas almohadilladas, algunas se asemejan a musgos. En lugares pedregosos se encuentran líquenes de tallo crustáceo y arbustos erguidos cuya altura no pasa de 0.5 m. Los manojos altos de gramíneas pueden encontrarse en los pedregales y con menor frecuencia en las rocas. Entre los 4 600 y 4 700 desaparece la vegetación en el suelo terroso aun cuando sus proximidades carecen de nieve persistente y glaciares, en cambio sobre rocas situadas a 5 100 msnm existen líquenes y algunos musgos. La temperatura promedio anual es de 3,2 °C y 687,9 con una precipitación media anual de 1 020,2 mm. Se extienden a lo largo de la cordillera de los Andes.

- Gramíneas, herbáceas y bosque residual con poca intervención antrópica: Son áreas bastante extensas, suaves a ligeramente onduladas y colinadas, con laderas de moderado a fuerte declive, que llegan a presentar afloramientos rocosos en muchos casos. Se caracterizan por una abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas del hábitat perenne, incluyendo la grama salada. Debido al intenso sobrepastoreo, prolifera la chaca o romero, que se refleja en una vegetación rala, abierta y de porte bajo. Entre las especies forestales más comunes se observa en forma aislada o formando bosques residuales, árboles pequeños como el quinual y el usuch o cincush (puya raimondi). Se extiende entre 3 100 y 4 500 msnm. Presentan los mejores pastos naturales y tienen la mayor capacidad de producir este tipo de plantas para el sostenimiento de una ganadería productiva recharacterizada por el ganado lanar (ovinos). La temperatura media oscila entre 3,8 y 6 °C, con una precipitación media de 584,2 y 1 088,5 mm.
- Áreas de cultivo: El relieve topográfico es predominantemente suave a ondulado, volviéndose quebrado hasta abrupto en el interior de los valles costeros. En la costa se cultivan bajo riego y con fines comerciales, destacando el algodón, la caña de azúcar, el arroz, las hortalizas, los frijoles, el maíz amarillo duro, la yuca, los cítricos y los forrajes tropicales en donde existe agua permanente. Las temperaturas medias anuales presentan menor contraste, pues fluctúan de 22,4 a 24,6 °C, en tanto que la precipitación media anual va desde 122,6 a 222,7 mm. Estas áreas se extienden al interior del valle del río Casma con altitudes que varían desde casi el nivel del mar hasta 200 msnm. Dentro de esta zona se encuentra Pariacoto y Chasquitambo, esta última sobre el río Fortaleza. Actualmente la Región Ancash cuenta aproximadamente con 111 000 has cultivadas, de las cuales el 93,4% son de cultivos transitorios, 1,48% de cultivos permanentes y 5,12% de pastos cultivados. Se caracterizan por su notable dispersión y fragmentación, apareciendo como angostas fajas a lo largo de los cursos de agua de los valles interandinos.

- **Áreas cultivadas de frutales de hueso:** La configuración topográfica es predominantemente accidentada, con pendientes pronunciadas que sobrepasan el 70% alternando con algunas áreas de topografía más suave. La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas así como arbustos, semiarbustos y cactáceas. En esta zona se recultiva intensamente frutales de hueso, aunque actualmente el uso es limitado. Se extiende dentro de la región costera, ocupando la porción inferior e intermedia del flanco occidental andino entre 2 000 y 2 400 msnm, con una temperatura promedio de 16,8 °C y precipitación media de 110 mm.
- **Zonas urbanas y rurales:** Las primeras son generalmente planas, con desarrollo urbano y proyecciones urbanísticas en sus áreas adyacentes; la mayor concentración de población en la zona de costa se encuentra en la ciudad de Chimbote, seguida por Nuevo Chimbote, Santa, Casma y Huarmey. En la sierra, la zona urbana está representada por la ciudad de Huaraz, aunque la expansión de los últimos años ha originado el crecimiento de asentamientos urbanos como Recuay, Caraz, Yungay y Carhuaz en el valle del río Santa. En el Callejón de Conchucos destacan las localidades de Sihuas, Pomabamba, San Luis, Huari, Chavín y Chiquián, conformando áreas planas a ligeramente inclinadas. Ellas se caracterizan por estar deforestadas o por ser antiguas áreas agrícolas que se han urbanizado. Las zonas rurales se caracterizan por agrupaciones de viviendas esparcidas en zonas de ladera y planicies, con desarrollo de actividades agrícolas o ganaderas, entre ellas sobresalen Lacramarca Alta, Cruz Pampa, Buenavista, Santa Cruz, Rinconada, entre otras muchas menores de las zonas andinas.
- **Área con actividad minera:** Zonas con baja a fuerte actividad minera (metálica y no metálica), desarrollo de carreteras de acceso, botaderos y actividad urbano-minera asociada. Incluye concesiones, minas activas, prospectos de exploración en desarrollo, minas paralizadas y no metálicas (carbón, yeso y cal). Algunas áreas rurales muy pequeñas se ubican dentro de las concesiones. Destacan en esta zona las grandes áreas de operaciones actuales como las de Antamina y Contonga en San Marcos, y Pierina en Huaraz. Entre las menores se cuenta a Huanzalá y Pachapaqui en la provincia de Bolognesi.
- **Zonas con cobertura hídrica:** Son cuerpos de agua que se encuentran estancados o son de movimiento lento, pueden tener un origen natural o artificial. Tienen usos recreacionales, agropecuarios, piscícola, para generar energía, y para abastecimiento de agua y riego. Dentro de esta unidad se encuentran las lagunas de origen glacial que abundan en la región (véase el Capítulo V).
- **Áreas naturales protegidas:** Son espacios continentales reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado como tales debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. En esta región se encuentra el Parque Nacional del Huascarán⁵ ubicado entre los Callejones de Huaylas y Conchucos, y considerado patrimonio natural de la humanidad. El área está conformada por más de 100 picos nevados, 250 lagunas, y una rica flora y fauna silvestres, que pertenecen a la inigualable cordillera Blanca, siendo el mayor atractivo el nevado Huascarán considerada la montaña tropical más alta del mundo con 6 746 metros, y el Alpamayo, que es considerada la montaña más bella del planeta.

En este parque destaca la imponente puya raimondi, que alcanza 12 metros de altura, produce 8 000 flores y diez millones de semillas. La puya vive hasta cien años y es polinizada por el *Patagona gigas*, el picaflor más grande del mundo. También es hábitat de 776 especies de plantas, 112 aves y más de 10 mamíferos, entre ellos el gato andino, el oso de anteojos, la chinchilla real y la taruca, que están en peligro de extinción. Otra de las áreas en vía de categorización es la Zona Reservada de Huayhuash, establecida en diciembre de 2002 y orientada a mantener la integridad en los procesos naturales de los ecosistemas de alta montaña y la protección de su excepcional belleza paisajística, así como asegurar la regulación del recurso hídrico en las nacientes de los ríos Pativilca y Marañón. Se pretende asegurar no solo su conservación, sino también el derecho de las comunidades campesinas de la localidad a seguir aprovechando de manera sostenible los recursos naturales renovables locales.

Cobertura vegetal, uso de suelo y susceptibilidad

La Región Ancash presenta suelo accidentado en la sierra, por lo que la extensión de las tierras apropiadas para fines agrícolas es reducida. Por otro lado, el desarrollo de la agricultura se encuentra condicionado no solamente por el terreno accidentado sino también por la eficiencia con la que se maneja este recurso. Se caracteriza por su baja fertilidad, deficiencia en nitrógeno y escaso contenido orgánico; son poco profundas, inestables y susceptibles a la erosión hídrica (pluvial) que tipifica a las extensas tierras en laderas inclinadas del espacio cordillerano de la región, tanto en la vertiente Pacífica como en los callejones de Huaylas y Conchucos. En contraparte, zonas extensas con suelos aluviales y eólicos conforman las planicies costaneras en forma de terrazas y abanicos

⁵ <http://www.peruecologico.com.pe/areaprotegida_huascarana.htm>

aluviales y proluviales, en algunos casos con mezclas de acumulaciones eólicas y residuales, que pueden ser utilizados como tierras para la agricultura.

Algunos autores consideran que la presencia de cobertura vegetal en una ladera ayuda a la disminución de los procesos de los movimientos en masa, o en el mejor de los casos retarda su evolución. Su función principal es contribuir al control de la erosión de laderas (cárcavas, surcos). Por tanto, la vegetación es la interfase de interacción entre el suelo y la atmósfera, que se evidencia en una serie de efectos hidrológicos y mecánicos, y juega un papel importante en el control de los procesos de degradación como elemento de protección, y es vital para la conservación del suelo.

La vegetación cumple las siguientes funciones:

- a) **Intercepción:** El follaje denso contribuye a la reducción del volumen de la precipitación que llega al suelo y de la cantidad de agua capaz de producir remoción y movilización del suelo. La vegetación herbácea disipa la energía cinética de las gotas de lluvia, evita el impacto y controla la erosión pluvial.
- b) **Protección de la superficie del suelo:** La vegetación herbácea controla la erosión pluvial. El follaje disminuye la intensidad de la lluvia en el nivel local.
- c) **Escorrentía superficial:** El follaje, los tallos, las raíces y los residuos orgánicos en superficie (hojarasca) disipan la energía cinética de la lluvia y las escorrentías.
- d) **Sujeción del suelo:** Las raíces fibrosas amarran el suelo superficial y de esta manera evitan su remoción. Las raíces ayudan a reforzar el suelo, incrementan el esfuerzo cortante y contribuyen a la estabilización de una masa en deslizamiento.

Usualmente el pastoreo de ganado se realiza en áreas de vegetación herbácea y arbustiva estacional. Esta actividad ocasiona una fuerte degradación de la vegetación en las áreas inclinadas, así como un proceso erosional del suelo que da origen a frecuentes derrumbes y huaycos durante la época de lluvias.

Como se ha mencionado, en el caso de la ocupación antrópica y el uso de suelo se ha diferenciado las principales zonas urbanas de

la región sin considerar caminos, carreteras, etc., en donde se pueden producir movimientos en masa a partir de inestabilidades de las laderas de colinas y montañas; también se diferenciaron las áreas naturales protegidas y las zonas con cobertura hídrica.

Según lo expuesto anteriormente y después de hacer un análisis de la cobertura vegetal y el uso del suelo en relación a su susceptibilidad a los movimientos en masa, se preparó el Cuadro 3.3 en el que se puede diferenciar:

- Susceptibilidad muy baja en las unidades de desierto costanero (DC); susceptibilidad baja en las áreas de cultivo (ACU), cultivo de frutales de hueso (ACU-f), considerándose también las zonas con cobertura hídrica (ZCH), con lagunas y embalses. Sin embargo se debe tener en cuenta que muchas de ellas se ubican en las inmediaciones de montañas con laderas inestables, donde se producen movimientos en masa que pueden caer hacia estas, desplazando de manera violenta sus aguas, generando aluviones y flujos, que también se pueden producir por rupturas de los diques de las lagunas por la subida en su nivel.
- Susceptibilidad media en las unidades con vegetación herbácea, arbustiva y semiarbustiva natural (VHAS); también en las de gramíneas, herbáceas y bosque residual con poca intervención antrópica (GHBR); y en las zonas urbanas y rurales (ZUR), principalmente en las de expansión reciente, donde la pendiente es mayor y están propensas a procesos geológicos e hidrológicos.
- La alta susceptibilidad a los movimientos en masa se da principalmente en las unidades de montañas sin vegetación (MSV), así como a las áreas naturales protegidas (ANP), donde no existe mucha vegetación por ser áreas de glaciares.⁶ Las áreas con actividad minera (AAM) se incluyen en este rango porque poseen sectores con movimiento constante de tierras y suelo vegetativo, que modifican los taludes.
- Entre las zonas con muy alta susceptibilidad se incluyen las áreas de pastizales y cultivo de secano (PCS).

⁶ El sector que corresponde a Áreas Naturales Protegidas presenta montañas sin vegetación, vegetación de gramíneas y bosques residuales; por sus características presentan susceptibilidad media a alta, sin embargo no se considera dentro del análisis de variables pues se estaría duplicando su peso.

Cuadro 3.3
Uso actual del suelo y susceptibilidad a los movimientos en masa

Unidad	Símbolo	Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Desierto costanero ⁷	DC	Muy baja	0
Montañas sin vegetación	MSV	Alta	3
Pastizales y cultivos de secano	PCS	Muy alta	4
Vegetación herbácea, arbustiva y semiarbustiva natural	VHAS	Media	2
Gramíneas, herbácea y bosque residual con poca intervención antrópica	GHBR	Media	2
Áreas de cultivo	ACU	Baja	1
Áreas cultivadas de frutales de hueso	ACU-f	Baja	1
Zonas urbana y rural	ZUR	Media	2
Áreas con actividad minera	AAM	Alta	3
Zonas con cobertura hídrica	ZCH	Baja	1

⁷ La unidad de desierto costanero no posee vegetación y por ello suele presentar acumulación de sedimentos que son removidos durante el periodo de lluvias excepcionales.

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO IV

CONTEXTO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

BILBERTO ZAVALA C. & GRISELDA LUQUE P.

HIDROGRAFÍA DE LA REGIÓN

La Región Ancash es drenada por ocho ríos o cuencas en la vertiente Pacífica y varios tributarios de la cuenca Marañón en la vertiente Atlántica (ríos Pushca, Yanamayo, Rúpac, Vizcarra, entre otros).

Los ríos pertenecientes a estas cuencas se caracterizan por presentar avenidas máximas en los meses de diciembre a mayo, cuando se acentúa el período lluvioso, y bajando su caudal en el período de estiaje comprendido entre los meses de junio a noviembre.

En la vertiente del Pacífico las precipitaciones son bajas comparadas con las de la vertiente Atlántica, donde es necesario la construcción de presas, acueductos, etc., con el fin de almacenar agua para abastecer a las ciudades y desarrollar la agricultura e industria.

Vertiente del Pacífico: Las ocho cuencas de la región son: Santa, Lacramarca, Nepeña, Casma-Sechín, Culebras, Huarmey, Fortaleza y Pativilca, así como varios interfluvios o intercuenas de régimen torrencial. Sus ríos principales nacen en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes (cordilleras Blanca, Negra y Huayhuash) por deshielos de los nevados, las lluvias estacionales en las cuencas media y alta, y también por el desagüe de las lagunas en sus cabeceras. Son ríos de corto recorrido, de régimen temporal, caudales variables con un corto período de avenida de tres a cinco meses (diciembre a mayo) y una prolongada época de estiaje (mayo a diciembre), con excepción del río Santa que mantiene un caudal regular todo el año. En los últimos años se registra ausencia de lluvias en las cuencas altas, lo que ocasiona escasez del recurso hídrico.

El área que cubre las principales cuencas es la siguiente, de norte a sur:⁸

- Río Santa, con un área de 12 400 km², donde destaca el Callejón de Huaylas y las localidades de Huaraz, Recuay, Carhuaz, Caraz, la central hidroeléctrica del Cañón del Pato, las bocatomas de derivación de aguas de los proyectos Chavimochic y Chincas y las lagunas al pie de la cordillera

Blanca. Entre sus tributarios principales se encuentra el río Tablachaca, que es el límite norte de la región con La Libertad.

- Río Lacramarca, con una superficie de 730 km², cruza la localidad de Chimbote.
- Río Nepeña, con un área de 1 630 km², recorre pequeñas poblaciones entre las que destacan Moro, Jimbe y Nepeña (ONERN, 1972).
- Río Casma-Sechín, con un área de 2 850 km², en el sector inferior se ubica la ciudad de Casma (ONERN, 1972).
- Pequeña cuenca del río Culebras con 630 km² de superficie (ONERN, 1972).
- Río Huarmey con un área de 2 150 km², donde se ubica la ciudad de Huarmey y el valle costero agrícola en su cuenca baja.
- Parte del río Fortaleza con un área de 1 730 km² con los poblados de Chasquitambo y Cajacay entre otros, y la carretera Pativilca-Huaraz.
- Parte del río Pativilca de un área total de 4 786 km², donde destaca la localidad de Chiquián y la cordillera de Huayhuash.
- Algunos interfluvios de régimen torrencial en quebradas que se activan durante el Fenómeno de El Niño.

Vertiente del Atlántico: La región presenta varios tributarios del río Marañón y las principales subcuencas que drenan en la región Ancash son, de sur a norte:

- La subcuenca del río Vizcarra y sus afluentes en el sector de Huallanca y la mina Huanzalá.
- La subcuenca del río Mosna-Pushca y sus afluentes, que corresponden a los sectores de Chavín, San Marcos, Huari, Rahuapampa entre otros, conocido como Callejón de Conchucos.
- La subcuenca del río Yanamayo y tributarios, donde destacan las localidades de Yanama, Chacas, San Luis, Pomabamba, Yauya y Llama, entre otras.

⁸ A excepción de las cuencas Pativilca y Fortaleza, el área total de las otras cuencas se encuentra dentro de la Región Ancash. Estas nacen en la cordillera Negra.

- La cuenca del río Rúpac y tributarios, donde sobresale la localidad de Sihuas.
- Entre otras subcuencas menores que drenan directamente al Maraón se pueden mencionar: el río Mirgas, la quebrada Sanachgan, Parobamba-Manta y el río San Miguel-Actuy al norte de Quiches; y los ríos Mallas, Llamara, Casga y Chinchango al este del poblado de Conchucos.
- En algunos sectores el río Maraón corresponde al límite geográfico entre Ancash y Huánuco, destacando los sectores entre Rapayán-Yanas-Viscas, Ullulluco-Quiches y al noreste de Quiches.

Algunos caudales promedio para las diferentes cuencas se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1
Información hídrica

Río	Caudal promedio (m ³ /s)			
	ELECTROPERU	ONERN	CEDEX	Promedio
Vertiente Pacífica				
Santa	150,2	143,7	180,8	158,2
Lacramarca	0,8	0,3	0,1	0,4
Nepeña	3,8	2,0	2,8	2,9
Casma-Sechin	6,4	4,6	7,3	6,8
Culebras	0,9	0,5	0,5	0,6
Huarmey	6,6	3,3	2,1	4,0
Fortaleza	5,1	5,8	4,8	5,2
Pativilca	52,1	48,0	47,3	49,1
Vertiente Atlántica				
Maraón	743,0	731,0	778,9	751,0

Fuente: CEDEX, 1990 (INRENA, 1995).

GLACIARES

Dentro de la región Ancash, los glaciares están constituidos por acumulaciones de hielo permanente y nieve estacional. Se encuentran distribuidos por encima de la cota 5 000 m en zonas de montaña y valle, y principalmente en el sector central de la región occidental.

De acuerdo a su distribución geográfica (Morales-Arno, 1999), los glaciares del Perú se ubican dentro de la cordillera Occidental de los Andes, específicamente en las cordilleras Blanca y Huayhuash (Cuadro 4.2).

La cordillera Blanca es la más extensa zona montañosa tropical, cubierta de hielo en el mundo y la de mayor concentración de hielo en Perú. Forma parte de la cordillera Occidental de los Andes, con una dirección predominante noroeste a lo largo de más de 200 km de longitud (Fig. 9). Se reconocen un total de 722 glaciares individuales. Esta cordillera se caracteriza por poseer 27 cumbres que superan 6 000 msnm y más de 200 que sobrepasan 5 000 msnm. Un segmento de esta cordillera se ubica en el extremo norte, donde destacan los nevados de Pelagatos y Roscos.

La cordillera de Huallanca es una pequeña porción de la cuenca alta (sector noreste) del río Pativilca, divisoria de aguas con la subcuenca del río Vizcarra (Maraón). La cordillera de Huayhuash tiene a los nevados Yerupajá (6 634 msnm), Siula Grande (6 344 msnm), Harapo (6 127 msnm), Jurau (5 960 msnm), Rondoy (5 870 msnm), y la de Raura a los nevados Santa Rosa (5 727 msnm) y Cerro Caudalosa (5 685 msnm). En la porción sur sobresalen algunas culminaciones glaciares con áreas reducidas de hielo/nieve, que conforman la divisoria de las cuencas Maraón/Huallaga y Huallaga/Pachitea, y en general muestran evidencias marcadas de retroceso glacial.

Cuadro 4.2
Distribución de glaciares en la región

Cordillera Occidental	Ubicación		Área (km ²)	Extensión (km) y orientación	Cota y elevación máxima	Vertientes	Cuenca
	Lat	Long					
Cordillera Occidental							
Blanca ⁹	08°08' - 09°58'	77°00' - 77°52'	723,40	200, NO	6 768	Nevado Huascarán	Santa / Maraón
Huallanca	09°52' - 10°03'	76°58' - 77°04'	22,41	19, NO	5 480	Pacífica-Atlántica	Maraón / Pativilca
Huayhuash	10°11' - 10°26'	76°50' - 77°00'	88,11	26, NO	6 634		

Fuente: *Glaciers of South America* (Morales-Arno, 1999).

⁹ El inventario de glaciares efectuado por la unidad de Glaciología e Hidrología de INRENA en 1987 indica áreas de 723,37, 20,91 y 84,97 km² para las cordilleras Blanca, Huallanca y Huayhuash respectivamente.

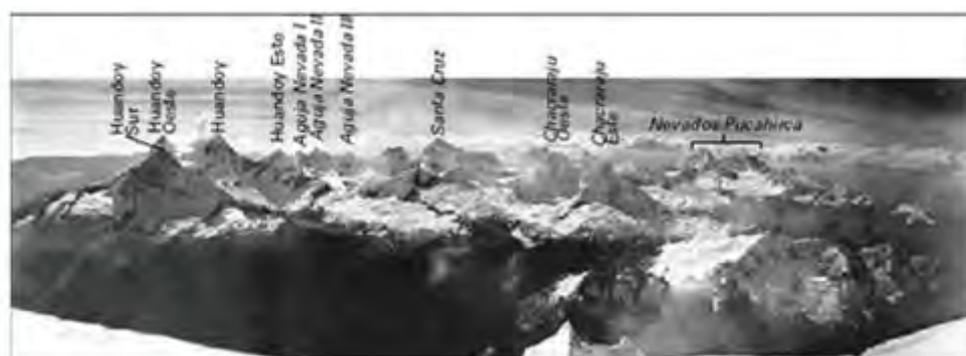


Fig. 9 Vista de la cordillera Blanca (Tomada de *Glaciers of South America* (Morales-Arnao, 1999).

Su presencia está relacionada a la numerosos eventos de movimientos en masa (aludes o avalanchas de hielo-nieve) que generaron avalanchas de detritos y de rocas sobre las lagunas glaciares, provocando a su vez grandes flujos de detritos, principalmente en las cuencas del Santa y Pativilca, muchos de ellos en tiempos históricos.

LAGUNAS

Asociadas principalmente a valles glaciares, las lagunas constituyen una fuente importante de recurso hídrico, cuya recarga principal es la precipitación estacional, el deshielo de los nevados de las cordilleras Blanca, Huallanca y Huayhuash, las filtraciones de las vertientes o laderas, y el escurrimiento superficial y probablemente de acuíferos locales. Asimismo constituyen el inicio de movimientos en masa (aluviones o flujos de detritos de gran magnitud) debido al desbordamiento natural y al rompimiento de morrenas glaciares.¹⁰

La cuenca de la vertiente Pacífica que tiene el mayor número de lagunas es la del río Santa¹¹ (Cuadro 4.3).

AGUAS SUBTERRÁNEAS

En la región existen pocos estudios sobre la hidrogeología y evaluaciones de las aguas subterráneas. Estas han sido evaluadas generalmente para uso agrícola y doméstico en los valles costeros (Chimbote, Casma, Huarmey). Sin embargo, las características geológicas de la región señalan la existencia de condiciones favorables para almacenar agua subterránea en depósitos del Paleógeno-Neógeno (depósitos aluviales, fluvio-glaciares y depósitos pleistocenos), rocas sedimentarias del Cretácico (calizas del grupo Pucará, las formaciones Santa, Chonta, Chulec, Casapalca, areniscas de las formaciones Carhuaz, Jumasha, Celendín, areniscas, cuarcitas y calizas del Grupo Goyllarizquisga y las formaciones Chicama y Oyón).

Cuadro 4.3
Inventario de lagunas en la región Ancash

Cuenca	Número de Lagunas Total
Santa	452
Nepaña	24
Casma-Sechín	38
Culebras	4
Huarmey	51
Fortaleza	28
Pativilca	55
Marañón	334

Fuente: Unidad de Glaciología e Hidrología, Huaraz.

¹⁰ El origen de la gran mayoría de lagunas es evidentemente glaciar, por fusión de los glaciares durante su retroceso, limitadas por morrenas o también como consecuencia de deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos (Querocochoa, Llanganuco Alta o Parón) y avalancha de rocas (laguna Pulhuay).

¹¹ Solo en la zona del Parque Nacional Huascarán existen 296 lagunas, de las cuales 195 ocupan un área de 19 820 685 km², y drenan hacia el río Santa, mientras que 101 vierten hacia el sector oriental: 46 hacia el río Pushca y 55 al río Yanamayo (Plan Maestro del Parque Nacional Huascarán, Ministerio de Agricultura, 1990).

La presencia de fuentes de aguas termales y minerales en el área indica de una u otra forma la existencia de acuíferos.

De acuerdo al inventario de fuentes termales del norte del país (Huamaní, 2000),¹² en la Región Ancash existen 16 fuentes termales (Cuadro 4.4), las cuales se ubican principalmente en:

- Las provincia de Pallasca y Corongo, donde existen siete manifestaciones de aguas termales dentro de la región, ubicadas en el valle del río Tablachaca (Pallasca), río Andamarca (Conchucos), quebrada Paccha (Huandoval), quebrada Aticara (Aticara, cerca de Corongo), río Manta (Carhuac) y quebrada Agua Salada (La Pampa).
- La provincia de Huaylas presenta cinco manifestaciones: río Santa (carretera Caraz-Huallanca), quebrada Yuracmayo (carretera Huancarhuás-Caraz), quebrada Baños (carretera Caraz-Huallanca), río Hualcán (Hualcán), río Chucchún (carretera Carhuaz-Pariacaca).

- En la provincia de Sihuas hay tres manifestaciones dispuestas en el valle del río Sihuas. Una en la quebrada Arahuay (carretera Chullín-Andaymayo), otra en la quebrada Andaymayo, así como en el sector de Pomabamba con una manifestación en el río del mismo nombre.

Mapa hidrogeológico

El mapa hidrogeológico de la región (Mapa 4) se elaboró tomando información geológica a escala 1:100 000 de los cuadrángulos geológicos publicados y aprovechando la diferenciación de unidades litológicas efectuada (véase el Capítulo 5); además se basó en la versión preliminar del mapa hidrogeológico de Perú a escala 1:2 000 000 y la agrupación de formaciones geológicas de acuerdo a su permeabilidad. Estas unidades hidrogeológicas son:

Cuadro 4.4
Características de las fuentes termales en la región Ancash

Nro.	Fuente	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Cuadrángulo	Tipo de surgencia	Uso	Caudal l/s	Parámetros físicos			Tipo de agua
									T° fuente	pH	Cond. Electr. $\mu\text{S/cm}$	
1	Tablachaca	77° 57' 40"	08° 12' 00"	2 172	17-h	Manantial	Ninguno	1,0	50	5,7	2 800	Termal
2	Conchaconchucos	77° 52' 51"	08° 15' 04"	3 097	17-h		Piscinas rústicas	10,0	38	8,0	1 400	
3	Huandoval	77° 56' 39"	08° 21' 26"	3 523	17-h			0,5	35	9,7	300	
4	Aticara	77° 55' 20"	08° 34' 08"	2 680	18-h		5,0	37	9,5	200		
5	Pacatqui	77° 53' 02"	08° 36' 43"	1 973	18-h		Complejo abandonado	4,0	89	7,1	3 100	
6	Aquillina	77° 53' 01"	08° 36' 45"	2 025	18-h		Complejo	10,0	77	5,7	3 100	
7	La Pampa	77° 54' 24"	08° 40' 06"	1 920	18-h		Ninguno	15,0	25	3,2	900	
8	Rúpac	77° 34' 16"	08° 35' 35"	2 460	18-h			4,0	57	6,4	300	
9	Andaymayo	77° 38' 06"	08° 39' 34"	3 125	19-h			0,5	23	6,2	100	
10	Chihuan	77° 38' 00"	08° 40' 19"	3 250	19-h		Poza rústica	1,0	36	7,1	700	
11	Pomabamba	77° 27' 33"	08° 49' 33"	2 930	18-i		Complejo	2,5	47	6,7	500	
12	El Pato	77° 50' 42"	08° 54' 36"	2 025	18-h		Complejo abandonado	0,1	44	6,9	1 800	
13	Baños Huancarhuás	77° 46' 57"	08° 56' 31"	2 745	19-h			5,0	73	7,1	7 000	
14	Shangol	77° 48' 33"	08° 59' 49"	2 252	19-h			2,0	38	6,6	1 500	
15	Hualcán	77° 36' 44"	09° 15' 25"	2 965	19-h		Poza rústica	5,0	39	5,9	800	
16	La Merced	77° 36' 40"	09° 15' 31"	2 973	19-h			4,0	39	5,9	1 000	

Fuente: Inventario de aguas termales y minerales en el norte del Perú (INGEMMET, 2000).

¹² En este estudio se consideran acuíferos de la Región de Ancash los derrames lávicos de la formación Volcánicos Calipuy, así como los conglomerados y areniscas del grupo Goyllarisquizga. Las permeabilidades estimadas para estas dos formaciones acuíferas son hasta 10^{-1} m/s y entre 10^{-7} a 10^{-8} respectivamente.

Formaciones Detríticas Permeables (Acuíferos)

Se diferencian dos subgrupos:

- **Acuíferos porosos no consolidados, con productividad elevada (permeabilidad elevada):**¹³

Depósitos aluviales y fluviales: Depósitos porosos no consolidados distribuidos en los valles (cauce, rellenos de quebrada, abanicos, terrazas y llanuras aluviales; valles glaciares), con mayor superficie hacia las partes bajas del río Santa, así como gran parte de los ríos Lacramarca, Ñepeña, Casma, Fortaleza, Culebras y afluentes donde presentan mayor extensión.

Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales, glaciofluviales, eólicos y de vertiente holocénicos: Se distribuyen en la parte central de la región a lo largo de la cordillera Blanca (morrenas y glaciofluviales); los depósitos de vertiente no consolidados (coluviales, deluviales, proluviales, eólicos y de playa) se encuentran distribuidos en muchos sectores de la región, siendo los últimos en la planicie costanera, y también se encuentran acumulaciones de arenas eólicas distribuidas en el lado occidental de la región.

- **Acuíferos semiconsolidados productivos o acuíferos extensos productivos (permeabilidad media)**

Conglomerados, areniscas conglomerádicas, limolitas: Conglomerados polimícticos desde poco a medianamente consolidados con matriz arenosa, areniscas arcillosas y areniscas conglomerádicas (Formación Huaylas). Por sus características y extensión tienen probabilidad de albergar acuíferos confinados.

Formaciones consolidadas fisuradas con permeabilidad moderada, incluyendo formaciones kársticas (Acuíferos fisurados)

Corresponden a unidades geológicas con mayor cantidad de fracturas y fallas, donde se encuentran las aguas subterráneas, distinguiéndose unidades sedimentarias, intrusivas, volcánicas y volcánico-sedimentarias, las cuales se describen a continuación:

Acuíferos fisurados sedimentarios en areniscas, cuarcitas, limoarcillitas y lutitas: Agrupan grandes afloramientos de areniscas, ortocuarzitas, areniscas cuarzosas intercaladas con niveles de arcillitas (Formación Chimú), areniscas cuarzosas blancas, areniscas conglomerádicas y conglomerados (Grupo Goyllarrisquizga), areniscas, cuarcitas y niveles de lutitas o limoarcillitas (Formación Farrat), y areniscas y cuarcitas (Formación Carhuaz). Se encuentran principalmente en la parte central y oriental de la región.

Acuíferos fisurados volcánicos: Materiales volcánicos con capacidad de transmitir aguas subterráneas, principalmente a través de sus fracturas y fallas; son locales y de descarga rápida. Constituidos por secuencias cretácicas y paleógenas predominantemente compuestas por flujos de lavas andesíticas y dacíticas, con niveles de aglomerados o brechas que afloran en el cuadrángulo de Culebras en las cercanías del cerro Colorado, o también en las inmediaciones de las ciudades de Santa, Chimbote, Ñepeña, Casma y Culebras (formaciones La Zorra y Pararín); derrames lávicos dacíticos y andesíticos, tobos y aglomerados volcánicos fracturados del Grupo Calipuy con amplios afloramientos en la cordillera Negra, así como secuencias volcánicas del Grupo Casma en la zona occidental.

Acuíferos fisurados volcano-sedimentarios: Agrupa secuencias paleozoicas de conglomerados, areniscas y lutitas con intercalaciones de secuencias lávicas, andesíticas y piroclásticas del Grupo Mitu.

Acuíferos fisurados cársticos (calizas, calizas y margas): Calizas con intercalaciones de capas de conglomerados de la Formación Jumasha, calizas en bancos del Grupo Pucará (Formación Chambará) en el flanco oriental del río Marañón a inmediaciones de la localidad de Pomabamba; calizas con intercalaciones de margas; calizas y margas de la Formación Crisnejas; margas, arcillitas calcáreas y calizas, margas con intercalaciones de capas de yeso o calizas margosas de la Formación Celendín; y calizas, margas y arcillitas calcáreas de la Formación Chulec. Asimismo, calizas macizas de la Formación Pariahuanca; calizas y niveles de chert de la Formación Breas en las inmediaciones de Pamparomas, Pueblo Libre y Carhuaz. Por sus características litológicas forman drenajes subterráneos organizados debido a procesos de karstificación.

Formaciones con permeabilidad baja a muy baja (Acuitardos)

Se trata de formaciones rocosas, aunque fracturadas, diaclasadas y hasta con esquistosidades, que tienen la capacidad de almacenar agua; sin embargo su trasmisividad es muy lenta o de forma localizada

Acuitardos intrusivos: Granitos, monzogranitos, tonalitas, granodioritas, dioritas y gabros. Ubicados a lo largo del batolito de la costa y de la cordillera Blanca, se pueden encontrar además pequeños afloramientos aislados de **diorita, aplita, dacitas, adamelitas y pórfidos** en otros sectores de la zona occidental

¹³ Por sus características granulométricas los depósitos recientes de edad cuaternaria y pleistocena, en forma general y en el nivel regional presentan buenas características de porosidad con posibilidades de ser acuíferos. Sin embargo, para un análisis local es necesario la evaluación hidrogeológica que permita diferenciar las características de estos depósitos que van desde gravas hasta arcillas.

de la región. Corresponden a los complejos Puscao (granitos), Patap (dioritas), Santa Rosa (tonalitas y dacitas), Paccho (dioritas) y batolito de la cordillera Blanca (granodioritas y tonalitas), así como intrusivos paleozoicos y neógenos y cuerpos subvolcánicos.

Acuitardos sedimentarios: Litológicamente están compuestos por secuencias jurásicas de lutitas y areniscas finas, lutitas pizarrosas (Formación Chicama); secuencias cretácicas compuestas por areniscas carbonosas con limoarcillitas (Formación Oyón); lutitas, areniscas y limonitas (Grupo Goyllarisquiza); conglomerados y lutitas rojas (Formación Chinchipe); lutitas y lutitas calcáreas (Formación Chala); lutitas pizarrosas y lodolitas (Formación Huamancay), ambas en el sector de Tapacocha, Huayllapampa y Marca; lutitas o limoarcillitas con areniscas y delgadas capas de calizas (Carhuaz); y margas con delgados niveles de yeso (Formación Chota).

Acuitardos volcánicos: Están compuestos por aglomerados y tobas lapillo del Grupo Casma; lavas almohadilladas y brechas de las formaciones Junco y Lupín; lavas almohadilladas y tufos de la Formación Punta Gramadal; secuencias netamente ignimbriticas, tobas con flujos de cenizas (Formación Fortaleza); y tobas blancas friables. Contienen bombas y lapillis gruesos encerrados en una matriz tobácea de pómez de la Formación Yungay.

Materiales con capacidad de almacenar aguas subterráneas hasta el punto de saturación pero que no la transmiten (Acuicludos)

Acuicludos sedimentarios: Afloran muy distribuidos en la región, tratándose litológicamente de secuencias de calizas, margas y arcillitas calcáreas de la Formación Chulec-Pariatambo que varían a calizas arenosas; margas y arcillitas negras o limoarcillitas calcáreas (Formación Pariatambo); calizas y arcillitas calcáreas o calizas y lutitas, limonitas con lutitas arenosas (Formación Santa); areniscas, margas, lodolitas y calizas de la Formación Casapalca.

Acuicludos metamórficos: Esquistos y pizarras; gneis y milonitas. Localizados en la franja metamórfica del Complejo Maraón en la zona oriental de la región. Se encuentran distribuidos en la confluencia del río Mirgas con el Maraón al noreste de la región, cerca del límite con Huánuco (Pampas, Conchucos y Parobamba), además de fajas angostas de milonita al suroeste de la región, en las inmediaciones de las ciudades de Huarmey y San Pedro.

Unidades hidrogeológicas y susceptibilidad

La relación entre el agua subterránea y la ocurrencia de movimientos en masa es directa. En general los deslizamientos en taludes o laderas en cualquier área, asociados a infiltraciones de

aguas, ocurren después de lluvias fuertes o durante periodos lluviosos prolongados, siendo entonces el agua subterránea uno de los principales factores en su ocurrencia. Adicionalmente dependen del factor litológico y estructural del sitio, el cual se expresa como coeficiente de permeabilidad.

Las lluvias durante varios días consecutivos pueden acumular agua subterránea debido a que el talud no ha drenado el agua infiltrada; cuando ocurre la siguiente lluvia sube el nivel freático. La cantidad de agua que se infiltra en la tierra es determinada no solo por la cantidad, la intensidad y el tipo de precipitación, sino también por la estructura geológica (fracturamiento), la pendiente del terreno y la cantidad y el tipo de vegetación. La permeabilidad de los suelos y las rocas está relacionada con la estratigrafía o secuencia de estratos permeables e impermeables. Por lo tanto una infiltración alta puede producir problemas de presión de poros y generar un deslizamiento, siempre y cuando:

- Al saturarse el talud, la dificultad para autodrenarse —que depende de las formaciones geológicas circundantes— favorecerá grandemente a su inestabilidad.
- Los materiales impermeables que impiden el paso de las corrientes de agua subterránea facilitan la ocurrencia de deslizamientos.
- El tiempo que se requiere para que una lluvia produzca un deslizamiento es mayor en la arcilla que en un material arenoso debido a las diferencias de infiltración; este tiempo es inversamente proporcional a la permeabilidad para valores constantes de los demás parámetros (Duque y Escobar, 2001).
- La resistencia al esfuerzo cortante del suelo puede variar de un máximo al final de la época seca, a un mínimo durante la época de lluvias.

En el terreno se dan dos tipos de flujo de agua subterránea: intergranular (a través de los poros en formaciones aluviales, coluviales, etc.) y a través de fisuras (rocas). El flujo de agua tiende a ser más rápido a lo largo de fisuras, conductos o juntas existentes en el macizo rocoso.

En cuanto al flujo en rocas y en suelos residuales se señalan las siguientes premisas:

- La porosidad de las rocas volcánicas a veces es muy grande, pero sus poros no están necesariamente intercomunicados (poco permeables). El agua corre a través de grietas originadas al momento de enfriarse las lavas y entre los derrames lávicos sucesivos.
- Las rocas ígneas y metamórficas pueden ser las menos saturadas y la poca agua presente procede de sus fracturas o discontinuidades.

- Las areniscas y rocas sedimentarias permeables son formaciones acuíferas importantes, y presentan grandes flujos de agua, especialmente en la dirección de la estratificación.
 - La porosidad en las calizas depende mucho de su disolución interna (karst), pero cuando esta es importante, da lugar a abundantes manantiales, ríos subterráneos, etc.
 - En suelos residuales existe relación entre el régimen de aguas subterráneas y la presencia de discontinuidades geológicas. Los suelos de origen ígneo y metamórfico almacenan poca agua y en ellos las corrientes de agua están relacionadas comúnmente con fallas de origen tectónico. Es un caso común en formaciones residuales¹⁴ que un talud posea capas alternadas de materiales permeables y casi impermeables, generando concentraciones de flujo sobre ciertos planos que pueden ser o llegar a ser planos críticos de falla.
- De acuerdo a las consideraciones teóricas expuestas, las unidades hidrogeológicas diferenciadas (Mapa 4) se agrupan en los siguientes grados de susceptibilidad según su permeabilidad (Cuadro 4.5):

Cuadro 4.5
Unidades hidrogeológicas y susceptibilidad

Unidad	Litología principal	Susceptibilidad	
Acuíferos porosos no consolidados	Depósitos aluviales y fluviales.	Muy baja	0
	Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales, glaciofluviales, eólicos y de vertiente de edad holocénica.	Media	2
	Conglomerados, areniscas conglomerádicas, limolitas (Formación Huaylas).	Media	2
Acuíferos fisurados	<u>Sedimentarios</u> : areniscas, cuarcitas, limoarcillitas y niveles de lutitas (Formación Chimú, Grupo Goyllar, formaciones Farrat y Carhuaz).	Media	2
	<u>Volcánicos</u> : Flujos de lavas andesíticos y dacíticos, con niveles de aglomerados o brechas, derrames lávicos dacíticos y andesíticos, tobas y aglomerados volcánicos (grupos Casma y Calipuy; formaciones La Zorra y Pararín).	Baja	1
	<u>Volcánico-sedimentarios</u> : Secuencias paleozoicas de conglomerados, areniscas y lutitas con intercalaciones de secuencias lávicas andesíticas y piroclásticas (Grupo Mitu).	Media	2
	<u>Cársticos</u> : Calizas; calizas y margas; arcillitas calcáreas; calizas margosas (formaciones Chambará, Chulec, Jumasha, Pariahuanca, Crisnejas, Celendín y Breas).	Baja	1
Acuíferos	<u>Intrusivos</u> : Granitos, monzogranitos, tonalitas, granodioritas. Complejos Puscao, Patap, Santa Rosa y Paccho; batolito de la cordillera Blanca e intrusivos paleozoicos y cuerpos subvolcánicos neógenos.	Media	2
	<u>Sedimentarios</u> : Lutitas y areniscas; lutitas pizarrosas; areniscas carbonosas con limoarcillitas; lutitas y lutitas calcáreas; margas con niveles de yeso (formaciones Chicama, Oyón, Carhuaz, Chinchipe y Huamancay, y parte del Grupo Goyllar).	Muy alta	4
	<u>Volcánicos</u> : Aglomerados y tobas lapillo; lavas almohadilladas y brechas; ignimbritas (formaciones Junco, Punta Gramadal y parte del Grupo Casma; formaciones Fortaleza y Yungay).	Media	2
Acuícludos	<u>Sedimentarios</u> : calizas, margas intercaladas con arcillitas calcáreas; margas y arcillitas negras; calizas y arcillitas calcáreas; areniscas, margas, lodolitas y calizas (formaciones Chulec, Pariatambo, Santa y Casapalca).	Muy alta	4
	<u>Metamórficos</u> : Esquistos, gneis y filitas del Complejo Marañón.	Alta	3

¹⁴ La escala de trabajo no permite delimitar los depósitos residuales en todos los casos. La apreciación de susceptibilidad, en este tipo de suelos se relaciona con el tipo de roca subyacente. La estimación de las permeabilidades en las diferentes unidades son apreciaciones de carácter regional.

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO V

CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

BILBERTO ZAVALA C. & ROXANA BARRANTES H.

GENERALIDADES

En nuestro país los estudios geomorfológicos han tenido gran interés especialmente por el estudio de los valles fluviales (a nivel de cuencas hidrográficas) y recientemente por el cambio climático que está afectando a la Tierra. La geomorfología glacial y periglacial tiene estudios importantes en los últimos años, y existe una cartografía incompleta así como un inventario de las zonas glaciadas, especialmente en el área de la cordillera Blanca. Por tanto, los mapas geomorfológicos se consideran indispensables como herramientas para el análisis de los peligros naturales.¹⁵

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional el área de estudio abarca:

- Áreas litorales y playas angostas, planicies aluviales costaneras y piedemontes, con acumulaciones eólicas en el lado occidental.
 - Montañas alineadas en dirección andina que corresponden a las estribaciones y la cordillera Occidental y parte del batolito de la costa, disectadas o cortadas por valles y cañones.
 - Batolito de la cordillera Blanca en la región central cortado por valles glaciales; cordilleras con acumulación glacial (cordilleras Blanca y Huayhuash), valles y circos glaciares, depósitos morrénicos y glaciofluviales por encima de la cota 4 600, con evidencias de una fuerte deglaciación.
 - Relieves estructuralmente plegados con secuencias mesozoicas (Jurásico y Cretácico), y morfologías de origen volcánico asociadas a secuencias meso-cenozoicas de los grupos Casma y Calipuy; valles interandinos.
 - Pampas y altiplanicies (superficie de puna).
 - Vertientes con lomadas y colinas en el valle de Santa, asociados a depósitos morrénicos, así como abanicos de depósitos aluviónicos.
- Depósitos de remoción antiguos asociados a aluviones en el valle del río Santa, y otros movimientos en masa tanto en el Callejón de Huaylas como en el de Conchucos, donde se asientan la mayor cantidad de poblaciones y áreas urbanas.
 - Montañas estructurales en rocas antiguas con pendientes abruptas cortadas por el río Marañón.
 - La región es drenada por siete ríos o cuencas en la vertiente pacífica (Santa, Lacramarca, Nepeña, Casma-Sechín, Huarmey, Fortaleza y Pativilca), y varios tributarios de la cuenca Marañón en la vertiente Atlántica (río Pushca, Yanamayo, Rúpac y Vizcarra, entre otros menores).

Las unidades geomorfológicas existentes son muy variables y deben su origen a agentes tectónicos, deposicionales y erosivos, que actuaron a lo largo de su historia geológica. El origen de estos ambientes geomorfológicos está muy ligado al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), y asociado a eventos de glaciación y deglaciación, procesos de movimientos en masa, etc.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La cartografía geomorfológica y la delimitación de unidades geomorfológicas¹⁶ se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve (erosión o acumulación), individualizando cuatro tipos generales y específicos del relieve en función de su altura relativa, diferenciándose planicies, colinas y lomeríos, piedemontes y montañas.

La diferenciación también dependió de la pendiente y el control estructural de sus laderas (montañas y colinas), y la caracterización de diferentes unidades de litología principal. Además, según las características particulares de la región y los objetivos del trabajo,

¹⁵ El surgimiento y consolidación de la Geomorfología como una ciencia independiente de la geología y de la geofísica ocurrió a finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX. En la década de 1970, la geomorfología incorporó los problemas relacionados a los procesos formadores del paisaje, incluyendo movimientos de masa y procesos costeros, todos los cuales afectan a las personas que viven en regiones con cierta susceptibilidad.

¹⁶ La metodología usada se fundamenta en la cartografía geomorfológica de Italia y España, la cual da gran importancia a los procesos morfogenéticos (Pellegrini, 2000), principalmente en la utilización de colores para las diferentes unidades, los cuales se encuentran estandarizados en los países europeos.

se diferenció también las laderas de montaña con cobertura glaciar y aquellas que han experimentado una fuerte deglaciación en los últimos 30 años.¹⁷

Se consideró la base topográfica actualizada del IGN, el relevamiento existente de la Carta Geológica Nacional, teniendo en cuenta los límites de las unidades geológicas (substrato rocoso-depósitos superficiales); sin embargo se dio énfasis en la diferenciación de los depósitos recientes, sobre todo depósitos de movimientos en masa identificados en campo y con ayuda de las fotografías aéreas e imágenes satelitales.¹⁸

Con la información topográfica a escala 1:100 000 se elaboró el modelo digital de terreno (MDT), el cual permitió elaborar un mapa de pendiente de los terrenos (Mapa 6).

Una delimitación inicial de los cuatro grandes tipos de relieve (montañas, colinas y lomadas, depósitos de piedemonte, planicies y depresiones), y posterior la subdivisión considerando su origen, pendiente del terreno, carácter estructural y asociación morfogénica (fluvial, aluvial, glaciar y gravitacional), permitió diferenciar las unidades geomorfológicas que a continuación se describen (Mapa 5):

Montañas

Tienen una amplia distribución en el área de estudio (74,24%), y se reconocen como cumbres y estribaciones o laderas que han sido modeladas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.).

En general conforman alineamientos alargados de dirección andina, que sobrepasan los 300 m del nivel de base local, constituidos por rocas intrusivas, volcánico-sedimentarias y sedimentarias, con diferentes estados de meteorización superficial y de erosión.

En el caso de secuencias sedimentarias, se caracterizan por presentar cuestras como resultado de la interestratificación de litologías de diferente resistencia a la erosión; en algunos casos son cimas amplias y/o subredondeadas (volcánicas) hasta planas (mesetas).

Para una mejor diferenciación y aplicación práctica para los objetivos del estudio, se dividieron en cuatro grandes subgrupos:

Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente: Muestran laderas o vertientes de pendiente pronunciada a fuerte, en donde la equidistancia de las curvas de nivel es menor.

Generalmente las pendientes se encuentran por encima de 30° hasta mayores de 70°. Indistintamente están compuestas mayormente por rocas intrusivas del batolito de la costa, de resistencia diferencial a la erosión (Foto 1) y rocas volcánico-sedimentarias en el sector de la cordillera Negra.

Se distribuyen en la parte occidental de la región, en las culminaciones de elevaciones y laderas superiores de la cordillera Occidental y cordillera Negra, cabeceras de los valles de la vertiente Pacífica, Cañón del Pato, ríos Tablachaca y Santa, aguas arriba de Chuquicara, sectores encañonados de valles tributarios del río Maraón al este de Pomabamba y Llamellín, sectores del valle de Maraón, en rocas sedimentarias y metamórficas.

Los movimientos en masa asociados son generalmente caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y avalancha de rocas; y también se originan algunos huaycos o flujos de detritos en áreas con procesos de erosión de laderas.

Montañas con laderas de moderada pendiente: Presentan laderas de 15 a 29° de pendiente. Están constituidas principalmente por rocas sedimentarias, volcánico-sedimentarias e intrusivas (Foto 2), encontrándose muy distribuidas en la cuenca, colindantes a las zonas de montañas de fuerte pendiente y montañas estructurales, en muchos sectores de la región. Sus relieves se encuentran asociados a procesos dominantes de erosión de laderas (cárcavas), caída de rocas, deslizamientos, movimientos complejos y también huaycos. Se distribuyen en forma adyacente a las zonas de fuerte pendiente, y se ubican en las partes medias a superiores de las vertientes de las cuencas Fortaleza, Huarmey, Pativilca, Culebras, Casma, gran parte de la cordillera Negra, sectores adyacentes a Quiches, valle del río Santa, sectores entre Pallasca y Cabana.

Montañas con laderas estructurales: Su asociación litológica es principalmente sedimentaria, y estructuralmente se presentan como alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratificadas plegadas y/o con buzamientos de las capas que controlan la pendiente de las laderas, formando cuestras y espinazos que le dan una característica particular en las imágenes de satélite. Varían en pendiente desde moderada a suave hasta muy abruptas (Foto 3).

Ocupan un importante porcentaje de área en la región oriental de Ancash y generalmente se distribuyen al este del valle del río Santa, comprendiendo la cordillera Blanca al Oeste y hacia el valle

¹⁷ Se tuvo en cuenta el retroceso de la cobertura glaciar pues se comparó los mapas topográficos y las imágenes de satélite actuales.

¹⁸ La fotointerpretación geomorfológica se llevó a cabo usando imágenes satelitales landsat en la misma escala; fotografías aéreas a escala 1:100 000 considerando los rasgos del relieve que sirvieran para definir y diferenciar cada tipo, tales como: rupturas de pendiente, altura relativa, forma topográfica, influencia estructural y base geológica; y cartografía de movimientos en masa.



Foto 1 Vista hacia el oeste que muestra el lado oriental de la Cordillera Blanca y en primer plano montañas estructurales con laderas de fuerte pendiente en la margen izquierda del valle del río Pushca, afluente del Marañón.



Foto 2 Montañas en laderas de moderada pendiente en rocas volcánicas (A), y mesetas volcánicas con frentes escarpados en rocas piroclásticas (B) que coronan las vertientes



Foto 3 Vista de geoformas de laderas de montañas estructurales plegadas. Se aprecian además depósitos de movimientos en masa.

del Maraón al Este, y todo el sector del Callejón de Conchucos al sureste de San Marcos y Huallanca (cordillera de Huayhuash), hasta el norte de la cordillera de Pelagatos (Pallasca), con alineamientos andinos NO-SE de extensión considerable.

Geodinámicamente se asocian a caída de rocas, derrumbes, vuelcos, deslizamientos planares, avalanchas de rocas y hielo en las áreas glaciares, que generan flujos y avalanchas de detritos.

Montañas con cobertura glaciar: Desarrolladas ampliamente en la divisoria continental de aguas de las vertientes Pacífica y Atlántica, correspondientes a las cabeceras de cuencas, sobre cotas encima de 5 000 msnm. Son culminaciones de montañas que presentan cobertura de hielo o hielo/nieve permanente, a manera de picos o nevados (Foto 4), así como pequeños picos nevados en las cabeceras de la cuenca de Alto Huallaga. Su asociación litológica está vinculada a afloramientos de rocas sedimentarias y volcánicas.

Por su naturaleza están asociadas a avalanchas o aludes, derrumbes y caída de rocas, avalanchas de rocas y detritos y movimientos complejos. Particularmente se asocian al origen de flujos de detritos de gran velocidad (aluviones), generados por desbordes de lagunas originados por aludes.

Montañas con deglaciación reciente: Corresponden a las zonas adyacentes a los frentes glaciares que muestran un marcado retroceso glacial en las cordilleras Blanca, Huayhuash y Pelagatos, como consecuencia del cambio climático global. El proceso de deglaciación se ha convertido en una amenaza para las poblaciones por la formación de glaciares colgantes y nuevas lagunas en lugares poco estables, que almacenan importantes volúmenes de agua que pueden generar desastres debido a avalanchas de rocas o detritos, aluviones y desbordes de lagunas de origen glaciar. Muestran amplias superficies que antes estuvieron cubiertas con hielo, en muchos casos fracturadas, siendo más susceptibles a los movimientos en masa (Foto 5).

Montañas litorales: Corresponden a las elevaciones montañosas alineadas en la costa adyacente a la ciudad de Chimbote, ubicadas en las bahías de Chimbote y Samanco (cerros Península, Chimbote y Punta La Viuda), con altitudes que llegan hasta 579 msnm (Foto 6), y también frente a Culebras (cerros Maltino, La Cumbre). Están expuestas a procesos de erosión marina, mostrando acantilados rocosos abruptos.

Colinas y lomadas

Están representadas por elevaciones de relieve bajo y alineamientos estructurales de relieve complejo, diferentes grados de disección, y con alturas que oscilan entre 50 y 300 metros desde el nivel de base local, con pendientes mayores a 7°. En

conjunto ocupan 9,01% del área de la región. Se asocian litológicamente a rocas de diferente naturaleza, principalmente sedimentarias (de edad paleozoica a cenozoica).

Dentro de este grupo se diferenciaron siete subunidades:

Colinas: Corresponden a las superficies de terreno con alturas inferiores a 300 m, con diferentes tipos de litología y cuya pendiente es mayor a 7° o 16%. La pendiente de sus laderas es suave a moderada y su distribución superficial muy reducida (0,40%), restringiéndose al sector sureste de la región. Suelen presentarse procesos de reptación, caídas de rocas y escasos derrumbes.

Colinas y lomadas bajas disectadas: Pequeñas superficies plano-onduladas y muy erosionadas se encuentran presentes al noroeste de Puylo, en la margen derecha del río Yanamayo, cerca de la desembocadura al río Maraón. Se trata de capas rojas que por su naturaleza litológica son fácilmente erosionadas (Foto 7), apreciándose erosión de laderas incluso con procesos avanzados de *bad land* y generación de flujos de detritos

Colinas con laderas estructurales: Alineamientos colinosos que siguen un patrón estructural de dirección andina de faja plegada (anticlinales y sinclinales), con área de exposición muy reducida en la región. Sus laderas muestran buzamientos de 15° hasta cerca de 90° al noroeste del río Pushca en Lachog y Santa Cruz de Miopampa, y al sureste de Chacas en Pallahuachanga. Geodinámicamente están asociadas a vuelcos de estratos, caída de rocas y derrumbes con acumulaciones de talus de detritos, reptaciones y erosión de laderas en suelos superficiales.

Lomadas: Colinas con cumbres y laderas redondeadas a suaves y en general con pendiente muy suave. Se encuentran ampliamente distribuidas en toda la costa y estribaciones inferiores de la cordillera de la región Ancash, como se puede observar en las laderas de los valles de los ríos Sechin, Nepeña, Huarmey, Grande, Culebras y sus tributarios, así como en ambos márgenes del río Lacramarca y en la margen derecha del río Fortaleza (Foto 8).

Colinas litorales: Colinas ubicadas en el litoral costero y de forma aislada, cerca de las localidades de Santa, Chimbote y Casma, como las que se exponen en Puerto Perdido, Punta Chocoran y cerro Colorado. Por su litología están sujetas a erosión marina.

Islas: Colinas aisladas rodeadas de agua, son escasas y con superficie muy reducida en la región, con elevaciones inferiores a 200 m. Consisten de afloramientos rocosos aislados y alineados, ubicados frente a las ciudades de Chimbote (islas Ferrol, Blanca y Punta Cola) y Casma (islas Los Chimús y Tortuga), así como otros islotes menores que corresponden a prolongaciones de las formaciones rocosas existentes en la costa.



Foto 4 Vista del sector superior del valle de la quebrada Huachecsa, donde se aprecia el nevado Huantsán-Potrero zona de origen del flujo de detritos de 1945, la ruptura de morrenas, la pendiente abrupta y el depósito de oleada aguas abajo que afectó la localidad de Chavin.



Foto 5 Vista panorámica del nevado Huascarán, donde se aprecia una gran superficie de deglaciación por el retiro paulatino de los glaciares.



Foto 6 Vista de la bahía de Chimbote limitada por montañas y colinas litorales.



Foto 7 Vista aguas abajo del río Yanamayo que muestra procesos de erosión intensa en laderas de colinas compuestas por capas rojas sedimentarias.



Foto 8 Carretera Panamericana Norte en el sector de pampa; unidades de lomadas y planicie costanera con acumulaciones eólicas.

Morrenas: Por su expresión geomorfológica de depositación glacial en forma de lomadas alargadas y colinadas, estos depósitos se encuentran acumulados en las laderas superiores de las montañas, los márgenes de valles glaciares o bordeando algunas lagunas (Fotos 6 y 9). Las áreas principales con acumulación de morrenas se ubican en las vertientes inmediatas a la cordillera Blanca, principalmente entre Recuay al sur y Yungay al norte. Por su naturaleza están propensas a flujos y avalanchas de detritos, deslizamientos, colapsos por erosión del pie y movimientos complejos.

Piedemontes

Corresponden a aquellas geoformas con acumulación de material detrítico, siendo identificables por las rupturas o cambios bruscos de pendiente característicos. Para los objetivos del presente estudio se individualizaron depósitos de movimientos en masa o gravitacionales (deslizamientos, flujos y combinaciones) y depósitos glaciofluviales, que en conjunto ocupan un porcentaje importante en la región (8,02%).

Abanicos proluviales y aluvionales: Depósitos de flujos de detritos principalmente canalizados, acumulados en forma de abanico y ubicados en la parte terminal o desembocadura de una quebrada o curso fluvial (generalmente de régimen torrencioso, estacional o excepcional) a un río principal (Foto 10). Puede mostrar evidencias de represamiento de valle total o parcial, o desviaciones de cursos fluviales, controlando su morfología actual. Debido a que su origen se debe a eventos individuales de diferente magnitud, muestran áreas de depósito de regular extensión, altura variable así como ligera pendiente hacia el valle, confundiendo en algunos casos con terrazas aluviales. Por su origen están asociados a eventos no regulares asociados a eventos El Niño y/o detonados por lluvias excepcionales de gran intensidad. Principalmente se presentan en los valles (cuencas inferior y media) de los ríos Santa, Casma, Fortaleza, Huarmey, Culebras, Pativilca y Nepeña, así como en algunos ríos afluentes al Marañón, como Rúpac, Yanamayo y Mosna (Pushca).

Asimismo, depósitos de flujos de gran dimensión conocidos como aluviones (flujos o avalancha de detritos canalizados), cuyo origen son eventos individuales importantes, de carácter excepcional y probablemente asociados a rupturas de diques morrénicos o desborde de lagunas glaciares. Otros son abanicos de gran dimensión asociados a rupturas de diques morrénicos o desembalse de lagunas glaciares con obstrucción de valle y/o asociados a

movimientos sísmicos con generación de avalanchas de rocas y de detritos; depósitos de albardones en su recorrido presentes principalmente en el valle del Santa o Callejón de Huaylas, Pativilca y Mosna (Chavín). Corresponden a los aluviones antiguos ocurridos en la región sobre la cual se asientan muchas poblaciones (Fotos 11 y 12).

Vertiente de detritos: Son los depósitos acumulados en las laderas o vertientes de montañas y colinas, en forma de talus de detritos de origen coluvial-deluvial de edad reciente, que no muestran una geoforma característica única sino una mezcla de varios eventos y su consistencia es inconsolidada (Foto 13).

Por encontrarse cerca de su fuente de origen, presentan una naturaleza litológica homogénea, sin embargo su granulometría es variable y su grado de compacidad es bajo, no consolidada. Geodinámicamente por las características descritas están sujetos a procesos de remoción por erosión de laderas, derrumbes, deslizamientos superficiales y hasta flujos de detritos. Se han diferenciado muchas de estas geoformas en los márgenes de los valles del río Santa, y en el río Pativilca al este de Chiquián y Ocros.

Detritos de acumulación glacio-fluvial: Ocupan zonas montañosas (laderas) y de valles, originadas por procesos de deglaciación en el Pleistoceno y remoción de depósitos morrénicos, alcanzando altitudes entre 4 600 y 3 400 msnm. Se distribuyen ampliamente en el valle del río Santa, bordeando las zonas montañosas y glaciares, las cabeceras de la vertiente occidental o divisoria de aguas continental, muchas veces ocupados por terrenos de pastizales e incluso terrenos de cultivo en los niveles inferiores (Foto 14).

Depósitos de deslizamiento: Las acumulaciones de depósitos de movimientos en masa o remoción por deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, avalanchas de rocas o detritos, de magnitud cartografiable, relativamente antiguos o prehistóricos hasta depósitos históricos o recientes, fueron identificados en el campo, en las imágenes satelitales y fotografías aéreas.

Se asocian con áreas de represamiento de valles y desviaciones de cauces fluviales en sus partes terminales. En la región se encuentran ampliamente distribuidos en el Callejón de Conchucos (Pomabamba, Piscobamba, Sihuas, Huari, San Luis, Yauya, Quiches, Pallasca, Conchudos, Chacas, Yanama, San Marcos, etc.), algunos ejemplos en la cuenca del Santa (Foto 15), así como en la cuenca alta del río Pativilca y algunos afluentes del río Marañón (ríos Vizcarra y Rúpac).



Foto 9 Morrenas laterales recientes y antiguas al pie del nevado de Huascarán, ladera noreste.



Foto 10 Vista del valle del río Rúpac que muestra un abanico de flujo de detritos.



Foto 11 Depósito en abanico. Flujo aluvional originado por la avalancha de rocas en la pared norte del nevado Huascarán que sepultó la localidad de Yungay en 1970.



Foto 12 Vista aguas abajo en el río Marañón. Depósito de antiguo aluvión que se originó en la quebrada Chocchian represando el valle.



Foto 13 Tramo de carretera entre Yauya y San Nicolás, que muestra una ladera con acumulación de talus de detritos indiferenciados.



Foto 14 Depósitos de vertiente glaciofluviales y algunas morrenas en las márgenes del río Quilcay, Huaraz.



Foto 15 Depósito de deslizamiento antiguo en el sector Mashaconga, margen izquierda del río Santa, aguas arriba de Catac. Nótese la desviación del cauce fluvial.

Planicies

Están asociados a depósitos aluviales, fluvio-glaciares, marinos y eólicos, limitados en muchos casos por depósitos de piedemontes y laderas de montañas o colinas en afloramientos rocosos; ocupan una superficie de 9,16 % del área de la región.

Para una mejor descripción se individualizaron siete subunidades:

Planicie costanera: Se trata de extensas superficies planas de la costa occidental adyacentes a las estribaciones andinas y normalmente asociadas a quebradas secas. Usualmente están ocupadas por mantos de arenas eólicas y también depósitos aluviales, aprovechados para realizar labores agrícolas (Foto 16).

Planicie aluvial o terraza alta / Fondo de valle fluvial: Terrenos ubicados encima del cauce y llanura de inundación fluvial, planos, de ancho variable, limitados a los valles (Fotos 17 y 18). Se consideró además los fondos planos de valles que presentan terrazas fluviales o fluvio-glaciares de poca amplitud y que muestran en general una pendiente suave entre 1° y 5°. Es común que se produzcan en sus márgenes activas erosión fluvial y socavamiento en sus taludes, generando derrumbes, deslizamientos y erosión de tierras.

Sobre estos se ubican terrenos de cultivos, tramos de carreteras así como poblaciones principales de la región. Su distribución superficial está circunscrita a las márgenes del río Santa y escasas



Foto 16 Geofomas en el sector de la pampa Mataballo, que muestran en primer plano la planicie costanera, pampas aprovechadas para la agricultura y rodeadas de colinas bajas con acumulaciones de arena en sus vertientes.

terrazas a lo largo del río Marañón, mientras que hacia los valles costeros es posible diferenciar terrazas y cauce inundable, como en los ríos Casma-Sechín y Santa.

Llanura o planicie inundable: Se trata del cauce actual de los ríos principales y las superficies bajas adyacentes, sujetas frecuentemente a inundaciones estacionales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuestos de material no consolidado, removible. Por la escala de cartografiado se diferenciaron en algunos tramos de la cuenca media-superior del río Santa así como en la cuenca inferior de los ríos Nepeña y Casma-Sechín.

Se asocian a inundaciones fluviales periódicas, erosión fluvial en las márgenes o terrazas bajas (Fotos 17 y 18).

Valles glaciares con lagunas: Terrenos llanos y depresiones existentes en las cabeceras de los valles con características topográficas particulares tanto en roca como materiales fluvio-glaciares. Se encuentran principalmente en los tributarios o

quebradas que descienden de las cordilleras Blanca y Pelagatos hacia el río Santa, así como en las cabeceras de las cuencas occidentales de la vertiente Pacífica (cordilleras de Huayhuash y Negra), y vertientes orientales tributarias del Marañón. Por ser de ambientes periglaciales, es frecuente encontrar la formación de lagunas de diferentes dimensiones como resultado de la deglaciación y retiro de glaciares, presentando lagunas en rosario (Foto 19).

Mesetas volcánicas: Constituyen terrenos llanos con pendiente suave en sus cumbres, disectados y mostrando culminaciones o frentes escarpados (Foto 2). Se distribuyen en el sector sur de la región, en la cabecera de la cuenca del río Fortaleza y corresponden litológicamente a flujos piroclásticos de tobas e ignimbritas de la Formación Fortaleza. Por las características de relieve sus frentes, generalmente fracturados con disyunción columnar, pueden presentar caída de rocas y derrumbes, sin embargo también se han identificado algunos deslizamientos y erosión de laderas.



Foto 17 Vista aguas abajo del río Yanama, que muestra un valle angosto con terrazas en sus márgenes. Se distingue además un depósito de movimiento en masa en la margen izquierda y laderas de fuerte pendiente con control estructural.



Foto 18 Sector del valle del río Santa con el cauce fluvial, la llanura sujeta a inundación y las terrazas aprovechadas por la agricultura.



Foto 19 Vista de la quebrada Llanganuco; valle glaciar limitado por talus de detritos y macizo rocoso con laderas de fuerte pendiente, con formación de lagunas. Se distingue además depósitos de avalanchas de detritos.

Depósitos eólicos: Acumulaciones de depósitos eólicos y campos de dunas en la costa y pampas de las provincias de Chimbote, Barranca, Culebras, Casma, Santa, Santa Rosa, Huayllapampa y Huarney, asociadas a superficies de terreno abiertas al mar con gran dinámica eólica. Algunas acumulaciones rellenan quebradas secas

Playas: Se trata de superficies planas y angostas en el litoral de Chimbote (playas Alconcillo y Lancón), y otras de menor extensión en forma discontinua, con presencia de acantilados, en las costas de Casma, Culebras y Huarney.

GEOMORFOLOGÍA Y SUSCEPTIBILIDAD

En el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa y peligros hidrológicos, el aspecto geomorfológico¹⁹ generalmente es tomando en cuenta meramente en relación a la pendiente del terreno. Sin embargo, para los objetivos perseguidos en el presente estudio, se considera a las unidades geomorfológicas diferenciadas muy importantes como factores de susceptibilidad, tomándose en cuenta además de la pendiente, la altura relativa de los terrenos, las geoformas de depósitos de movimientos en masa (antiguos y actuales),²⁰ así como el carácter estructural que incide directamente en el control de la estabilidad de vertientes o laderas (cuestas).

El análisis estadístico de los valores de susceptibilidad de las diferentes unidades geomorfológicas permitió agruparlas en cinco rangos (Cuadro 5.1). La ocurrencia de eventos geodinámicos relacionadas a las geoformas asociadas se describen a continuación considerando las observaciones de campo:

Susceptibilidad muy alta:

Depósitos de deslizamiento: abanicos y vertiente de detritos. Por su naturaleza geodinámica están ligados principalmente a la ocurrencia o reactivación de movimientos en masa, como deslizamientos, derrumbes, flujos o avalanchas de detritos y movimientos complejos por modificación de sus taludes, pues estos materiales generalmente tenderán a buscar su estabilización natural o de equilibrio. Los depósitos antiguos de deslizamientos con suave pendiente e influenciados por infiltración de aguas están sujetos a movimientos lentos de flujos de tierra, reptaciones y deslizamientos.

Montañas con acumulación de hielo: Por su morfología, altitud y pendiente están ligadas a procesos de avalanchas de hielo/nieve, que desencadenan en avalanchas o flujos de detritos. Normalmente se encuentran relacionados a eventos extremos (sismos o lluvias).

Montañas con laderas de moderada pendiente: Su distribución es amplia en la región y son muy frecuentes los deslizamientos y movimientos complejos, los derrumbes, la caída de rocas y los flujos de detritos; así como la reptación de suelos y la erosión de laderas.

Susceptibilidad alta:

Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente: Ligadas a derrumbes, caídas de rocas, movimientos complejos y flujos de detritos (principalmente en las laderas de valle encañonados), avalanchas de rocas y avalanchas de hielo en los frentes montañosos.

Montañas con deglaciación reciente, lagunas glaciares asociadas y morrenas: Por su evolución reciente debido a procesos de retroceso glacial, ubicación en conjunto y asociación (p. ej. Glaciar de montaña o valle, lagunas y morrenas adyacentes), son susceptibles de generar flujos de detritos, deslizamientos por saturación de morrenas, colapsos o derrumbes y avalanchas de detritos.

Montañas con laderas estructurales: Vinculadas a caída de rocas, deslizamientos traslacionales, movimientos complejos (caída de rocas/flujo de detritos) y reptaciones en la cobertura de suelo superficial residual. Pueden presentarse deslizamientos y vuelcos en los pies de taludes de carretera y pie de valles.

Detritos de vertiente, glaciofluviales y morrenas: Por su ubicación son susceptibles a remoción con agua (fuertes lluvias) al ser saturados. Los depósitos glaciofluviales muestran gran afectación por erosión de laderas, cárcavas y *bad lands* entre Catac y Yungay. En las morrenas colgadas, frontales y longitudinales suelen presentarse avalanchas de detritos.

Colinas y lomadas muy disectadas: Están asociadas a erosión en cárcavas; el avance retrogresivo de erosión genera derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos.

Susceptibilidad media:

Colinas: Colinas con laderas estructurales, lomadas. Por su poca elevación son menos susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa de grandes magnitudes, sin embargo ocurren flujos de detritos pequeños, derrumbes y hasta deslizamientos, iniciados por procesos de erosión. Es más frecuente la erosión de laderas (en suelos superficiales), caída de rocas y algunas reptaciones de suelo, vuelcos en las laderas estructurales con formación de cuestas.

¹⁹ La susceptibilidad está fuertemente relacionada a la geomorfología, debido a que sus diversos componentes son considerados parámetros esenciales en la dinámica de la superficie terrestre. Como consecuencia, en la última década la geomorfología se ha ocupado de analizar, evaluar y prevenir fenómenos catastróficos como movimientos de masa, sismos, inundaciones y vulcanismos, entre otros (Aristizábal Yokota, 2005).

²⁰ La pendiente de los terrenos se analiza por separado.

Cuadro 5.1
Geomorfología y susceptibilidad

Unidad Geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Montañas	Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente	Muy alta	4
	Montañas con laderas de moderada a suave pendiente	Alta	3
	Montañas con laderas estructurales	Alta	3
	Montañas con acumulaciones de hielo	Muy Alta	4
	Montañas con deglaciación reciente	Alta	3
	Montañas litorales	Muy Baja	0
Colinas y Lomadas	Colinas	Baja	1
	Colinas con laderas estructurales	Media	2
	Lomadas	Media	2
	Colinas y lomadas muy disectadas	Alta	3
	Morrenas	Alta	3
	Colina litoral	Muy baja	0
	Islas	Muy baja	0
Piedemontes	Abanicos	Media	2
	Vertiente de detritos	Alta	3
	Detritos de acumulación glaciofluvial	Alta	3
	Depósitos de deslizamiento	Muy Alta	4
Planicies y Depresiones	Planicie aluvial alta o terraza alta / Fondo de valle fluvial	Baja	1
	Llanura o planicie inundable	Baja	1
	Planicie costanera	Baja	1
	Meseta volcánica	Media	2
	Depósitos eólicos	Muy baja	0
	Playas	Muy baja	0
	Lagunas / valle glaciar con lagunas	Alta	3

Mesetas volcánicas: Por su naturaleza litológica y pendiente son frecuentes las caídas de rocas y derrumbes en sus límites o bordes.

Susceptibilidad baja:

Planicie costanera, terrazas/Fondo de valle fluvial: Al ubicarse en la desembocadura de cauces secundarios o quebradas o adyacentes a ríos principales suelen presentarse huaycos, derrumbes o inundaciones de detritos. A lo largo de algunos ríos recorren flujos canalizados.

Abanicos: Muchos de estos depósitos son antiguos, sin embargo en sus límites pueden ocurrir eventos excepcionales, de dimensión menor.

Lomadas y monte islas: Afectadas principalmente por erosión de laderas e invasión de arenas.

Susceptibilidad muy baja:

Llanuras de inundación: Principalmente desborde en avenidas normales y excepcionales.

Montañas y colinas litorales e islas: Pueden ser afectadas por caídas o derrumbes originados por erosión marina.

PENDIENTE DE LOS TERRENOS

La pendiente constituye un factor de evaluación principal para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa. Para determinar la variación de pendientes del terreno en la región se elaboró un mapa de pendientes (MP) a partir de los planos topográficos del IGN en escala 1:100 000, con equidistancias de curvas de nivel cada 50 m. Con ayuda del GIS se diseñó previamente un modelo de elevación digital (DEM), utilizando el software de pendientes, al cual se dio rangos de valores obteniendo sectores o polígonos que representan igual pendiente o inclinación, en diferentes sectores de la región.

De acuerdo a las condiciones topográficas y la necesidad de efectuar el análisis de susceptibilidad, se consideró seis rangos o grados de pendiente, como se muestra en el Cuadro 5.2 y el Mapa 6.

Pendientes y susceptibilidad

La pendiente es un factor muy importante en la evaluación de todo tipo de proceso de movimiento en masa, por ello diversos autores consideran a esta variable como fundamental en el análisis de susceptibilidad (Aguilar y Mendoza, 2002; Restrepo y Velásquez, 1997; Mora y Vahrson, 1994). Sin embargo en el análisis de su relación con los movimientos en masa, existen algunas

Cuadro 5.2
Pendientes y geformas principales

Terrenos	Pendiente	Geformas características
Llanos	< 1°	Terrazas, planicies costaneras, y/o conos deyeativos o abanicos y numerosas cimas de lomadas suaves y colinas bajas de las estribaciones occidentales, cumbres de mesetas volcánicas; morrenas, y fondo de valles glaciales con lagunas.
Inclinados con suave pendiente	1°-5°	Planicies y terrazas altas, planicies antiguas, abanicos depósitos glacio-fluviales.
Pendiente moderada	5-15°	Depósitos de vertiente.
Pendiente fuerte	15°-25	Ocupan una extensión mayor en la región y están distribuidos indistintamente en las laderas de las cordilleras, así como los alineamientos en valles tributarios a los ríos principales.
Pendiente escarpada	25-45°	Los terrenos con pendiente escarpada y muy escarpada ocupan una superficie reducida, y se encuentran localizados indistintamente en los tramos de valle-cañón.
Terrenos muy escarpados	(>45°)	

divergencias,²¹ por lo tanto no es apropiado generalizarla para todos los ambientes climáticos. Diversos autores coinciden en que las pendientes bajas y altas o muy altas son menos susceptibles a los movimientos en masa.

Las inundaciones y la erosión fluvial ocurren usualmente en terrenos de suave pendiente (<1° y entre 1° y 5°), en consecuencia estos terrenos se consideran de muy alta susceptibilidad a las inundaciones (Cuadro 5.3).

En el presente trabajo se adoptó la siguiente clasificación (Cuadro 5.3):

Cuadro 5.3
Clasificación de pendientes y susceptibilidad

Rango	Calificación	Susceptibilidad	
0° a 1°*	0	Muy baja a nula	Son poco susceptibles a movimientos en masa, pero son afectadas por eventos originados en las porciones adyacentes y superiores de mayor pendiente.
1° a 5°*	1	Baja	Son afectadas por eventos que se originan en pendientes más inclinadas), generalmente flujos de detritos o huaycos, principalmente en las vertientes bajas de la cordillera Occidental.
5° a 15°	2	Media	Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad media a los movimientos en masa de tipo reptación y flujos de detritos.
15° a 25°	3	Alta	Terrenos propensos a reptación de suelos, zonas de inicio frecuente de huaycos y movimientos complejos (deslizamientos-flujos de tierra), algunos derrumbes.
25° a 45°	4	Muy alta	Son terrenos con muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa, siendo más frecuentes los deslizamientos, los derrumbes, las caídas de rocas, también hay zonas de arranque o evolución de huaycos y avalanchas de rocas y detritos. La erosión de laderas también es muy frecuente.
>45°	3	Media	Suelen presentarse zonas de arranque de avalanchas de rocas, frentes de caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos en zonas montañosas, asociados principalmente a sismos. Taludes de carreteras.

(* Las pendientes de 0° a 1° y de 1° a 5° se consideran de muy alta y alta susceptibilidad a las inundaciones y la erosión fluvial.

²¹ En la región un análisis estadístico rápido de las pendientes versus los movimientos en masa arrojó valores de mayor ocurrencia de eventos de caídas de rocas en pendientes mayores a 70°; deslizamientos entre pendientes de 35°-50°; deslizamientos, huaycos y reptaciones en pendientes entre 20°-35°; huaycos con pendientes entre 5°-20°, aunque son frecuentes también entre 20° y 50° y avalanchas de rocas con pendientes entre 35°-50°.

CAPÍTULO VI

CONTEXTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL

PATRICIO VALDERRAMA M., GRISELDA LUQUE P. & BILBERTO ZAVALA C.

GENERALIDADES

La geología es uno de los parámetros más importantes para analizar la susceptibilidad a los movimientos de masa, pero también uno de los más complejos de evaluar, debido a las diferentes asociaciones de rocas que se presentan y que condicionan su competencia geomecánica (fracturamiento) y resistencia (meteorización). Se evalúa tanto el carácter litológico como el estructural.

- En la litología se evalúa el tipo de material presente (roca o suelo), sus características físico-mecánicas y químicas, y la composición mineral y textura, las cuales definen el grado de susceptibilidad a los movimientos en masa (Medina, 1991).
- La parte estructural considera los sistemas de discontinuidades presentes en la roca como planos de debilidad (estratificación, diaclasas o esquistosidad) y estructuras tectónicas (pliegues, fallas), en las cuales se ha presentado desplazamiento relativo

de masas (Simons, 1990). Su influencia en la susceptibilidad está gobernada por el rumbo, el buzamiento (en relación al talud o inclinación de las laderas), la abertura, el espaciamiento y la continuidad, el grado de actividad (fallas activas, etc.), entre otros (Suárez, 1998). La incorporación de la litología y la estructura fue realizada por Mora y Vahrson (1993), en un estudio realizado en Costa Rica,²² agrupando las unidades litológicas y valorando subjetivamente su influencia respecto a los movimientos en masa; así se determinó cinco clases de susceptibilidades (Cuadro 6.1). Keefer (1994), se basó en datos históricos mundiales de movimientos de masa detonados por sismos, y menciona que los tipos de ambientes más susceptibles a los movimientos en masa son las rocas fuertemente fracturadas, meteorizadas, cizalladas y débilmente cementadas, así como las cenizas volcánicas, los suelos residuales no cohesivos y los depósitos aluviales y coluviales.

Cuadro 6.1
Susceptibilidad de la litología a los movimientos en masa

Unidad Litológica	Grado	Peso
Aluviales gruesos, permeables, compactos, nivel freático bajo. Calizas duras permeables. Intrusivos poco fracturados, bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas y otras sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas, sanas, poco fisuradas, bajo nivel freático. Características físico-mecánicas (CFM): materiales sanos con poca o ninguna meteorización apreciable, resistencia al corte elevada, fisuras sanas, sin relleno.	Baja	1
Rocas sedimentarias poco o nada alteradas, macizas, poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lavas, ignimbritas, metamórficas medianamente alteradas y fisuradas. Sedimentos aluviales poco compactos, con muchos finos, drenaje moderado, nivel freático a profundidades intermedias. CFM: Resistencia al corte media a elevada, fracturas cizallables.	Moderada	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, metamórficas mediana a fuertemente alteradas, coluviales, lahares, arenas, suelos residuales levemente compactos, drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos. CFM: Resistencia al corte moderada a media, fracturación importante.	Mediana	3

²¹ Estos autores concluyen que los criterios usados deben revisarse en el caso de otras regiones, e incluso redefinir las clases de susceptibilidad, para que puedan expresar el comportamiento de la zona que se desea estudiar.

continuación...

Unidad Litológica	Grado	Peso
Sedimentos aluviales, fluvio-lacustres, piroclásticos poco compactados, sectores con alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificaciones y foliaciones hacia la pendiente y con rellenos arcillosos, niveles freáticos someros. CFM: Resistencia al corte moderado a bajo, con presencia frecuente de arcillas.	Alta	4
Materiales aluviales, coluviales y residuales de muy baja calidad mecánica, rocas muy alteradas, drenaje pobre. Se incluyen las clases mediana y alta, sometidas a gradientes hidromecánicos elevados y niveles freáticos muy someros. CFM: Resistencia al corte muy baja, materiales blandos con muchos finos.	Muy alta	5

Fuente: Mora y Varhson (1993).

UNIDADES LITOLÓGICAS

El mapa litológico-estructural de la región (Mapa 7) fue elaborado a partir de los estudios del levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000, realizados por la Dirección de Geología Regional, cuya información se encuentra publicada en ocho boletines de INGEMMET (Cobbing et al., 1973, 1996; Myers, 1980; Sánchez, 1995; Wilson y Garayar, 1996, 1998), abarcando los cuadrángulos de Santiago de Chuco, Pallasca, Tayabamba, Santa, Santa Rosa, Corongo, Pomabamba, Chimbote, Casma, Carhuaz, Huarí, Singa, Culebras, Huaraz, Recuay, La Unión, Huarmey, Huayllapampa, Chiquián, Yanahuanca, Barranca y Ámbar, y además se interpretó imágenes satelitales Landsat y Spot 5, fotos aéreas y se efectuaron las verificaciones de campo respectivas.

Para la delimitación de las diferentes unidades litológicas se tomó como patrón los tipos de roca predominantes, agrupándose por el grado de homogeneidad de sus propiedades geotécnicas (rocas y suelo), su grado de fracturamiento, de meteorización y resistencia a la erosión, en función de su mayor o menor propensión a producir movimientos en masa, independientes de su edad.

De acuerdo a lo antes mencionado, los principales grupos de suelo y rocas se han clasificado en dos grandes unidades: 1) Depósitos inconsolidados y 2) Unidades del substrato rocoso.

Depósitos inconsolidados (I)

Son depósitos poco o nada coherentes, de extensión y grosor variable, conformados por materiales de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el Pleistoceno hasta la actualidad y agrupados en función de su origen.

En la Región Ancash se diferenciaron seis tipos de materiales no consolidados que son producto de la meteorización, erosión y posterior acumulación. Presentan morfologías desde planas y plano-onduladas hasta acumulaciones de piedemonte con cierto declive. A esta unidad se le ha denominado como la unidad I, la cual está

acompañada de un número (p. ej. I-1) que indica la clase de depósito. Ocupa un porcentaje importante en la región pues alcanza un 22,7% del área.

De acuerdo a su origen se clasifican en: fluviales, aluviales y proluviales, glaciales, glaciofluviales, coluvio-deluviales, eólicos y marinos, los cuales se describen a continuación:

Depósitos fluviales, aluviales y proluviales (I-1)

Los depósitos fluviales constituyen los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos; son depósitos inconsolidados o poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta.

Geomorfológicamente están asociados principalmente a las llanuras de inundación, y son susceptibles a la erosión fluvial y las inundaciones periódicas.

Los depósitos aluviales están conformados por extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) a diferentes niveles sobre los valles principales y tributarios mayores; son depósitos semiconsolidados, algunos de ellos presentan cierto grado de consolidación, erosionados por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocian principalmente a las planicies aluviales o terrazas altas, susceptibles a la erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas), algunos derrumbes y hasta deslizamientos cuando se encuentran conformando márgenes de ríos y quebradas.

Los depósitos proluviales forman conos de deyección o abanicos. Se originan a partir de la existencia de material detrítico suelto

acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. Sus depósitos llegan a confundirse muchas veces con las terrazas aluviales; el material que los constituye es heterométrico y está mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables, medianamente consolidados; son susceptibles a la erosión fluvial, los derrumbes y los deslizamientos. Geomorfológicamente están asociados directamente a las unidades de abanicos proluvio/aluviales y abanicos aluviales.

Depósitos glaciales (I-2)

Están representados principalmente por acumulaciones de morrenas, conformadas por clastos angulosos a subredondeados, englobados en una matriz arenosa y limoarcillosa; son poco compactos, forman crestas y lomadas alargadas y se encuentran distribuidos en zonas de frente glacial a lo largo de las cordilleras Occidental y Oriental, especialmente en la cordillera Blanca bordeando lagunas. Actualmente algunas de estas zonas carecen de áreas glaciales como es el caso de la cordillera Negra. Esto es evidencia de un proceso de deglaciación que ocasionó la desaparición de los glaciares.

Este proceso de deglaciación está afectando los casquetes glaciares de la cordillera Blanca, y esto se ha hecho evidente mediante estudios comparativos de imágenes antiguas y actuales, apreciándose una gran pérdida de masa glacial en los últimos cincuenta años.

Depósitos glaciofluviales (I-3)

Conformados por materiales de morrenas que han sufrido removilización por acción fluvial o por gravedad, generalmente compuestas por material heterométrico, que consiste en gravas subredondeadas en matriz arenolimosas, de profundidad y permeabilidad variable, medianamente compactos. Ocupan las laderas de montaña en zonas glaciales, rellenando los valles glaciales y en frentes de montañas, generalmente en forma de talus de detritos. Son susceptibles a la erosión de laderas, los derrumbes y los deslizamientos por acción de aguas superficiales y de infiltración.

Depósitos coluvio-deluviales (I-4)

Esta unidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluvio-gravitacional), que se acumulan en vertientes o márgenes de los valles como también en laderas superiores; en muchos casos son resultado de una mezcla de ambos.

Los depósitos coluviales o de caída se les reconoce por su geometría y son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc.; su fuente de origen es cercana. Están

conformados por material generalmente grueso de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla como matriz en menor proporción; generalmente se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden presentar algo de consolidación cuando son relativamente más antiguos, dependiendo de la matriz que los engloba. Su distribución mayormente caótica al pie de los taludes, constituyen talus de escombros, detritos de ladera, piedemonte; se les encuentra en las laderas de valles y al pie de barrancos escarpados.

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones pequeñas a moderadas de depósitos de vertiente, su origen está asociado generalmente a flujos no canalizados y también a movimientos complejos (derrumbe-flujos o deslizamiento-flujos), que originan pequeños abanicos en su pie. Se les encuentra al pie de las laderas y formando pequeños abanicos en su confluencia con los valles principales.

En conjunto y por su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial, remoción y generación de flujos de detritos (chorreras y huaycos). Los antiguos movimientos de masa son susceptibles a reactivaciones cuando se realizan modificaciones en sus taludes naturales. Geomorfológicamente están asociados a las unidades de depósitos de vertiente, los depósitos de deslizamientos y los abanicos deluvio/coluviales.

Depósitos eólicos (I-5)

Acumulaciones de arenas sueltas distribuidas en las planicies, pampas costaneras y vertientes inferiores, penetrando progresivamente hacia el continente. Son susceptibles a la dinámica del viento originando dunas y arenamientos.

Depósitos marinos (I-6)

Ubicados a lo largo de la costa o litoral, conformando bahías o playas angostas. Generalmente están constituidos por arenas desde muy finas a gruesas con formación de barras litorales. Son susceptibles a la erosión marina.

Unidades del sustrato

Estas unidades se han clasificado agrupando las litologías según su naturaleza, diferenciándose en la región: rocas intrusivas (II), rocas volcánicas (III), rocas volcánico-sedimentarias (IV), rocas sedimentarias (V) y rocas metamórficas (VI). Cada grupo puede estar acompañado de un número según el tipo de litología particular de la cual están compuestas.

Rocas intrusivas (II)

Las rocas intrusivas que afloran en la Región Ancash tienen una considerable presencia, ocupando un porcentaje del 34,17% del área total. Se ubican principalmente en la zona de la cordillera

Blanca, conformando el batolito del mismo nombre y cuerpos subvolcánicos. Presentan una morfología de montañas y colinas, con pendientes que varían de moderadas a abruptas.

Además, a lo largo de toda la zona litoral, en la faja costanera, se localizan rocas intrusivas que conforman parte del batolito de la costa.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, meteorización e intensidad de erosión, son susceptibles a determinados procesos de movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes, reptación y erosión de laderas).

La resistencia de estos materiales rocosos varía según la composición, textura y su localización por efectos del clima al que están expuestos. El granito, la roca más común de la familia de las rocas intrusivas tiene una resistencia a la compresión de 100-200 Mpa.

Las rocas ígneas intrusivas que afloran en la región han sido clasificadas en tres subunidades de acuerdo a su litología:

- **Granitos y monzogranitos (II-1):** Afloramientos de topografía moderada a muy fuerte, de amplia distribución dentro de la región Ancash a manera de batolitos (batolito de la costa, batolito de la cordillera Blanca) y macizos (Puscao), teniendo sus mayores exposiciones en la parte media de la región, debajo de las masas glaciares de la cordillera Blanca y al oeste en la zona de costa, principalmente cerca de las localidades de Casma, Huarmey, Culebras y el valle del río Pativilca; se pueden encontrar además pequeños afloramientos en otros sectores en forma de stocks.
- **Tonalitas, dacitas y granodioritas (II-2):** Afloramientos de topografía moderada a manera de plutones (Santa Rosa) y batolitos (batolito de la Cordillera Blanca), afectados por procesos de meteorización (generando suelos arenosos), también de amplia distribución dentro de la región. Sus mayores exposiciones se presentan al sur de la zona occidental de la región, en los cuadrángulos de Huarmey y Huallapampa.
- **Pórfidos (II-3):** Cuerpos subvolcánicos cuarcíferos que incluyen a las unidades del complejo Santa Rosa (Unidad Cuyhuay Chico), en el sector suroccidental de la región (Huarmey), así como algunos pórfidos monzogranitos en las inmediaciones de Antamina. Se incluye además cuerpos de diques y sills de adamelitas que predominan en la zona oeste y suroeste del área (Culebras, Huarmey y Chasquitambo).
- **Gabros y dioritas (II-4):** Constituyen intrusiones de dimensiones menores con relación a las anteriores, afloran de manera aislada y dispersa, siendo los más representativos los afloramientos en los sectores de Patap y Paccho.

Morfológicamente conforman montañas con laderas de moderada pendiente.

Rocas volcánicas (III)

Conforman una importante exposición de rocas de tipo volcánico, y se han subdividido en dos grupos: uno conformado por tobas y el otro por secuencias lávicas y piroclásticas. Su distribución se circunscribe a la zona occidental de la región, conformando extensos afloramientos, y ocupan un 8,43% del área total de la región.

- **Tobas y aglomerados (III-1):** Conformada por tobas friables de coloración clara; contienen bombas y lapillis gruesos encerrados en una matriz tobácea de pómez. Asimismo conforman algunas secuencias de la Formación Casma y el Grupo Calipuy y afloran en los cuadrángulos de Carhuaz, en los alrededores de la ciudad de Caraz y en el cuadrángulo de Huayllapampa en las cercanías de la subida hacia Conococha, presentando estructura columnar. Por sus características son susceptibles a la ocurrencia de caída de rocas.
- **Secuencias lávicas y piroclásticas (III-2):** Este subgrupo está representado por secuencias del Grupo Calipuy; sus afloramientos en la zona son amplios y la mayoría ocurren en la cordillera Negra, donde inclusive presentan mineralización de oro y plata, como es el caso de los yacimientos minerales de Pierina y Santo Toribio. Están constituidos de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica, lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas; también se tienen dentro de este subgrupo pequeños stocks de tipo riódacita que intruyen a las formaciones Carhuaz, Oyón y Chimú.

Morfológicamente se encuentran formando montañas y colinas. Este grupo litológico de acuerdo a las condiciones estructurales, hidrológicas y sísmicas pueden ser susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes. Los movimientos en masa vinculados a este subgrupo son considerables dada la gran extensión de sus afloramientos.

Rocas volcánico-sedimentarias (IV)

Se restringen a la zona occidental de la región y ocupan aproximadamente un 12,30% del área de la región. Dentro de esta unidad se ubica el Grupo Mitu, constituido por una andesita púrpura y flujos de lava, andesita piroclástica, conglomerados de guijarros de andesita y areniscas rojas. Los conglomerados son especialmente abundantes al este de Quinubamba (Pomabamba).

Asimismo las facies volcánicas del Grupo Mitu consisten de derrames andesíticos de coloración morado claro, con estructuras de flujo que le dan una morfología laminada. La mayor parte de estos volcánicos se hallan próximos al sistema de fallas longitudinales

que atraviesan el área, entre Chilia y Huacrachuco, con rumbo general NO-SE.

Es también parte de esta unidad la Formación Señal Cochapunta del Grupo Casma, que aflora en las cercanías del cerro Colorado en el cuadrángulo de Culebras, donde se expone una gruesa secuencia de lutitas negras y cherts, que representan la continuación de la Formación Señal Cochapunta, ubicada en el sector occidental del cuadrángulo de Huaraz.

Las secuencias volcánico-sedimentarias se encuentran formando montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, sus valores de resistencia a la compresión son variables por encontrarse constituidos por diferentes litologías, lo mismo que la susceptibilidad a los movimientos en masa, siendo susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes de grandes magnitudes.

Rocas sedimentarias (V)

Las rocas sedimentarias tienen amplia distribución y se les encuentra en los sectores este y suroeste de la Región Ancash; generalmente se presentan estructuralmente plegadas y falladas, y ocupan un 18,51% del área de la región. Esta unidad ha sido dividida en cinco subunidades, tomando en cuenta la litología predominante de cada una de ellas.

Los valores de resistencia a la compresión para estos materiales sedimentarios detríticos y químicos son: a) lutitas o limo-arcillitas: con un rango de 2-50 Mpa, b) areniscas: 40-110 Mpa, c) conglomerados 90 Mpa y d) calizas con un rango de 50-150 Mpa.

- **Calizas; calizas y arcillas, margas (V-1):** Esta subunidad está constituida por secuencias de calizas micríticas, algo dolomíticas bituminosas, intercalaciones de calizas con lutitas; calizas con intercalaciones de margas; también lutitas intercaladas con areniscas y calizas grises; y calizas margosas nodulares, resistentes a la erosión. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Pucará (Formación Chambará) y las formaciones Chonta, Santa, Chulec, Pariahuanca, Crisnejas, Casapalca, Jumasha, Celendín y Breas. En algunos sectores pueden presentarse procesos de disolución asociados a karst.

Areniscas, cuarcitas y lutitas (V-2): Esta subunidad está constituida por grandes depósitos de areniscas, ortocuarcitas, areniscas cuarzosas, areniscas subgrauvacas, lutitas que se intercalan con areniscas piritosas y con nódulos ferruginosos.

Las formaciones representativas de esta subunidad son el grupo Goyllarisquizga (Chimú, Carhuaz, Farrat) y las formaciones Chicama, Oyón y Casapalca.

- **Areniscas y conglomerados (V-3):** Esta subunidad está constituida por depósitos de areniscas conglomerádicas, areniscas, arcillitas y conglomerados, areniscas conglomerados y limonitas rojas. Las formaciones representativas de esta subunidad son Chota, Huaylas y Gollarisquizga.
- **Lutitas, lutitas y areniscas (V-4):** Esta subunidad está constituida por lutitas con intercalaciones de areniscas finas, también por lutitas fosilíferas, lutitas arenosas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son Chicama, Chala, Huaylas, Huamancay y Chota.

Rocas metamórficas (VI)

Expuestas en la cordillera Oriental, hacia las partes más occidentales (parte baja del valle del Marañón), conformado por afloramientos reducidos del Complejo Marañón, representando un área de 3,63% en la región.

Consiste en una secuencia de rocas metamórficas compuestas por esquistos micáceos y cloríticos, grises y verdosos, cortados por abundantes vetas de cuarzo lechoso. El resto que aflora en la cordillera Oriental son pizarras y filitas grisáceas. Esta unidad es bastante escasa en la región, pero presenta una alta susceptibilidad a derrumbes, deslizamientos y reptaciones.

UNIDADES LITOLÓGICAS Y SUSCEPTIBILIDAD

La interpretación del carácter litológico (grado de meteorización) y estructural (grado de fracturamiento) de las unidades de roca y suelo tomó en consideración su complejidad estructural y geológica. Así se establecieron grados de susceptibilidad, siendo las características más saltantes (Cuadro 6.2):

- La Unidad VI (esquistos y micaesquistos), aunque presenta un área reducida, por su naturaleza estructural (discontinuidades y esquistosidad) presenta muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes y flujos de detritos.
- La unidad V-2 compuesta por alternancias de areniscas, cuarcitas y lutitas, presenta una alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, caídas (derrumbes) y avalanchas de rocas.²³

²³ La ocurrencia de avalanchas de roca, deslizamientos y derrumbes en el sector entre mina Huanzá y el poblado de Huallanca, con represamientos del valle de la quebrada Santa Rosa hasta en cuatro sectores en menos de 5 km de extensión, ponen en evidencia una alta actividad geodinámica del área y susceptibilidad de las formaciones sedimentarias presentes, asociadas probablemente a una fuerte actividad sísmica en el pasado reciente.

Cuadro 6.2
Litología y susceptibilidad

	Unidad	Grado	Calificación
Depósitos Inconsolidados	Fluviales, aluviales y proluviales	Baja	1
	Glaciales	Alta	3
	Glaciofluviales	Media	2
	Coluvio-deluviales	Muy alta	4
	Eólicos ²⁵	Baja	1
	Marinos	Muy baja	0
Rocas Intrusivas	Granitos, monzogranitos y aplitas	Media	1
	Tonalitas, granodioritas y dacitas	Alta	3
	Pórfidos; Diques y sills de adamelita	Media	2
	Gabros y dioritas	Media	2
Rocas Volcánicas	Tobas y aglomerados	Baja	1
	Secuencias lávicas y piroclásticas: aglomerados tufáceos	Media	2
Rocas Volcánico-Sedimentarias	Conglomerados, areniscas y lutitas, lavas andesíticas y tufos	Media	2
Rocas Sedimentarias	Calizas, calizas y margas	Baja	1
	Areniscas, cuarcitas y lutitas	Muy alta	4
	Lutitas y lodolitas; lutitas	Media	2
	Areniscas y conglomerados, areniscas conglomerádicas, limonitas y arcillitas rojas	Alta	3
Rocas Metamórficas	Esquistos, filitas y pizarras	Alta	3

- La unidad II-2 presenta alta susceptibilidad a la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos o avalanchas de rocas, por estar cerca de la falla de la cordillera Blanca y además cubierta por áreas glaciares. La zona de contacto entre el batolito intrusivo con secuencias sedimentarias también muestra indicios de alta susceptibilidad.²⁴
- La unidad IV presenta moderada susceptibilidad a los deslizamientos, derrumbes y reptación, relacionada a la alternancia de materiales que presentan diferente comportamiento geotécnico.
- Las unidades de depósitos inconsolidados (coluvio-deluviales) presentan muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujos; también se pueden producir reactivaciones de deslizamientos, derrumbes y avalanchas de detritos.
- Las unidades de depósitos glaciales (morrenas) presentan una susceptibilidad muy alta a la ocurrencia de deslizamientos y movimientos complejos, avalanchas de detritos, así como a la formación de cárcavas y *bad lands*. Es importante destacar su relación con la falla de la cordillera Blanca.
- Las unidades aluviales presentan una susceptibilidad baja a moderada a la ocurrencia de derrumbes.

²⁴ El complejo de deslizamientos del sector de Tres Cruces-La Pampa está asociado a rocas existentes en el contacto del intrusivo de la cordillera Blanca y secuencias sedimentarias del Cretáceo; esta zona altamente susceptible a movimientos en masa se puede observar de sur a norte entre Yungaypampa, Yuracmarca y La Pampa, en una extensión de aproximadamente 12 km en la margen derecha del río Santa.

²⁵ Por la naturaleza geotécnica (baja cohesión) y ubicación de los suelos eólicos en los sectores de ladera con cobertura amplia, son susceptibles a remoción por intensas lluvias (eventos El Niño), así como al colapso o deslizamiento por movimientos sísmicos (licuación de suelos).

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE PELIGROS

BILBERTO ZAVALA C., PATRICIO VALDERRAMA M., GRISELDA LUQUE P., ROXANA BARRANTES H. & WALTER PARI P.

GENERALIDADES

La evaluación de peligros en la región Ancash parte de la recopilación de estudios anteriores efectuados por la Dirección de Geotecnia del INGEMMET a nivel de cuencas hidrográficas, entre los años 1980 y 1994. En estas publicaciones se muestra el análisis de los peligros geológicos, la evaluación geodinámica y de seguridad física de poblados y redes viales. Destacan los estudios geodinámicos de las cuencas de los ríos Santa, Casma-Sechín, Pativilca y Huarmey en el lado suroccidental de la región (Dávila et al., 1980; Dávila, 1990; Guzmán, 1985).

Estos trabajos detallan la ocurrencia de movimientos en masa y geohidrológicos en el ámbito de sus cuencas, con cartografía geodinámica (no digital) sobre mapas a escala 1:100 000, sin interpretación aerofotográfica ni satelital. La mayor parte de esta información se encuentra incluida en la Base de Datos de Peligros del Perú (EXGEOEXDAT; INGEMMET, 1996). Esta base de datos registró la ocurrencia de 321 procesos entre deslizamientos, aluviones, derrumbes, huaycos, inundaciones, etc. (Figura 10), y

además de los datos obtenidos en los estudios geodinámicos mencionados, incluye información bibliográfica sobre estadísticas de INDECI, reportes periodísticos de diferente años, etc.

Una característica resaltante de la región, en comparación con otras del país, es la mayor cantidad de aluviones²⁶ que han ocurrido en ella, como se muestra en la Figura 11 (Morales-Arno, 1999).

Recientemente se cuenta con información del Estudio de Riesgo Geológico en la Franja N.º 4 (al sur de la latitud 10º), que comprende parte de los cuadrángulos de Huarmey, Huayllapampa, Chiquián, Barranca y Ámbar (Fidel et al., 2006). Esta data recopilada el año 2004 da cuenta de 335 ocurrencias de peligros que se anexan al presente estudio, y la información fue ampliada con los trabajos de campo.

En este capítulo se describen los peligros de movimientos en masa, los peligros geohidrológicos (inundaciones, erosión fluvial), así como otros peligros geológicos como erosión de laderas, arenamientos, etc.

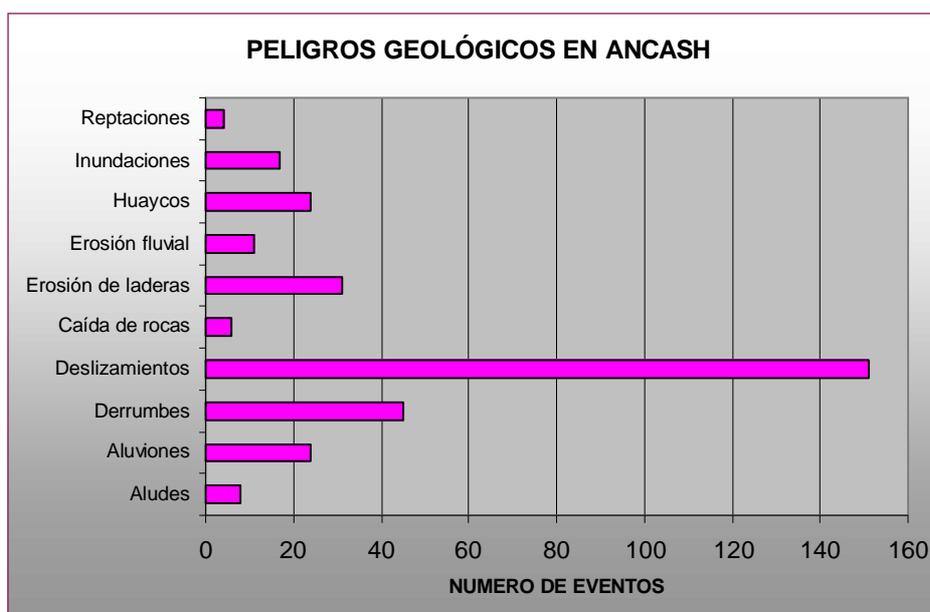


Fig. 10 Información sobre peligros geológicos en la región Ancash antes de 1996 (Fuente: Base de Datos INGEMMET, 1996).

²⁶ El término aluvión se refiere a los procesos de avalanchas y flujos de detritos originados en los frentes glaciares.

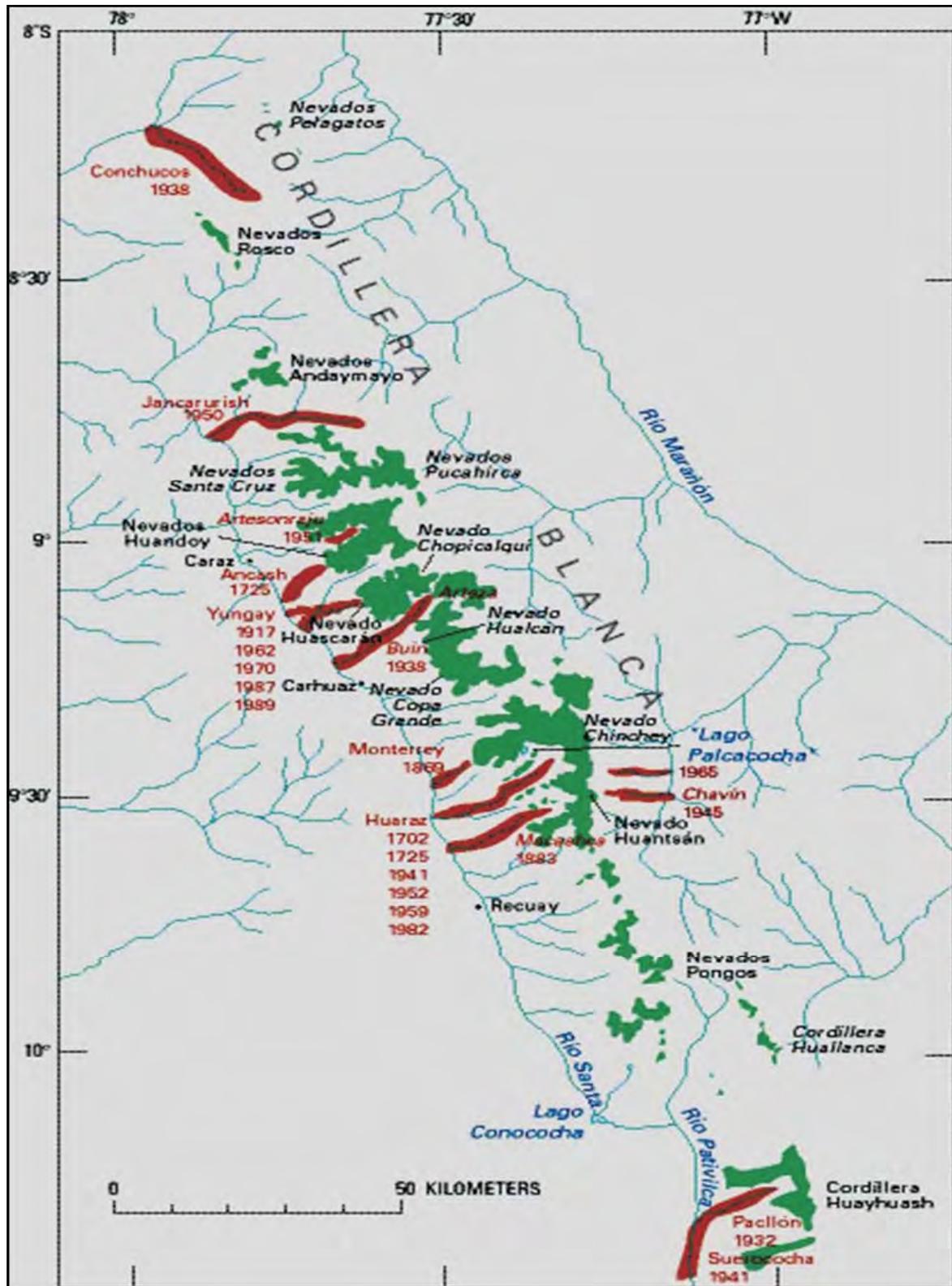


Figura 11 Distribución de aluviones históricos ocurridos en la región Ancash. (Tomado de Morales-Arao, 1999).

MOVIMIENTOS EN MASA

Constituyen los procesos geológicos que involucran la remoción de masas rocosas (fracturadas y/o meteorizadas), depósitos inconsolidados (suelos de diferente origen), o ambos, por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la región está estrechamente ligada a factores detonantes como lluvias (de gran intensidad o gran duración), sismicidad asociada tanto a la subducción como fallas activas (fallas de la cordillera Blanca y Quiches), así como modificaciones de los taludes naturales hechas por el hombre al construir diferentes obras de infraestructura. Como factores condicionantes o intrínsecos destacan la litología (calidad de la roca y permeabilidad en algunas formaciones geológicas), la pendiente de los terrenos, la morfología y la falta de cobertura vegetal.

La identificación y la cartografía de los movimientos en masa se basa en la clasificación sobre deslizamientos y en general de movimientos en masa descritos por Varnes (1978, 1984) y Hungr et al. (2001), diferenciándose en el mapeo geodinámico los procesos activos y antiguos (algunos reactivados) por ser de importancia.

Los fenómenos geodinámicos se han cartografiado en mapas topográficos del IGN a escala 1: 50 000 y para el inventario se **utilizan fichas especiales**²⁷ en las que se detallan los datos morfométricos (escarpas, depósitos, pendiente del terreno, etc.), la geomorfología de los procesos antiguos o recientes, las características litológicas (tipo de roca, grado de fracturamiento y meteorización, orientaciones de discontinuidades) y geotécnicas (tipo, espesor del suelo, compacidad, saturación, etc.), la estimación del grado de peligro y vulnerabilidad en grado cualitativo en función a las determinaciones en campo. La toma de datos se efectuó en forma adecuada y sencilla, como se realizó en los estudios realizados a nivel de franjas en los últimos años y en la reciente publicación sobre la región Huánuco (Zavala y Vilchez, 2006).

Cada ocurrencia de peligro tiene un código de identificación que se asigna de acuerdo a la numeración de la hoja topográfica del IGN a escala 1:100 000 (código internacional). Por ejemplo, si el área donde se inventarió el peligro se ubica en el cuadrángulo de Huaraz, la numeración que le corresponde es 1650, seguida del número de cuadrante (el cuadrángulo se ha dividido en cuatro cuadrantes, del 1 al 4), y el número correlativo con que se ha inventariado. Cada ficha incluye una o más fotografías ilustrativas.

Los datos consignados en las fichas fueron ingresados en una base de datos en Excel, con algunos campos principales sobre: tipos, causas (condicionantes y detonantes), estado o actividad, georeferenciación (datum WGS1984), y trabajados posteriormente en un SIG, el cual permitió su representación gráfica. El mapa resultante presenta la distribución en polígonos de los diferentes tipos de movimiento en masa identificados, con ejemplos de cada uno de los tipos principales (Mapa 8). Esta información permite a su vez la actualización automática del Banco de Datos de Peligros Geológicos de Perú, con el cual se realizan análisis estadísticos sobre frecuencia de su ocurrencia, o análisis bivariantes para diferentes procesos, versus tipos de roca, pendiente, actividad, grado de peligro, etc.

Evidencias de inestabilidades reconocidas

La cartografía geomorfológica-geodinámica y de procesos activos efectuada es una de las actividades principales de este estudio. Esta permitió reconocer geoformas relacionadas con procesos de movimientos en masa, áreas inundables, erosión fluvial, erosión de laderas, arenamientos, etc., en el ámbito de la región.²⁸ Esta información se presenta en el Mapa de Inventario (Mapa 7).

Para ello se utilizaron mapas topográficos actualizados del IGN a escala 1:50 000, fotografías aéreas disponibles de los años 1962 y 1963 de alto vuelo, fotos aéreas de bajo vuelo a escala 1:30 000 del sector de la cordillera Blanca y Callejón de Huaylas (1970, 1972, 1984 y 1988), así como interpretación de imágenes satelitales Landsat a escala 1:100 000, otras de muy alta resolución y modernas encontradas con el Google Earth por internet, convalidándose con los trabajos de comprobación de campo efectuados en los diferentes itinerarios geológicos.

Las formas de depósitos de remoción y/o erosión reconocidas, asociadas a movimientos en masa son (véase el mapa geomorfológico):

Formas de depósitos de movimientos en masa y otros peligros geológicos:

- Grandes depósitos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos), cartografiables a escala 1: 50 000.
- Conos o abanicos de mayor dimensión («aluvionales»), como los que se encuentran principalmente en el valle del río Santa (Callejón de Huaylas), o el del sector del río Marañón, frente a Huacaybamba y algunos afluentes.

²⁷ La ficha de inventario ha sido paulatinamente mejorada, con algunas modificaciones e innovaciones en los últimos años para una mejor descripción de los procesos geodinámicos y de erosión.

²⁸ El mapa de inventario de movimientos en masa es también un mapa de susceptibilidad.

- Depósitos de flujos antiguos (fósiles) de dimensiones variables, tanto de origen deluvial como proluvial, que muestran cierres parciales de valles principales o tributarios (zonas de los callejones de Conchucos y Huaylas).
- Depósitos de movimientos en masa de diferente tipo (deslizamientos, avalanchas de rocas y de detritos), con represamientos de valles principales o secundarios (Foto 20), algunos de ellos presentes hasta la actualidad con formación de lagunas (valles glaciales).
- Depósitos de vertiente o piedemonte con formas irregulares o indiferenciadas como un proceso único, muchas veces asociados a movimientos en masa.
- Invasión de arenas o acumulaciones de depósitos eólicos en las zonas de planicie costanera o estribaciones inferiores.
- Irregularidades del terreno en laderas de baja a fuerte pendiente debido a procesos de reptación de suelos, que involucran rompimiento de la cobertura vegetal (pastizales), con bofedales en zonas altoandinas.
- Irregularidades o saltos del terreno activos, identificados en las plataformas de carretera (Foto 21), terrenos de cultivos, etc., agrietamientos, asentamientos o escarpas de terreno en las laderas (Foto 22).

Los procesos de movimientos en masa reconocidos en la región están tipificados en seis grandes grupos: deslizamientos (tipos rotacional y traslacional), caídas (caída de rocas y derrumbes), flujos (flujos de detritos o huaycos, avalanchas de detritos, avalanchas de rocas), movimientos complejos, vuelcos y reptaciones de suelos.

En el caso de movimientos en masa antiguos, reconocidos, interpretados e inventariados, se incluyen deslizamientos o movimientos complejos, de dimensiones grandes, reconocibles por su cicatriz o escarpa y depósito (en mayor proporción), y brusca modificación del perfil longitudinal del valle. Además existen flujos de detritos de abanicos deluviales, proluviales y aluvionales, así como depósitos de vertiente no diferenciados (véase el mapa geomorfológico).

Formas de erosión:

- Canales o surcos de erosión pluvial, cárcavamientos (p. ej. Procesos avanzados de erosión en las laderas de morrenas ubicadas en las áreas adyacentes a la ciudad de Huaraz o la localidad de Sihuas).
- Cicatrices de deslizamientos antiguos, avalanchas de rocas, aludes o deslizamientos recientes (caso Huascarán y Aija, 1970), caídas o derrumbes y vuelcos recientes.



Foto 20 Vista aguas arriba del valle del río Vizcarra, afluente del río Marañón, sector de Huallanca, donde se aprecia el depósito de un movimiento en masa que originó un cierre del valle, erosionado o abierto posteriormente por el mismo río.



Foto21 Asentamiento en la plataforma de carretera que evidencia un deslizamiento de tierras en proceso de evolución.



Foto22 Escarpa de deslizamiento reciente en depósitos morrénicos, cabecera de la quebrada Huachecsa.

Inventario y ocurrencias principales

A partir de las investigaciones geológicas de campo y gabinete realizadas durante este estudio se logró identificar 2 101 ocurrencias de movimientos en masa.

Los peligros se ordenaron según la clasificación de Varnes y adicionalmente se adoptaron algunos términos y agrupaciones de acuerdo al Texto sobre Movimientos en Masa en la Región Andina preparado por el Grupo GEMMA del PMA: GCA (documento en edición), como avalanchas de detritos, inundación de detritos, flujos de tierra.

Las principales ocurrencias de los diferentes eventos se detallan en los Anexos 1.1 al 1.6, donde se indican el sector/paraje o área afectada, el distrito y la provincia, las causas o factores principales, así como una calificación cualitativa del grado de peligro, vulnerabilidad asociada y estimación del riesgo. Se incluye un comentario geológico-geodinámico relevante, donde se indican las dimensiones del área o áreas afectadas, y finalmente los daños ocasionados o una estimación ellos, a la vida y propiedad, según la información obtenida.

Estos cuadros además muestran tres columnas donde se ha estimado cualitativamente:

- *Grado de peligro (P)*: expresado en función de las características de los factores condicionantes, su estado o actividad actual, sus dimensiones (área y volumen de material involucrados), y la recurrencia del evento. Se utilizan valores entre 1 y 4: 1 para bajo peligro y 4 para muy alto peligro.
- *Grado de vulnerabilidad (V)*: en función del tipo de área afectada o con probabilidad de ser afectada por el evento, con daños materiales ocasionados o probables a la infraestructura vial u obra de importancia: presa, canal, bocatoma, central hidroeléctrica), daños a viviendas y áreas pobladas rurales o urbanas, servicios básicos (agua, desagüe, luz), etc., pérdidas humanas, damnificados, etc. Se consideró además áreas que podrían ser influenciadas por un evento potencialmente peligroso (directa o indirectamente). La vulnerabilidad se expresa en forma cualitativa con valores numéricos del 1 al 4: 1 para baja vulnerabilidad y 4 para muy alta vulnerabilidad.
- *Estimación del riesgo (R)*: Resulta de la combinación o producto simple del peligro por la vulnerabilidad: $R = P \times V$.

Caídas

Se definen como un movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de rocas o suelos se desprenden de una ladera o talud,

desplazándose principalmente en el aire, pudiendo efectuar golpes, rebotes y hasta rodamiento en su trayectoria, pero sin dejar una superficie o plano cortante apreciable; generalmente se expresan como zonas de arranque o ruptura irregular.

En función de su mecanismo principal de ruptura, morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como del tipo de material involucrado, se subdividieron en tres tipos principales: aludes o avalanchas de hielo, caída de rocas y colapsos o derrumbes. Se presentan en forma moderada dentro de la región asociadas a taludes y cortes naturales, representando un 21% del total de los movimientos en masa.

- **Alud**: Es el desprendimiento violento de una porción de un frente glaciar (hielo/nieve), acompañado algunas veces del substrato rocoso subyacente y/o fragmentos detríticos superficiales (morrenas). Ocurren en áreas de montañas con cobertura glaciar (Foto 23), generalmente con laderas muy escarpadas, que presentan masas de hielo agrietadas con evidencia de retroceso glaciar. Por las características expuestas son susceptibles de ocurrir en sectores de los nevados de las cordilleras Blanca y Huayhuash, representando una gran influencia en la generación de avalanchas o flujos de detritos («aluviones»²⁹). Su ocurrencia está ligada principalmente a la deglaciación y a la influencia geotectónica y sísmica de la región.
- **Caída o desprendimiento de rocas**: Ocurren en laderas de montañas escarpadas o de fuerte pendiente, colinas agudas, frentes rocosos escarpados de montañas volcánicas, laderas de montañas estructurales y en general en taludes de cortes de carretera pronunciados, asociados a litologías de diferente naturaleza (intrusivas y volcánicas en el lado occidental principalmente, aunque también en rocas sedimentarias en el lado oriental), sujetas a fuerte fracturamiento o diaclasamiento. Su ocurrencia es importante en la región (14%). Los principales peligros inventariados se describen en el Anexo 1.1 y se muestra un ejemplo de ellos en la Foto 24.
- **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 (Fotos 25, 26 y 27), y principalmente están asociados a taludes rocosos, aunque suelen presentarse en suelos coluviales, residuales, deluviales y fluvioglaciares.

²⁹ Aludes de hielo de diferentes glaciares provocaron aluviones en ambas vertientes de la cordillera Blanca al precipitarse sobre lagunas, caso el aluvión de Chavín (Huantsán – Potrero), Huaráz (Palcaraju), Yungay y Ranrahirca (nevado Huascarán), etc.



Foto23 Vista hacia el oeste del nevado Matarrojo, que presenta agrietamientos en el glaciar. Aludes o avalanchas de hielo sobre la laguna ubicada al pie podrían generar flujos de detritos aguas abajo y afectar un tramo de la carretera Carhuaz-Chacas. Se observan pequeñas avalanchas de detritos al pie de laguna.



Foto24 Taludes de corte de un tramo de la carretera Huanzalá-Huallanca susceptibles a la ocurrencia de caída de rocas. Se aprecian un gran bloque caído sobre la vía, acumulación de canchales y el substrato sedimentario muy fracturado.

En la región ocupan el sexto lugar (143 ocurrencias) con un 6,8%, y se presentan tanto en las laderas de relieves montañosos de moderada a fuerte pendiente como en las colinas. Están conformadas por rocas fracturadas (intrusivas, rocas sedimentarias calcáreas y detríticas en ese orden) y márgenes o pies de terrazas aluviales sujetas a socavamiento fluvial. En general se presentan en taludes de corte de carreteras principales, de penetración y rurales, donde se han efectuado cortes sin criterios adecuados.

Los principales peligros de derrumbe inventariados se describen en el Anexo 1.1.

Vuelcos

En la región son escasas las ocurrencias de procesos que originan vuelcos (0,4%); y están asociados a relieves de control estructural (montañas o colinas estructurales, de naturaleza sedimentaria y metamórfica), con buzamientos de estratos o discontinuidades desfavorables de fuerte pendiente, principalmente en cortes artificiales de carreteras. Ejemplos de ellos se muestran en el Anexo 1.1 y la Foto 28.

Deslizamientos

La presencia de deslizamientos es abundante en relación al total de movimientos en masa inventariados (21,1 %) y ocupan el segundo lugar en ocurrencia.

Según su tipología son de tipo rotacional (212), traslacional (227) y compuesto (4). Involucran rocas sedimentarias detríticas, intercalaciones de suelos coluvio-residuales, deluviales y proluviales, presentando escarpas activas desde pocos metros a decenas de metros de longitud. Las escarpas antiguas de mayor dimensión, del orden de decenas de metros, se reconocieron en fotografías aéreas, imágenes satelitales, con interpretación de cartas topográficas, y comprobación en campo (Foto 29).

Además, son numerosas las áreas con deslizamientos activas en la región, siendo su distribución mayor:

- A lo largo del valle del río Mosna-Pushca entre Chavín-San Marcos-Huari, entre Pomabamba y Piscobamba, Sihuas, Huari, afluentes del río Marañón.
- Valle del río Santa con eventos dispersos entre Recuay Yuracmarca, parte del valle del río Tablachaca.
- Valle de los ríos Yanamayo, San Luis y Rupac



Foto 25 Colapso o derrumbe en la bajada del túnel Cahuish hacia Chavín. Es un área inestable que muestra una zona de arranque antigua encima, y reactivación reciente por el corte de la carretera. Se observa un muro de gaviones de 60 m de largo y 2 m de altura, y filtraciones de agua en el cuerpo.



Foto 26 Derrumbes en un sector de la carretera Piscobamba-Chancasa-Sanachsgan recientemente construida, sobre una ladera de muy fuerte pendiente.



Foto 27 Sector de la carretera Yanama-San Luis afectada por derrumbes y caída de rocas que interrumpen el tránsito en el periodo de lluvias.



Foto 28 Vuelco de estratos en el sector de puente El Águila, carretera de Sihuas hacia el río Marañón, donde se accede a Huacrachuco y Tayabamba. Muestra una zona de arranque de 300 m de ancho y 90 m de altura.



Foto 29 Vista hacia el norte en la margen izquierda del río Yanama, que muestra un terreno escalonado de deslizamiento traslacional antiguo.

Las principales ocurrencias de deslizamientos se detallan en el Anexo 1.2 y algunos ejemplos de procesos activos se ilustran en las Fotos 29 a 32.

Flujos

Esta diferenciación está aplicada a flujos de detritos (huaycos) o flujos canalizados, sin embargo se consideran además: avalanchas de detritos, avalanchas de rocas y flujos de lodo. Ocupan el primer lugar en la región con un 21,8% (458 ocurrencias). Generalmente están asociados a procesos de erosión de laderas sobre vertientes ligeramente inclinadas.

Muchos abanicos prehistóricos generaron depósitos de gran dimensión, tal como se ven en las márgenes de los ríos Santa (entre Recuay y Carhuaz), controlando la morfología actual de estos valles. En el caso de los «aluviones», sus materiales están

asociados probablemente a rompimientos de diques morrénicos de lagunas glaciares, como los ocurridos en los sectores de Marcará, Carhuaz, Yungay (Foto 11), Huaraz, etc., o simplemente por avalanchas de hielo sobre lagunas glaciares, como ocurrió en **Chavín**.³⁰

Un ejemplo particular es el originado por la quebrada Chocchian, cuyo depósito represó el río Marañón en una extensión de 1,5 km (Foto 12).

En las cuencas de los ríos Santa, Casma, Fortaleza, Huarmey, Culebras, Pativilca y Nepeña son frecuentes los abanicos de dimensiones menores asociados a huaycos y a eventos El Niño, así como en algunos ríos afluentes al Marañón como Rúpac, Yanamayo y Mosna (Pushca) y en la cuenca media-superior del río Pativilca. Algunos ejemplos se muestran en las Fotos 33 al 40. Las principales ocurrencias se detallan en el Anexo 1.3.

³⁰ Entre las causas que originaron el flujo de detritos de 1945 que desencadenó en un aluvión que afectó la población y templo de Chavín de Huántar se encuentran: 1) Avalancha de hielo sobre lagunas de origen glaciar, por procesos de deshielo en una ladera o acantilado rocoso; 2) Morfología del valle en tres tramos principales: zona de origen con material disponible (morrenas), pendiente abrupta en el tramo inicial con oleadas de material expandiéndose o disipándose en el valle superior de represamiento Alhuiña; 3) Posterior flujo violento con incorporación de material en el tramo entre quebrada Jato y Huachecsa hasta cerca de su desembocadura, recorriendo con fuerte pendiente longitudinal el tramo final.



Foto 30 Deslizamiento reciente en el sector de la trocha carrozable que conduce al poblado de Caninacoj desde San Luis. La escarpa es recta con avance retrogresivo.



Foto 31 Deslizamiento en el cerro Quellocoto-Corongo con ladera de fuerte pendiente, en la margen derecha aguas abajo de la quebrada Aticara. Se observan escarpas sucesivas y progresivas con reactivaciones en la parte inferior y que afectan un tramo de la carretera Aticara-Yupán.



Foto 32 Deslizamiento traslacional en cuña, carretera Aija-Huarmey.



Foto 33 Huayco en la quebrada Santo Toribio, Cruz Catac, material grueso, bloques menores a 1 m de diámetro.



Foto 34 Flujo de detritos en la quebrada Utucayacu, frente a la localidad de Recuay.



Foto 35 Avalancha de rocas en el sector de Suytucocha, Conchucos, que provocó un gran cierre de valle. Nótese bloques de hasta 6 m de diámetro. Afecta la carretera a Mayas.



Foto 36 Abanico originado por flujo de detritos excepcional en el sector de cerro Ballena.



Foto 37 Otro ejemplo de flujo excepcional en la vertiente occidental en el sector de Tentén, Culebras.



Foto 38 Avalancha de rocas antiguas en el cerro Cuarteljirca (frente a Shoguebamba), en la cabecera de la quebrada Chico cerca de la localidad de Sihuas. Se distinguen derrumbes recientes.



Foto 39 Avalancha de detritos recientes en el valle de la quebrada Ulla, margen izquierda.



Foto 40 Avalancha de detritos que afecta periódicamente un tramo de la carretera Yungay-Yanama, sector de Llanganuco.

Movimientos complejos

Los eventos tipificados como movimientos complejos agrupan procesos combinados de dos o más tipos de peligros, siendo los más comunes los deslizamientos-flujos y derrumbes-flujos, y son relativamente frecuentes en la región. Se identificaron algunos procesos antiguos y recientes que en conjunto suman 173 ocurrencias (8,2%). En este grupo se incluyen las:

- Avalanchas de hielo o roca-flujo de detritos
- Caída de rocas-derrumbes
- Caída de rocas-flujo de detritos
- Deslizamiento-derrumbe
- Derrumbe-vuelcos
- Deslizamientos rotacionales-traslacionales
- Reptación-deslizamientos
- Deslizamientos-flujos
- Derrumbes-flujos

Sus dimensiones van desde pocas decenas a centenas de metros. Los eventos principales se describen en el Anexo 1.4, y algunos ejemplos se presentan en las Fotos 41 al 45.

Reptaciones

Entre los movimientos en masa inventariados en la región tienen un reducido porcentaje de ocurrencia (2,3%), presentándose generalmente a altitudes mayores de 3 000 msnm. Afectan principalmente áreas de pastizales, cultivos, terrenos eriazos y taludes o cortes de carreteras, desarrollándose sobre terrenos desde suave hasta moderada y fuerte pendiente (5°, 20° y 35°). Indistintamente se encuentran en la cuenca del río Santa, Conchucos (cabecera del río Pomabamba y entre Pomabamba y Piscobamba; Parobamba) y algunos sectores del río Andachupa, afluente del río Vizcarra. Algunos ejemplos se muestran en las Fotos 46 y 47, y se detallan en el Anexo 1.5.

Erosión de laderas

Representan un porcentaje muy importante en la ocurrencia de movimientos en masa²¹ (20,1%), presentándose algunas áreas con procesos desarrollados de erosión en surcos y cárcavas, con extensiones de centenas de metros (Anexo 1.6). Afectan terrenos de cultivo y pastoreo, tramos de carreteras y en algunos casos viviendas rurales. Ejemplos de ellos se muestran en las Fotos 48, 49, 50, y 51.

²¹ Los procesos de erosión de laderas se describen dentro del grupo de procesos de movimientos en masa porque su evolución en forma laminar, cárcavas o *bad land* condicionan la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos o chorreras.



Foto 41 Derrumbe-flujo en el sector de Cuyupampa, Pomabamba. Nótese el cierre de valle ocasionado.



Foto 42 Vista de un flujo reciente originado por un deslizamiento en el sector de Yanaulpa, frente a la localidad de Parobamba.



Foto 43 Taludes de carretera en rocas sedimentarias susceptibles a caída de rocas, derrumbes y vuelcos. Tramo entre Piscobamba y San Luis.



Foto 44 Tramo de la carretera Conococha-Antamina susceptible a caída de rocas y avalancha de detritos. Se distingue los grandes talus de detritos.



Foto 45 Sector de Cuchicancha entre Pomabamba y Sihuas, laderas con reptación que desencadenan en deslizamientos



Foto 46 Reptación de suelos en ladera de moderada pendiente, sector del desvío de la carretera que va a Huanzalá.



Foto 47 Laderas suaves con procesos de reptación de suelos, sector Lluychoc-Jolpan, entre Piscobamba y Sanachgan



Foto 48 Erosión en cárcavas y surcos incipiente en el sector de Buenos Aires, Ticapampa.



Foto 49 Procesos avanzados de erosión de laderas sobre depósitos glaciares, cárcavas y *bad land* en sectores de la cuenca del río Quilcay.



Foto 50 Valle del río Parobamba que muestra una secuencia sedimentaria de Capas Rojas con procesos avanzados de erosión de laderas.



Foto 51 Valle del río Yanamayo, vista aguas abajo. Erosión en cárcavas que afecta zonas de pastizales y cultivos por acción retrogresiva.

Algunos sectores con gran desarrollo de erosión en surcos y cárcavas (acompañado de reptación de suelos) se han identificado en:

- Los alrededores de la ciudad de Huaraz.
- Varios sectores de quebradas afluentes al río Santa, como el caso del valle medio de la quebrada Ulla, sector de Recuay, Catac y Olleros³².
- Alrededores de la localidad de Sihuas (valle del río Rúpac).
- Valles afluentes del río Marañón en sus cuencas inferiores, especialmente en los ríos Yanamayo, Actuy al norte de Quiches, Sanachgan, sector de Llamellín-Mirgas, y Pomabamba, quebrada Manta (al este y norte de Quinuabamba).

PELIGRO SÍSMICO

El territorio peruano se presenta muy accidentado debido principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Este proceso da origen a un gran número de sismos de diferentes magnitudes con focos a diversos niveles de profundidad y que han producido en superficie distintos grados de destrucción. Estos sismos son parte de la principal fuente sismogénica en razón a que en ella se han producido los sismos de mayor tamaño conocidos en Perú. Una segunda fuente la constituye la zona continental cuya deformación ha provocado la formación de fallas de diversas longitudes con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores en tamaño a los que se producen en la primera fuente (Cahill e Isacks, 1992; Tavera y Buform, 2001).

Los sismos son el mayor peligro al que se encuentra sometido nuestro territorio, y los daños que ellos provocan en las ciudades dependerán de su tamaño y de la capacidad de respuesta de las estructuras a las aceleraciones a las que son sometidas. La correcta equivalencia entre estos dos factores permitirá reducir los daños causados por este tipo de peligro. Para el monitoreo de la actividad sísmica que ocurre en el territorio peruano, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) opera una red sísmica nacional compuesta por 31 estaciones, de las cuales 20 son de periodo corto y 11 de banda ancha.

En este apartado se presentan los resultados de la revisión y análisis de la sismicidad histórica e instrumental presente en la Región Ancash. El número de sismos presentes en esta región nos permitió realizar estimaciones de las aceleraciones máximas esperadas para un periodo de 50 años, así como conocer las posibles intensidades que podrían afectar a las distintas localidades

de su entorno, contribuyendo de esta manera a la zonificación del peligro sísmico de la región.

Historia sísmica de la Región Ancash

La historia sobre los acontecimientos sísmicos ocurridos en Perú ha sido descrita con detalle en el trabajo de Silgado (1978), quien presenta una vasta información de los sismos históricos importantes que produjeron diversos niveles de daño en las ciudades y localidades ubicadas en esta región. Los sismos registrados se señalan en el Cuadro 7.1 y se detallan en el Anexo 2, apreciándose que las máximas intensidades evaluadas para la región Ancash oscilaron entre VI y X en la escala de Mercalli Modificada.

Para la mayoría de los sismos descritos en el Cuadro 7.1, Silgado elaboró sus respectivos mapas de intensidades, siendo uno de ellos el del terremoto del 10 de noviembre de 1946, cuyo epicentro macro sísmico estuvo situado dentro del departamento de Ancash, en la región de la cordillera occidental (Figura 12).

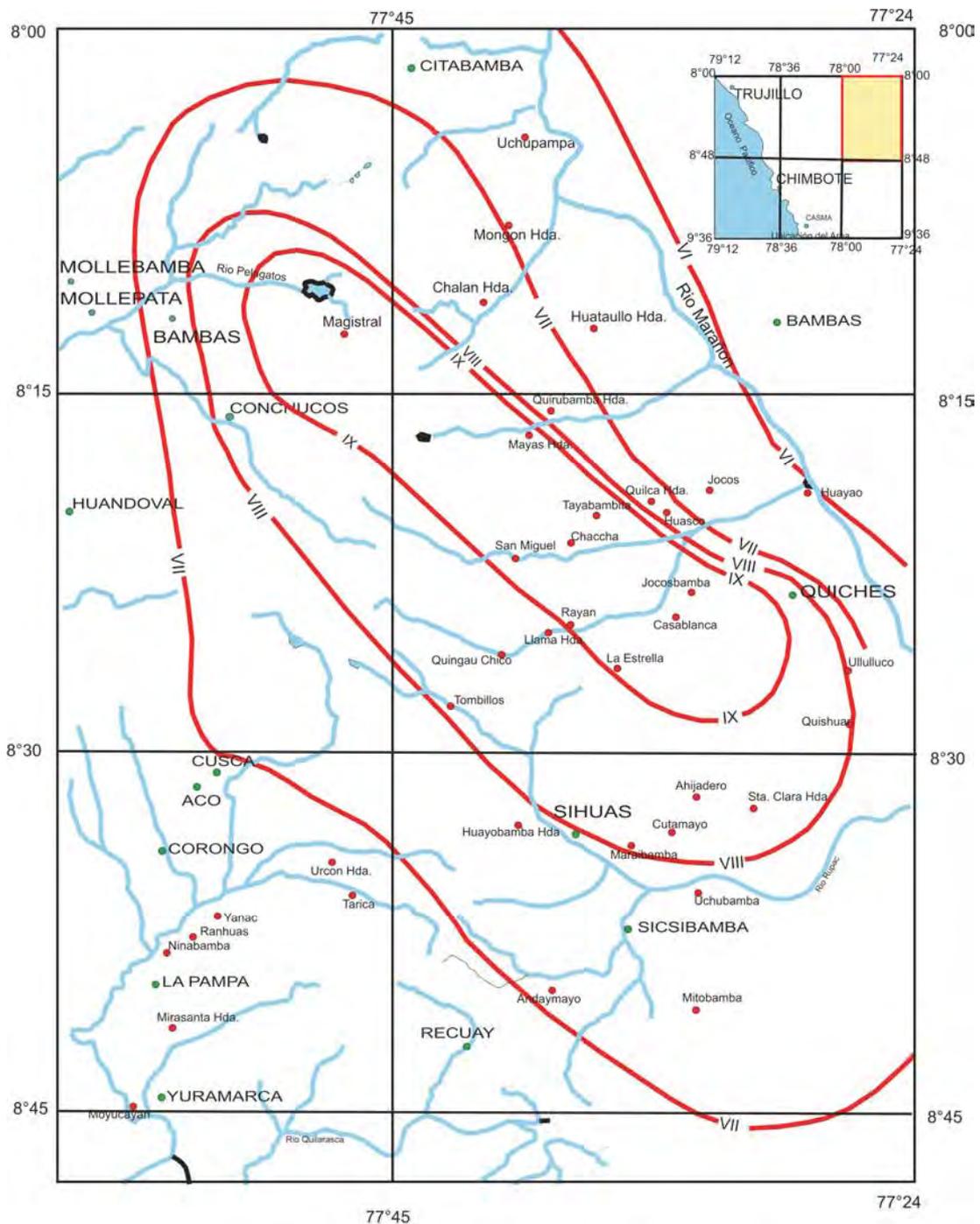
Cuadro 7.1
Datos macrosísmicos en la región Ancash

Fecha	Intensidad	Localidades afectadas
1725-01-06	VII	Yungay, Trujillo
1932-01-19	V - VII	Lima
1946-11-10	VII	Pallasca, Pomabamba
1947-11-01	VIII	Satipo
1948-02-14	VII	Quiches
1956-02-17	VII	Chimbote
1956-02-17	VI	Callejón de Huaylas
1955-02-09	VI	Lima
1961-07-03	VI	Chimbote
1963-09-24	V - VI	Cordillera Negra
1966-10-17	VIII	Lima
1970-05-31	V - VI	Callejón de Huaylas: Huaráz, Yungay; zona costera: Casma, Huarmey, Chimbote, etc.
1971-05-05	VI	Sihuas-San Miguel

Fuente: Silgado, 1978; IGP, 2005.

El sismo del 31 de mayo de 1970 fue uno de los más catastróficos ocurridos en el Perú. Su epicentro se halló frente a las costas de las ciudades de Casma y Chimbote, en el océano Pacífico. Su magnitud fue de 7,5 grados en la escala de Richter y alcanzó una intensidad de VIII en la escala de Mercalli. Produjo además un violento aluvión en las ciudades de Yungay y Ranrahirca.

³² En los dos primeros casos se asocian a depósitos glacio-fluviales y morrénicos.



Leyenda

-  Líneas Isosistas
-  VI Grado de Intensidad según la escala Modificada de Mercalli
-  Poblado menor
-  Poblado Principal

Mapa de Líneas Isosistas del Terremoto de Ancash del 10 de Noviembre de 1946

Referencia: Instituto de Geología y Minería



Figura 12 Líneas isosistas del terremoto de Ancash del 10 de noviembre de 1946

Las muertes se calcularon en 47 194 y hubo cerca de 19 600 desaparecidos. Los heridos se contabilizaron en 143 331, si bien en lugares como Recuay, Carhuaz y Chimbote la destrucción de edificios osciló entre 80% y 90%. La carretera Panamericana sufrió graves grietas entre Trujillo y Huarmey, lo que dificultó aún más la entrega de ayuda. La central hidroeléctrica del Cañón del Pato quedó también afectada por el embate del río Santa y la línea férrea que comunicaba Chimbote con el valle del Santa quedó inutilizable en un 60% de su recorrido.

Distribución de máximas intensidades sísmicas

Las intensidades de los sismos que asolaron a la Región Ancash oscilaron entre VI y X (MM), siendo los más importantes los que ocurrieron frente a la línea de costa de la ciudad de Chimbote y Casma y en la parte continental en los años 1725, 1946, 1948, 1956, 1970 y 1971.

En la Figura 13 se presenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva y Meneses, 1984), elaborado como parte del proyecto SISRA a cargo del Centro Regional de Sismología para América del Perú y el Caribe (CERESIS, 1985). Se observa que prevalecen las intensidades máximas que son del orden de VIII (MM), y además dos sectores de distribuciones de intensidades sísmicas máximas altas: una frente a las costas de Chimbote y Casma, y la otra al sur de Huarmey. El resto del área se caracteriza por presentar intensidades del orden de VII y VI (MM), estando las mismas enmarcadas en la cordillera Occidental. Se ha denotado un sector de carácter local con valor extremo en la parte noreste de la región.

Sismotectónica de la región

La sismotectónica del Perú se caracteriza por la colisión y subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, lo que ha dado origen a la fosa peruana-chilena, a la Cordillera de los Andes, a los principales sistemas de fallas activas y a la ocurrencia continua de un gran número de sismos de diversas magnitudes. Estas características geomorfológicas, geológicas y geofísicas permiten considerar a Perú como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina.

Los estudios sobre la neotectónica del país (Sebrier et al., 1982), así como la elaboración del Mapa Neotectónico (Machare et al., 1991) y Sismotectónico de Perú (Tavera et al., 2001) han permitido identificar la presencia sobre nuestro territorio de un importante número de fallas activas, muchas de las cuales producen sismos continuamente.

En la región Ancash existen dos fallas activas:

Falla de la cordillera Blanca: Está limitando el borde oeste de la cordillera Blanca. Tiene rumbos entre N100°E y N150°E, con

buzamientos entre 55° y 75° hacia el suroeste. Sus movimientos son normales a ligeramente sinistral. El sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de las fallas que lo conforman no tiene más de unos 8 km. Los saltos verticales son variables y están comprendidos entre 1 y 50 m (Foto 52).

Falla de Quiches: Está ubicada entre Quiches y Chingalpo, al oeste del cañón del río Marañón. Tiene un rumbo promedio andino con buzamientos fuertes hacia el suroeste y también al noreste. Estas fallas se formaron durante el sismo de 1946, produciendo saltos hasta de 3 m sobre tramos que alcanzaban 5 Km (Foto N° 53). Estudios efectuados en campo sugieren que dichas fallas podrían ser solamente una consecuencia secundaria del sismo y por lo tanto no tendrían relación directa con el foco sísmico.

Distribución espacial de los sismos

Para el análisis de la distribución espacial de los sismos ocurridos en Perú se ha utilizado la base de datos históricos e instrumental del IGP que considera los sismos de los años 1500 a 2005. Según el mapa de la Figura 14 se diferencian sismos: superficiales ($h < 60$ km), intermedios ($61 < h < 300$ km) y profundos ($h > 300$ km), y su distribución espacial muestra que los superficiales ocurren frente a la línea de costa del departamento de Ancash. Sismos con el mismo rango de magnitud también están presentes en el interior del continente.

Los sismos con foco superficial ($H < 60$ Km) se distribuyen entre la fosa y la línea de costa de manera irregular formando pequeños agrupamientos. En general, en la región norte los sismos tienden a localizarse a mayor distancia de la costa; mientras que en la región centro el número de sismos es mayor frente a la costa del departamento de Ancash (9,5°-11° Sur), debido probablemente a la llegada de la Fractura de Mendaña (Tavera et al., 2005). En esta región la historia sísmica indica la ocurrencia de varios sismos de magnitud elevada, siendo los más catastróficos los ocurridos en 1970 (Ancash) y 1974 (Lima), ambos con magnitudes de 6,4 y 6,2 mb respectivamente.

Estudio sísmico probabilístico

A fin de conocer las aceleraciones máximas producidas por un sismo que pudiera ocurrir en el futuro en la región Ancash, se ha evaluado el peligro sísmico utilizando la base de datos del Catálogo Sísmico del IGP, la ley de atenuación (Casaverde y Vargas, 1980), y las fuentes sismogénicas definidas por Zamudio y Tavera (2004). Para el cálculo de las aceleraciones máximas se utilizó del programa Risk III (McGuire, 1999).

Se prepararon los mapas de aceleraciones máximas para periodos de retorno de 30, 50 y 100 años con un 10% de excedencia. En ellos se observa que las aceleraciones mayores, para el caso de

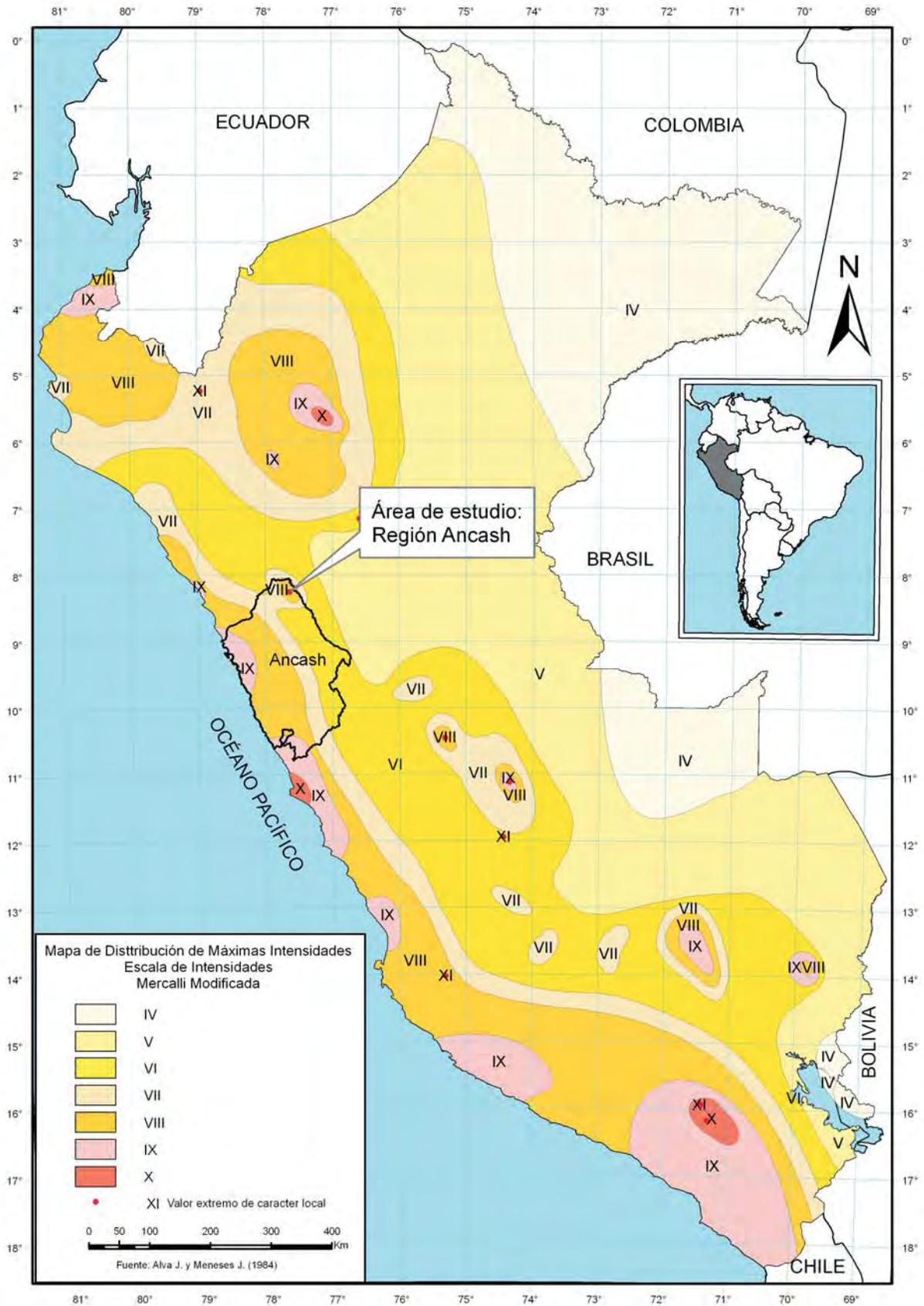


Figura 13 Distribución de máximas intensidades sísmicas



Foto 52 A Vista hacia el Este de Catac, donde se aprecia el trazo de la falla de la Cordillera Blanca.



Foto 52 B Vista de la falla de la Cordillera Blanca en el trayecto entre Catac y Chavín, quebrada Querococha.

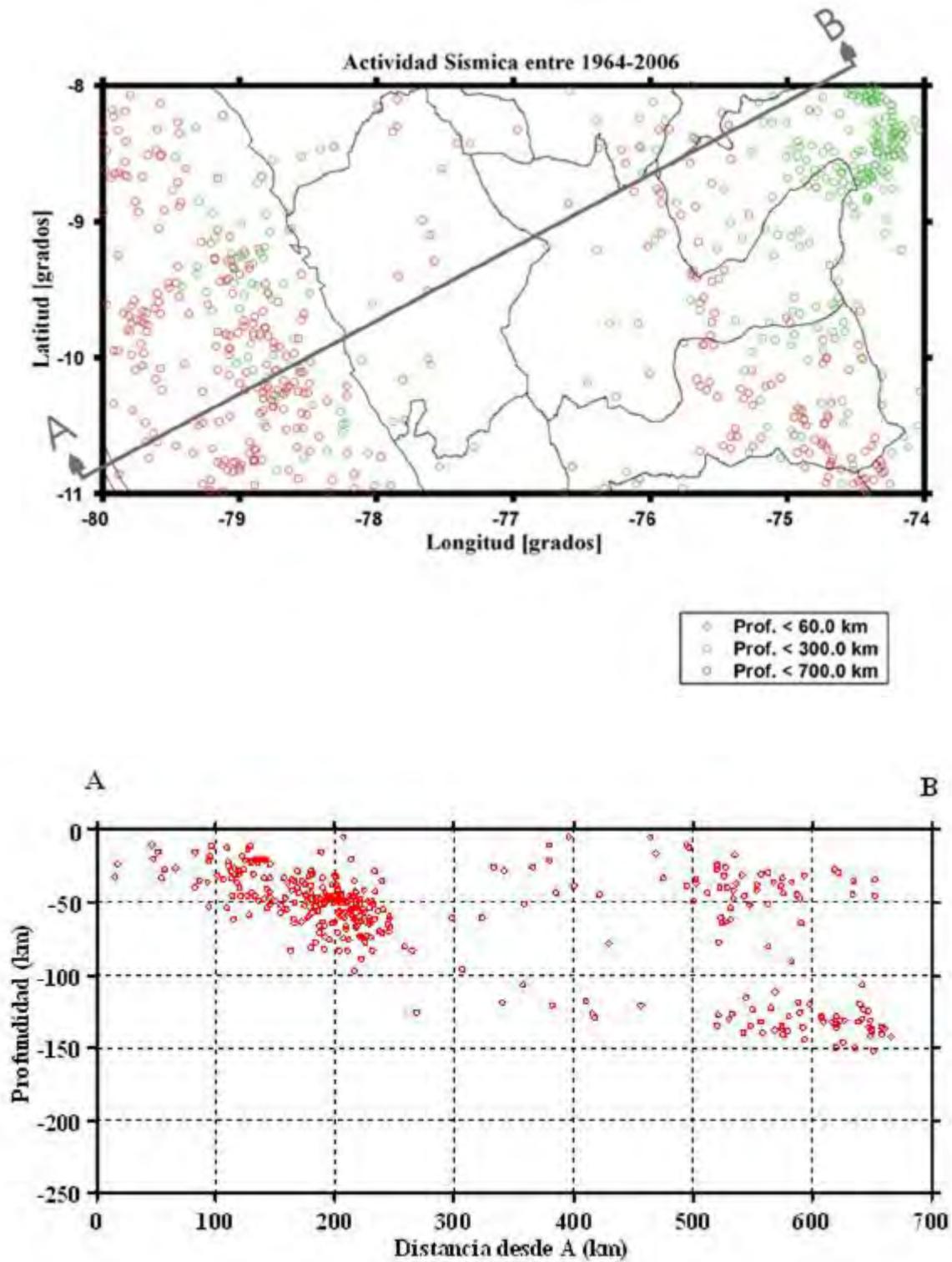


Figura 14 Distribución de sismos con influencia en la región Ancash y sección sísmica transversal SO-NE (Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2005).



Foto 53 Vista del plano de ruptura de la falla de Quiches originada el 10 de noviembre de 1946 (Tomada de Heim, 1949).

30 años, se presentan a lo largo del borde occidental de la región Ancash y disminuyen conforme se avanza hacia el este.

La distribución de aceleraciones máximas para 10% de excedencia en 30 años oscila entre 268 a 329 gals (Mapa 9), mientras que para 50 años de vida útil varían de 295 a 371 gals (Mapa 10), y para 100 años varían de 335 a 432 gals (Mapa 11).

En los tres mapas se observa que las aceleraciones mayores se presentan a lo largo del borde occidental de la región, en tanto que hacia el este las aceleraciones disminuyen gradualmente. Estos resultados muestran que las áreas más propensas a soportar aceleraciones importantes se encuentran en el sector oeste, cerca de la línea de costa, siendo coherente con el importante número de sismos que ocurren en dicha área.

El rápido decaimiento de los valores de aceleración se debe, por una parte, a que el número de sismos que ocurren en el continente disminuye así como la participación de la cordillera andina como un elemento atenuador de la energía liberada por los sismos que ocurren en la zona de subducción.

Estos resultados muestran que las áreas más propensas a soportar aceleraciones importantes se encuentran al este del Codo de Pozuzo, siendo coherente con el importante número de sismos que en dicha área ocurren.

Zonificación y aceleraciones máximas

Los diversos estudios de sismicidad que existen a la fecha sirvieron como base para que Alva (1999) elabore el Mapa de Zonificación Sísmica para el Perú Norma sismorresistente NTE-030-97 (MTC/ SENCICO, 1997), que es utilizado actualmente en el Reglamento

de Construcción Sísmica (Figura 15). El país ha sido dividido en tres zonas de ocurrencia de sismos: zona 3 con sismicidad alta, donde los sismos de intensidad alta son más frecuentes; zona 2 con sismicidad intermedia, donde la ocurrencia de sismos de intensidad elevada es moderada, y zona 1 donde los sismos de intensidad fuerte no son muy frecuentes.

De acuerdo a este mapa, la Región Ancash se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta, donde las aceleraciones con ventanas de tiempo para 30, 50 y 100 años de vida útil corresponden a 300, 475 y 1 000 años de periodo de retorno respectivamente para un 10% de excedencia. Se determinó aceleraciones que varían entre 269 y 331 gals, y según los parámetros de la *Guía metodológica de evaluación de riesgo por fenómenos de remoción en masa* (Ingeominas, 2001), que se presenta en el Cuadro 7.2, le corresponde una categoría de alta a muy alta.

Cuadro 7.2

Clasificación del factor detonante (sismicidad)

Categoría	Descripción	Valor Asignado
Baja	Se espera un AMH menor de 210 gals	1
Moderadamente Alta	Se espera un AMH entre 210-250 gals	2
Alta	Se espera un AMH entre 250-290 gals	3
Muy alta	Se espera un AMH mayor de 300 gals	4

AMH: Aceleraciones máximas alcanzadas por sismos con magnitudes mayores a 4.

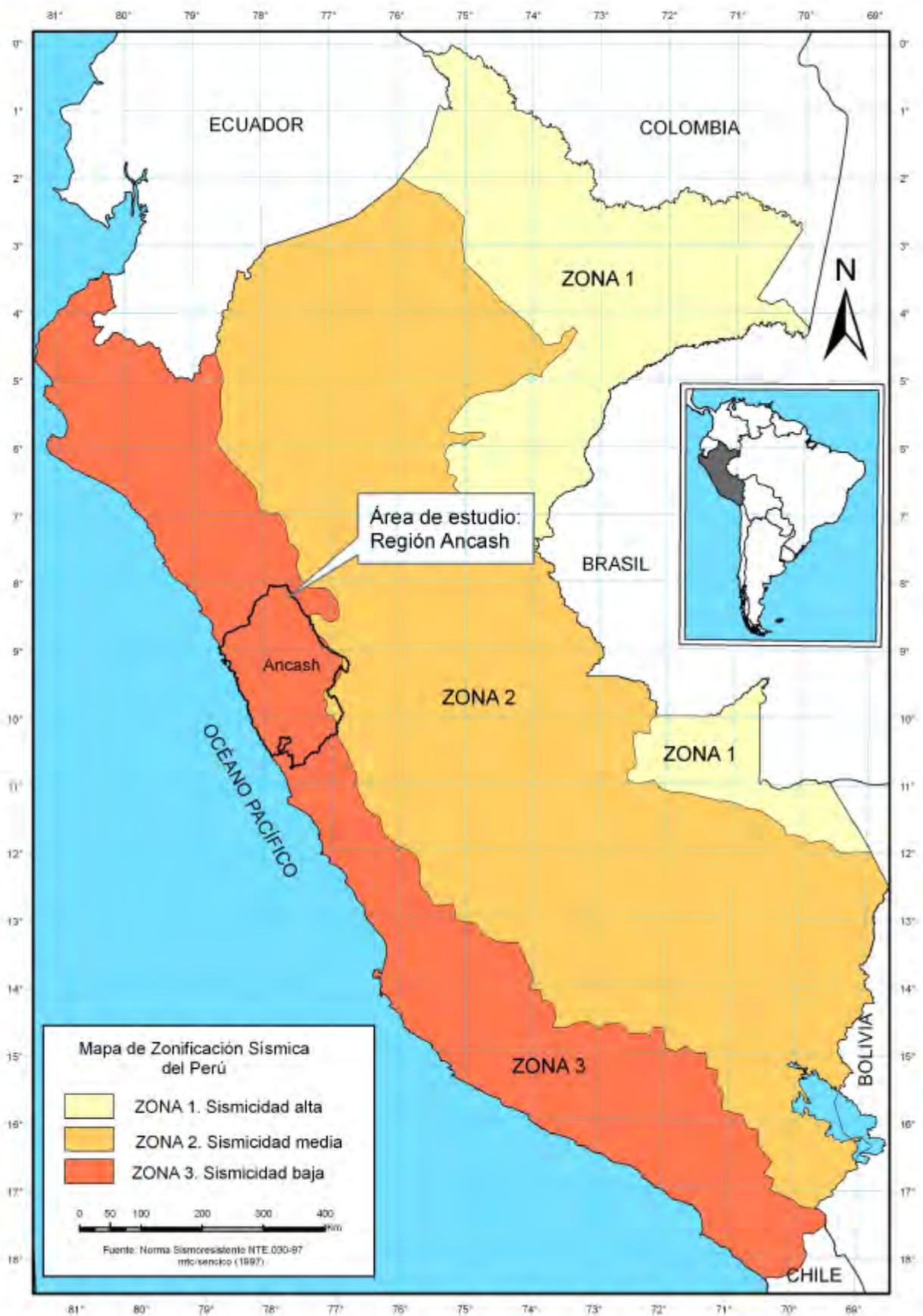


Figura 15 Mapa de zonificación sísmica de Perú

Las zonas de categoría alta y muy alta abarcan las unidades morfológicas de la cordillera Occidental y parte de la cordillera Oriental de los Andes, en donde prevalece la presencia de lineamientos estructurales, y cuya actividad sísmica compromete a los poblados de la cordillera Negra y del Callejón de Huaylas como Recuay, Huaraz, Caraz, Yungay, Carhuaz, entre otros y los del Callejón de Conchucos como Chacas, Huántar, Huari, San Luis, Pomabamba, Sihuas, Quiches, entre otros.

Asimismo en la Figura 16 se presenta la curva de peligro sísmico que muestra la probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas y sismos de gran magnitud en la ciudad de Huaraz. De dicha figura se deduce que en esta zona se produciría una aceleración máxima de 530 gals con una probabilidad de 0,002%, siendo el periodo medio de retorno del sismo que produce dicha aceleración de 900 años. Aceleraciones del orden de 273 gals se producirían con un porcentaje de 0,05% con periodos de tiempo de 60 años en promedio.

*PELIGRO SISMICO CALCULADO PARA LA CIUDAD DE HUARAZ
(09°31'S 77°31'W)*

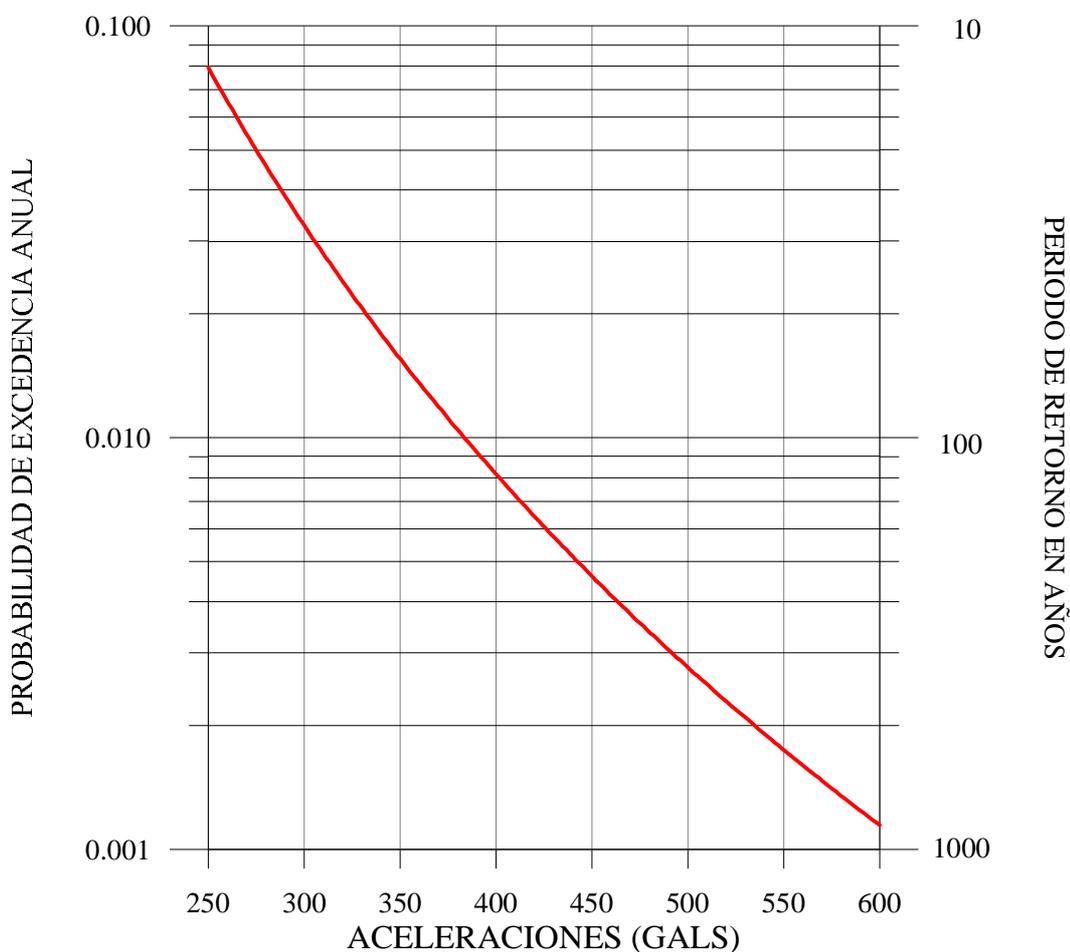


Fig. 16 Curva de peligro sísmico calculada para la ciudad de Huaraz.

Tsunamis

Un tsunami o maremoto consiste en una serie de olas enormes creadas por un disturbio bajo el agua, tal como un terremoto. Puede moverse a cientos de millas por hora en el océano abierto y azotar la costa con olas tan altas como de 100 pies o más, aunque la mayoría de las olas son menores de 18 pies de altura.

Desde el área donde el tsunami se origina, las olas viajan hacia afuera en todas direcciones. En aguas profundas, la ola del tsunami no se nota, pero al acercarse a la costa aumenta en altura. Todos los tsunamis son potencialmente peligrosos, aún cuando no dañen las costas. Pueden azotar en cualquier lugar a lo largo de la mayoría de las costas de Perú y en particular las de la región Ancash.

El movimiento del piso del océano inducido por terremotos muy a menudo generan los tsunamis. Los derrumbes de tierra, las erupciones volcánicas e incluso los meteoritos pueden generar tsunamis. Si un terremoto o derrumbe de tierra mayor ocurre cerca de la costa, la primera ola de una serie podría llegar a la playa en unos cuantos minutos, aun antes de que se emita una advertencia. Las áreas que están en mayor riesgo son las que están a menos de 25 pies sobre el nivel del mar y a menos de una milla de distancia de la costa. Ahogarse es la causa de muerte más común relacionada con un tsunami. Las olas del tsunami y el agua que retrocede son muy destructivas para las estructuras en la zona. Otros peligros incluyen inundaciones, contaminación del agua potable e incendios debido a líneas de gas o tanques rotos.

En Perú, la información histórica e instrumental indica que durante los últimos 500 años ocurrió un número importante de sismos de gran magnitud que en algunos casos fueron acompañados de tsunamis de diversos tamaños, produciendo destrucción y daños importantes en las principales ciudades distribuidas a lo largo de la línea de la costa, en donde está incluida la costa de la Región Ancash. Estos sismos fueron los de 1968, 1966, 1960, 1996 y 2001. A continuación se presenta una breve descripción de las características de estos tsunamis.

- El tsunami del 13 de agosto de 1968: Causó daños desde Trujillo (Perú) hasta Concepción (Chile). En Arica una nave de guerra fue varada 400 m tierra adentro. Se sintió en puertos lejanos como Hawái y Japón, aunque el epicentro fue localizado frente a Arica. En Concepción, la altura registrada de la ola fue de 21 m.
- El tsunami del 21 de febrero de 1966: Originado por un sismo a 210 km al suroeste de Chimbote, de magnitud 6,9 en la escala de Richter y que dejó 15 muertos. La altura de la ola sobrepasó los 5 m en el puerto de Chimbote y la caleta

Coishco. Los efectos del tsunami se sintieron a lo largo del litoral costero.

- El tsunami del 20 de noviembre de 1960: Fue generado por un sismo de magnitud 6,8 Ms e intensidad máxima de VI en la escala de Mercalli. El epicentro del sismo fue ubicado en Piura. Varias horas después de ocurrido el sismo, arribó silenciosamente al litoral costero de Lambayeque un tsunami devastador cuya primera ola alcanzó 9 m de altura llegando a producir daños severos en los puertos de Éten y San José. Este tsunami logró inundar completamente la isla de Lobos ubicada a 16 km del puerto Pimentel. Las demás olas fueron menores. Debido a la magnitud e intensidad del sismo es probable que este tsunami se haya originado por deslizamiento de material submarino que perdió estabilidad debido al movimiento telúrico.
- El tsunami del 21 de febrero de 1996: Se produjo un sismo de 7.3Mw a 123 km al sur-oeste de la ciudad de Chimbote, el tsunami causó la muerte de 12 personas y 57 heridos.
- El tsunami ocurrido en Camaná el 23 de junio de 2001. Fue originado por un sismo con epicentro en el mar al noroeste de Ocoña, de magnitud 6,9 en la escala de Richter. Se generaron olas hasta de 8,14 m y se contabilizaron 23 muertos, 63 desaparecidos y cuantiosos daños materiales.

Un catálogo detallado de los principales tsunamis que afectaron la costa de Perú puede ser encontrado y consultado en Carpio y Tavera (2002). De acuerdo a este análisis, Perú es potencialmente sísmico y por lo tanto susceptible a la ocurrencia de sismos de gran magnitud. Cualquiera de estos sismos pueden ser acompañados de tsunamis importantes que inundarán las ciudades y localidades distribuidas a lo largo de nuestro litoral costero.

En el caso de Ancash, si se produce un gran sismo y por consiguiente un tsunami, los mayores impactos serían en los centros poblados y puertos de la costa como Casma, Chimbote, Coishco, Culebras y Huarney.

Para prever futuras inundaciones, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN), propuso una carta de inundación para Chimbote en caso de un tsunami, donde se aprecia la zona costera vulnerable a ser inundada; se destaca con mayor relevancia las zonas de inundación que alcanzaría una cota topográfica aproximada de 4,5 m a 6,5 m.

En relación a las vías de evacuación, estas se definen de acuerdo a la amplitud de la calle o avenida y se clasifican en vehiculares y peatonales. Las zonas de refugio se demarcan en cotas topográficas más elevadas que difieren en varios metros de la zona inundable. La finalidad de destacar estas áreas es evacuar antes del impacto



DISTRIBUCIÓN DE ISOACELERACIÓN SISMICA PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 30 AÑOS

Acceleraciones

- Muy Alta > a 300 gals
- Alta entre 250 y 300 gals.
- Curva de isoaceleración

LA LIBERTAD

HUÁNUCO

OCEANO PACIFICO

LIMA

SIMBOLOGIA

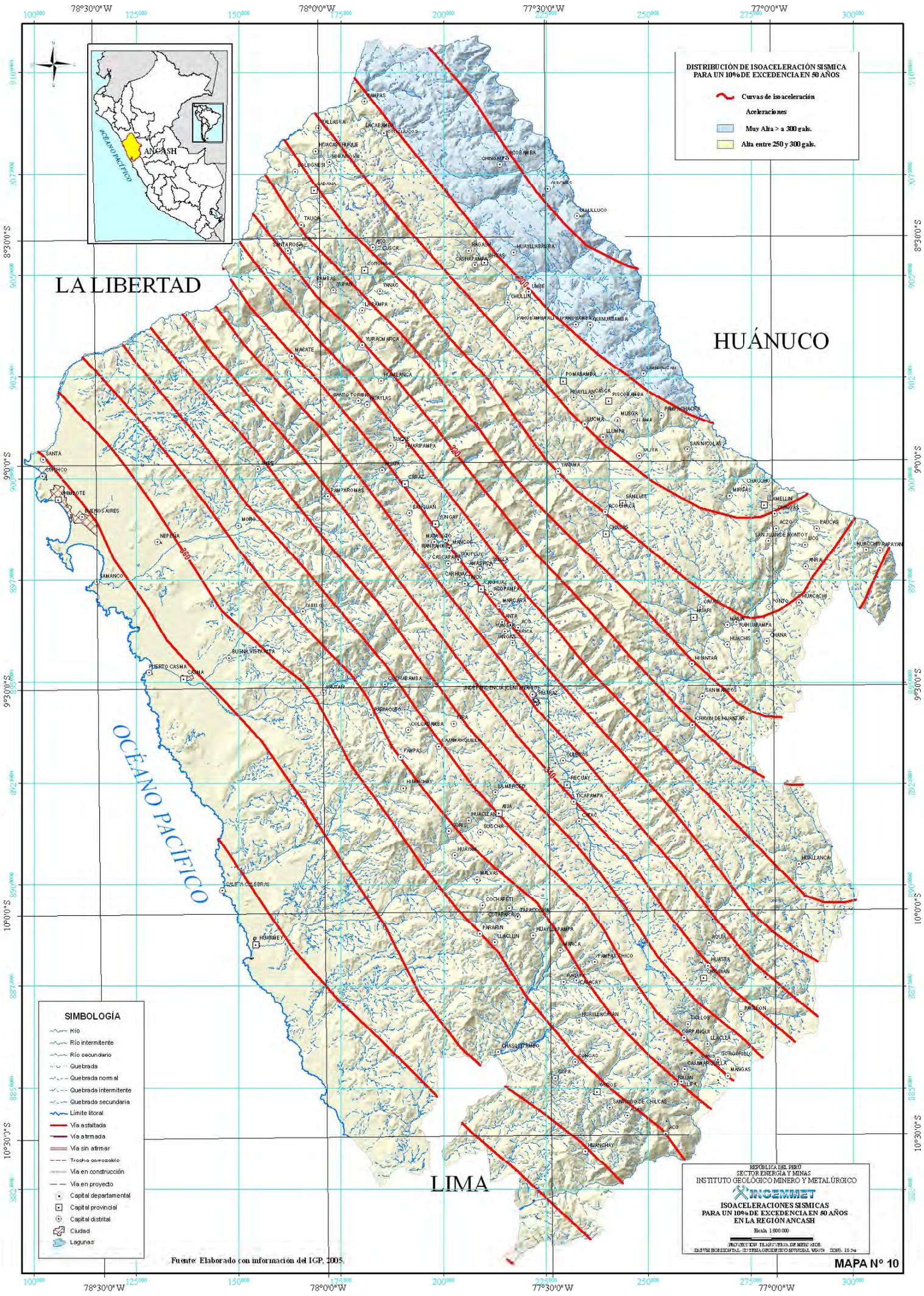
- Río
- Río intermitente
- Río secundario
- Quebrada
- Quebrada nominal
- Quebrada intermitente
- Quebrada secundaria
- Límite litoral
- Vía asfaltada
- Vía afirmada
- Vía sin afirmar
- Tronche construída
- Vía en construcción
- Vía en proyecto
- Capital departamental
- Capital provincial
- Capital distal
- Ciudad
- Leguas

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET
ISOACELERACIONES SISMICAS PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 30 AÑOS EN LA REGION ANCASH
Escala 1:800 000
PROYECTO EN EL MARCO DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS SISMICAS
DISEÑO: 15/04/2005

Fuente: Elaborado con información del IGP, 2005.

MAPA N° 9

PÁGINA EN BLANCO



DISTRIBUCIÓN DE ISOACELERACIÓN SISMICA PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 50 AÑOS

Curvas de isoaceleración

Aceleraciones

- Muy Alta > a 300 gal.
- Alta entre 250 y 300 gal.



LA LIBERTAD

HUÁNUCO

OCEANO PACIFICO

LIMA

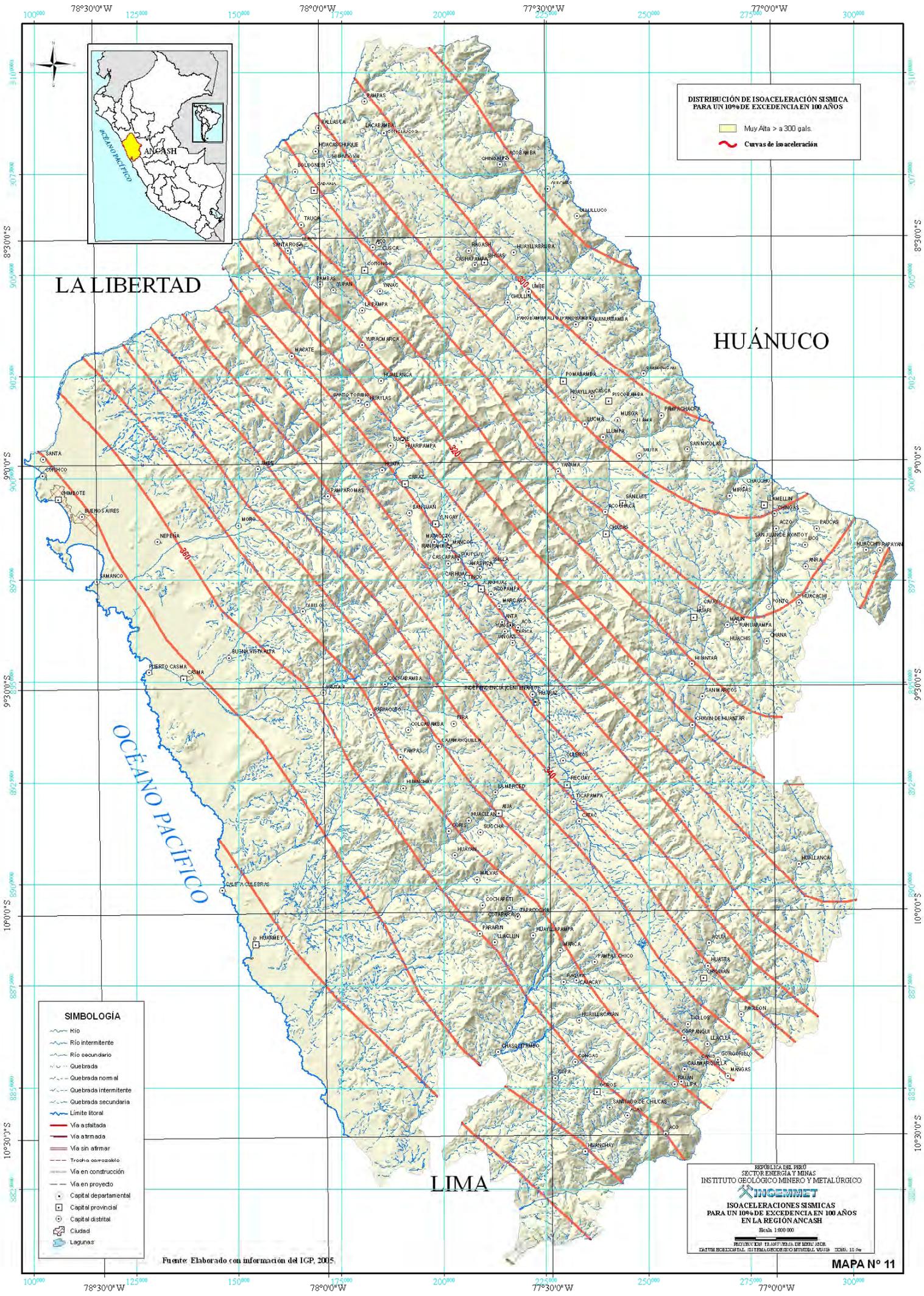
- SIMBOLOGÍA**
- Río
 - Río intermitente
 - Río secundario
 - Quebrada
 - Quebrada normal
 - Quebrada intermitente
 - Quebrada secundaria
 - Límite litoral
 - Vía asfaltada
 - Vía afirmada
 - Vía sin afirmar
 - Trocha o cruzable
 - Vía en construcción
 - Vía en proyecto
 - Capital departamental
 - Capital provincial
 - Capital distal
 - Ciudad
 - Lagunas

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGENMET
 ISOACELERACIONES SISMICAS
 PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 50 AÑOS
 EN LA REGION ANCASH
 Escala 1:500 000
 PROYECTO DE ELABORACION DE MEDIO AMBIENTE
 DEL YMA REGIONAL DEL PERU ORGANISMO METEOROLOGICO Y SISMICO

Fuente: Elaborado con información del IGP, 2005

MAPA N° 10

PÁGINA EN BLANCO



DISTRIBUCIÓN DE ISOACELERACIÓN SÍSMICA PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 100 AÑOS

Muy Alta > a 300 gals.
 Curvas de isoaceleración

- SIMBOLOGÍA**
- Río
 - Río intermitente
 - Río secundario
 - Quebrada
 - Quebrada normal
 - Quebrada intermitente
 - Quebrada secundaria
 - Límite litoral
 - Vía asfaltada
 - Vía afirmada
 - Vía sin afirmar
 - Trocha cosechable
 - Vía en construcción
 - Vía en proyecto
 - Capital departamental
 - Capital provincial
 - Capital distal
 - Ciudad
 - Lagunas

Fuente: Elaborado con información del IGP, 2005.

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET
 ISOACELERACIONES SISMICAS
 PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 100 AÑOS
 EN LA REGION ANCASH
 Escala 1:800.000
 PROYECTO DEL 13.03.11 DELA DE INGENIERIA
 DATUM BOGOTILLA, SISTEMA GEOGRAFICO METRICAL, UTM, ZONA 18 N

PÁGINA EN BLANCO

hacia zonas seguras, previamente señaladas, brindando seguridad y protección a la población. La Figura 17 muestra un ejemplo para la ciudad de Chimbote.

tsunamigénicos en Perú y en otras regiones, desde el año 1877, siendo uno de los de mayor severidad el sismo del 21 de febrero de 1996.

En el Cuadro 7.3 se muestran las ciudades costeras de la región Ancash que reportaron tsunamis originados por sismos

Cuadro 7.3
Ciudades en la Costa de la región Ancash que reportaron tsunamis originados en Perú y en otras regiones

Año	Mes	Día	Origen (País)	Ciudad reportada en Perú	Lat.	Long.	RUN UP
1746	10	28	Perú	Santa	8,95	78,62	---
1877	5	10	Norte de Chile		8,95	78,62	3,00
1877	5	10		Perú	Chimbote	9,08	78,60
1960	11	20	9,08			78,60	0,60
1966	10	17	9,08			78,60	1,00
1877	5	10	Norte de Chile	Samanco	9,22	78,55	3,50
1868	8	13		Casma	9,50	78,30	2,50
1877	5	10			9,50	78,30	2,00
1966	10	17	Perú	Casma	9,50	78,30	---
1877	5	10	Norte de Chile	Culebras	9,88	78,22	---

Fuente: Lockridge, P. (1985).

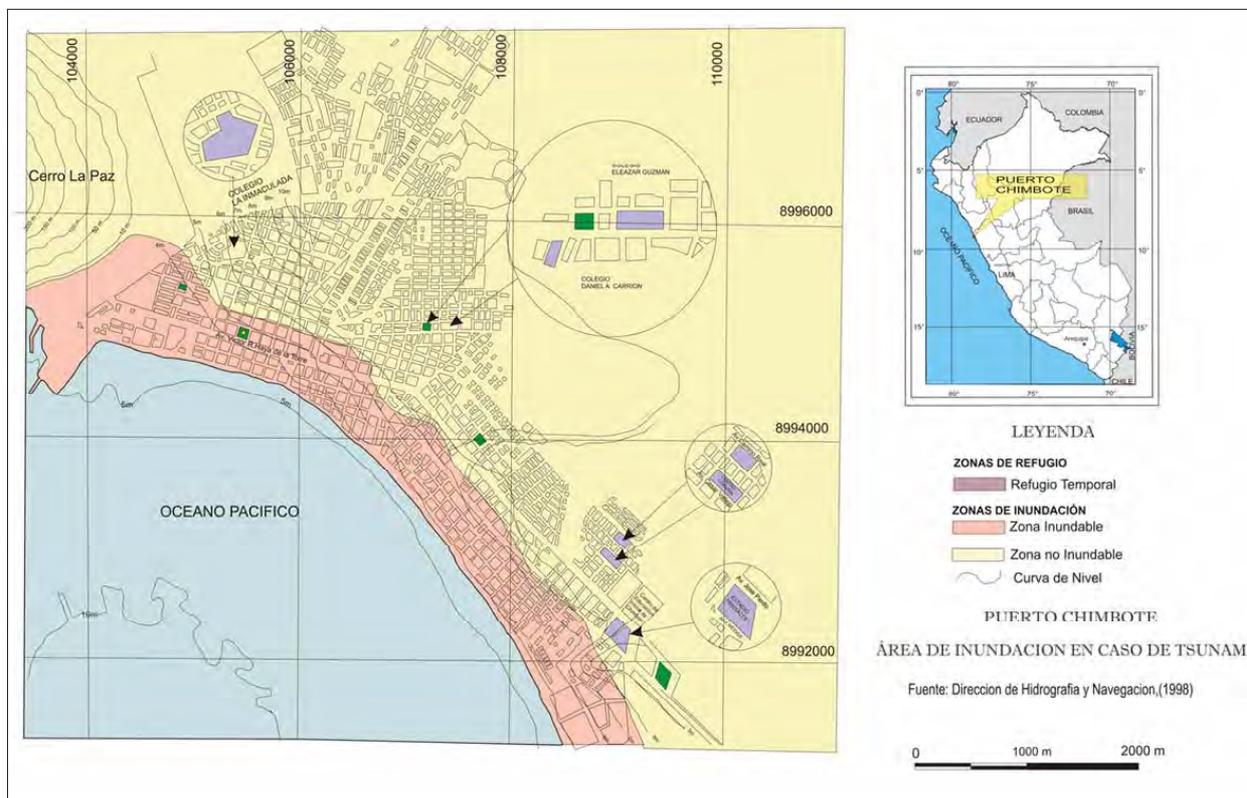


Fig. 17 Área de inundación por tsunami en la localidad de Chimbote.

PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

Algunos de los desastres históricos ocurridos principalmente en sectores de los valles de los ríos de la costa, y en menor porcentaje en los Callejones de Huaylas y Conchucos fueron ocasionados por inundaciones y erosión de riberas o erosión fluvial. Ambos procesos son evaluados en el presente acápite.

Inundaciones

Se conoce como zonas inundables aquellas que son anegadas durante eventos desde normales a extraordinarios (lluvias promedio con avenidas estacionales y lluvias intensas con avenidas poco frecuentes). Se encuentran ubicadas en zonas adyacentes a los ríos y cursos de aguas (Mapa 4). Se incluyen entre las zonas inundables (y sujetas a erosión fluvial) los cauces mayores y activos de los ríos Santa, Pativilca, Casma-Sechín, Nepeña, Huarmey y tributarios menores.

De acuerdo a las causas que generan las inundaciones, las zonas susceptibles a este peligro en la región son:

- Sectores adyacentes a los ríos principales anegadas por aumento del caudal, que sobrepasan su capacidad de escurrimiento superficial y transporte de sedimentos.
- Valles glaciares originados por desbordes de lagunas o embalses artificiales por aumento del nivel de agua, debido a lluvias intensas.

- Obstáculos al flujo natural por construcción de obras civiles (puentes, espolones y obras de encauzamiento insuficientes), o reducción del cauce por ocupación antrópica inadecuada (ganancia de tierras para áreas urbanas o agrícolas).
- Obstáculos o desviaciones temporales generados por otros movimientos de masa (deslizamientos o flujos de detritos).
- Sedimentación o colmatación de cauces fluviales, por flujos de detritos e inundación de detritos.³³

Para identificar las áreas de inundación, se utilizan criterios geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y de vegetación (Cuadro 7.4).

Inundaciones en la Región Ancash

Ocurren cuando los periodos de precipitaciones pluviales abundantes y prolongadas originan grandes volúmenes de agua en los ríos (principales y tributarios) en las principales cuencas que drenan la región. Estos eventos han ocurrido en la región con presencia o no del fenómeno El Niño.

Las inundaciones ocurren tanto en cauces de valle (cuenca alta de los ríos Santa y Pativilca) como en cauces de llanura o cuencas bajas de los ríos de la vertiente Pacífica, originando:

Cuadro 7.4
Identificación de llanuras inundables

Criterios	Características
Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas planas, adyacentes a los ríos, relativamente bajas respecto al cauce normal; áreas con cota inferior al cauce actual del río. • Presencia de zonas de erosión en terrazas.
Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos compuestos por depósitos inconsolidados, derivados de sedimentos fluviales (lodo, arena, limo y gravas), susceptibles a erosión durante las inundaciones y crecidas.
Hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Lecho o cauce de un río principal o tributario mayor con huellas de inundaciones periódicas. • En ríos meándricos el área inundable se encuentra solo en el interior de la curva de un meandro. Zonas de meandros abandonados. • Diques naturales o albardones de sedimentos gruesos que se depositan durante las inundaciones. • Áreas pantanosas con suelos que presentan altos niveles de humedad.
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencias de vegetación natural en el entorno; generalmente vegetación más reciente o joven sobre las superficies inundadas. • Vegetación perturbada por inundaciones anteriores

Fuente: COSUDE-PERVAC (2002),

³³ Durante el período de estiaje predominan los fenómenos de depósito porque las velocidades son relativamente bajas y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida.

- Anegamiento de áreas urbanas con deficiencias de drenaje pluvial, obstrucción de tramos viales, daños en áreas agrícolas y pérdida de vidas en algunos casos.³⁴
- Erosión en las márgenes del cauce principal, produciendo cambios de curso permanentes y pérdida de tierras de cultivo o tramos viales en muchos sectores de los valles principales.
- Inundaciones por maretaos u oleajes fuertes en el litoral.

Los registros históricos encontrados en la bibliografía así como en la base de datos (INGEMMET, 1997) muestran que en los tres últimos siglos ocurrieron inundaciones con mayores daños en los sectores de:

Huaraz: 1702, 1972, 1980, 1981, 1982, 1983, 1993, 1994, 1997, por desbordes del río Santa,

Chimbote: 1891, 1925, 1972, 1983, por desbordes del río Lacramarca.

Casma: 1925, 1952, 1970, 1972, 1983, 1993, 1998.

Huarmey: 1957, 1967, 1970, 1972, 1983, 1998.

Pallasca: 1996 y 2002.

Nepeña y Samanco: 1891, 1998.

Recuay: 1970, 1972, 1981, 1982, 1992, 1993, 1995 y 1998.

Pallasca: 1972, 1983, 1984, 1996.

Sanashgan: 1993 y 1998.

En el área se inventarió alrededor de 20 áreas afectadas por inundaciones fluviales, incluyendo un sector litoral afectado por inundación debido a un maretao. Un resumen de las áreas afectadas por inundaciones se muestra en el Anexo 3.1, así como algunas fotografías ilustrativas (Fotos 54, 55 y 56).

Erosión fluvial

La erosión fluvial como proceso geohidrológico acompaña normalmente a una inundación y muchas veces precede a esta³⁵.

En su ocurrencia intervienen factores como:

- Morfología y dinámica del río, pendiente y ancho del cauce, tipo de drenaje (meándrico, anastomosado, etc.), naturaleza del suelo o substrato en las márgenes, etc. (grado de compacidad del suelo).



Foto 54 Valle del río Santa, sector quebrada Seca (Huaraz). Peligro de inundación y erosión fluvial en la desembocadura de esta quebrada al río Santa.

³⁴ Inundaciones producidas en la zona de Chimbote, en el valle del río Lacramarca, en los años 1891, 1925, 1972 y 1983. Adicionalmente PREDES menciona 194 eventos de inundaciones en el período 1970-1998 en las cuencas de los ríos Santa, Casma-Sechín, Huarmey, Lacramarca y Nepeña.

³⁵ La erosión fluvial suele ser también consecuencia de flujos o avalancha de detritos, que erosionan las márgenes de los cauces por aumento considerable de sólidos o carga sólida.



Foto 55 Inundación en el río Santa, sector de Vichay, vista aguas abajo. Nótese la amplia llanura de inundación.



Foto 56 Peligro de erosión fluvial e inundación en el sector de Acopalca, quebrada Salca, afluente del río Huari. Compromete unas 10 viviendas y tramo de carretera.

- Tipo de avenida o crecida del río: máximas estacionales o excepcionales, relacionadas a la pluviosidad de la región en un tiempo determinado, incluyendo la cantidad o volúmenes de sólidos, muchas veces generados por flujos de detritos o huaycos.
- Ocupación de áreas susceptibles (áreas urbanas y rurales, obras viales).
- Falta de defensas ribereñas en las plataformas de carreteras (enrocados o gaviones aguas arriba), mal diseño de puentes (longitud, tirante y estribos), mala ubicación de estructuras.
- Terrazas (bajas y altas), conos proluvial-aluviales o «aluvionales», laderas ocupadas como áreas de cultivo, áreas urbanas y rurales, sin defensas ribereñas.
- Otras obras de infraestructura mayor: bocatomas, canales de derivación, etc.

En la cuenca se ha inventariado 61 ocurrencias de erosión fluvial y representan el 21% de los peligros inventariados. Estas ocurrencias se presentan generalmente asociadas a inundaciones (Fotos 57 al 60).

Un resumen de los principales sectores afectados por erosión fluvial se muestra en el Anexo 3.2.

Los daños por procesos de erosión fluvial ocurren sobre:

- Estribos y pilares centrales de puentes de diferente tipo de material y estructura, en ríos principales, tributarios o quebradas secundarias.
- Plataformas de carreteras (asfaltadas o afirmadas), o trochas carrozables.

OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

Adicionalmente, por las características geomorfológicas y geodinámicas de la región, ocurren otros peligros geológicos con incidencia moderada. Se inventarió y cartografió áreas susceptibles a procesos de arenamiento y erosión marina en la costa, características de las zonas litorales y planicies costaneras.



Foto 57 Vista del río Chacupata, afluente del río Yanamayo, en el sector Tazapampa, aguas arriba de Acochaca, afectada por erosión fluvial.



Foto 58 Dos vistas de procesos de erosión fluvial y socavamiento del talud en la margen izquierda del río Santa, sector de San Martín, Recuay, que afecta un tramo de la carretera a Huaraz. Nótese la construcción de una obra de mitigación en la vista inferior.

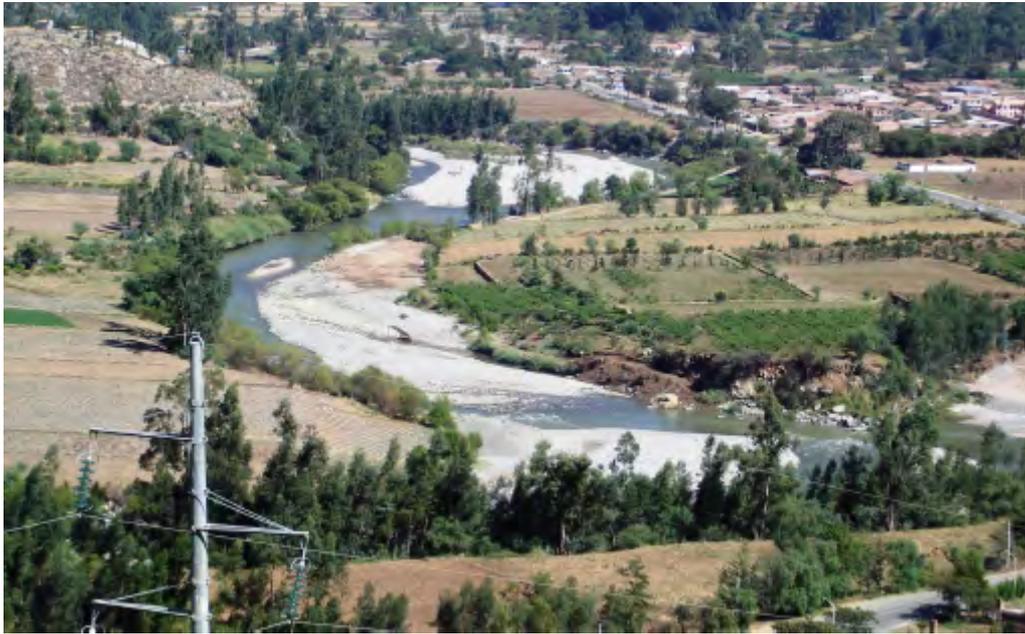


Foto 59 Vista aguas abajo del río Santa que muestra un área en peligro de erosión e inundación fluvial en el sector de Carhuaz, afectando tierras de cultivo y tramo de carretera.



Foto 60 Vista aguas arriba del río Santa en el sector de Mancos; erosión fluvial sobre terrazas altas.

Arenamientos

Están asociados a la unidad de planicie costanera y playas adyacentes al litoral, con una dinámica eólica importante, donde la dirección y velocidad del viento y la geomorfología del entorno favorecen la migración y acumulación de arenas.³⁶

Se encuentran además acumulaciones o mantos eólicos en las laderas o colinas bajas de las estribaciones occidentales de los Andes, ya sea en forma de lomadas alargadas, onduladas, dunas y barcanas. Estos procesos influyen directamente en la obstrucción del tráfico o tránsito vial en algunos tramos de la carretera Panamericana Norte, algunas trochas, viviendas cercanas al litoral, y donde generalmente el riesgo es considerado bajo (Foto 8).

Erosión marina

Es la acción de desgaste producida por la dinámica marina u oleaje en el borde litoral o costa, sobre los acantilados rocosos, playas o terrazas marinas (Foto 61), afectando balnearios, puertos y áreas pobladas, y pudiendo originar a su vez inundaciones marinas.³⁷

FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE PELIGROS

Las características climáticas, geológicas y sísmicas determinan que parte del territorio peruano esté ligado frecuentemente a una recurrencia de procesos de geodinámica externa (movimientos en masa y geohidrológicos) e interna (sismos). La frecuencia de peligros naturales de carácter desastroso en el país está marcada por la ocurrencia de aluviones en las zonas de valles glaciares de montaña (ligados a la actividad sísmica y cambio climático), deslizamientos y huaycos ocasionales en las laderas de vertientes, huaycos, inundación y erosión fluviales en los valles costeros (asociados a eventos de El Niño), y algunos andinos.

Muchos eventos prehistóricos de movimientos de masa marcaron la geomorfología actual de la región. En los valles de Santa y Conchucos fueron principalmente los procesos de fuerte deglaciación en las partes altas, en especial aquellos de los últimos 30 años. Por otro lado, la ocupación humana de los territorios hace crecer paulatinamente las ciudades sin planificación urbana, asentándose en los valles (terrazas y laderas), planicies costaneras o pampas y zonas litorales, aumentando los niveles de exposición a los peligros.



Foto 61 Erosión marina en el sector de playa La Tortuga, Casma. Nótese la socavación del talud de la terraza o planicie litoral.

³⁶ Grandes acumulaciones eólicas han sido mapeadas en los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras (Sánchez et al., 1995), donde siguen una dirección predominante SO-NE y algunas variaciones locales N-S y O-E, como el caso del cerro Manchán, Los Médanos; condicionados muchas veces por los afloramientos rocosos. El aporte principal proviene de las áreas con máxima dinámica eólica como las playas amplias y ensenadas, que no presentan obstáculos rocosos en sus proximidades, permitiendo el avance o migración de arenas hacia el continente.

³⁷ En los años 1996 y 2005, las familias de los pueblos jóvenes de Miramar y La Florida en Chimbote fueron afectadas por un maretazo. Este evento es repetitivo en esta zona.

La información que es necesario analizar porque ayuda a determinar la probabilidad de su ocurrencia son los datos históricos, estadísticos, etc.

Datos históricos de eventos desastrosos ocurridos en el área

En todo estudio de evaluación del peligro se parte del análisis de los eventos históricos registrados en el entorno en forma cronológica, lo cual nos permite conocer la distribución de áreas que fueron afectadas en el pasado y su frecuencia.

La información bibliográfica sobre eventos desastrosos en la región y descrita cronológicamente está basada en información periodística, información del Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI), base de datos de otras instituciones (PREDES, con información de el diario El Comercio entre 1900-1989 y otros reportes); estudios geológicos realizados por el Servicio Geológico del país hoy denominado INGEMMET, así como la información que se pudo obtener en los trabajos de campo.

En el Anexo 4 se detalla la cronología de eventos sucedidos en el siglo pasado y los últimos años, y se revela la ocurrencia de 29 inundaciones, 55 huaycos, 21 aluviones, 55 deslizamientos, 5 sismos fuertes y 3 aludes que incidieron en la región.³⁸

Análisis estadísticos de frecuencia de datos o eventos inventariados y peligros geológicos principales

El análisis estadístico en la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos inventariados (2 129 ocurrencias) determina la

siguiente frecuencia: los flujos ocupan el primer lugar (21,8%); le siguen los deslizamientos (21,5%); luego las caídas: desprendimientos de rocas y derrumbes (20,44%); los procesos de erosión de laderas (19,82%); los movimientos complejos (8,22%); la erosión e inundación fluviales (4,41%); las reptaciones (2,35%); los arenamientos (0,75%); los vuelcos (0,38%); los aludes (0,23%) y otros, como se aprecia en la Figura 18.

Las ocurrencias de peligros geológicos cuya valoración cualitativa en relación a su grado de peligro y vulnerabilidad asociada son altos (daños ocasionados o probables según apreciación y evaluación geológica en el terreno),³⁹ representan un 7% del total inventariados en la región (Figura 19).

En orden de ocurrencia están:

- 1) Flujos que incluyen huaycos, avalanchas de rocas y de detritos (34).
- 2) Deslizamientos (33), principalmente de tipo rotacional y algunos traslacionales.
- 3) Caídas, que incluye principalmente derrumbes o colapso, y en menor porcentaje caída de rocas (29).
- 4) Erosión e inundación fluvial (ambas suman 18).
- 5) Áreas con procesos de movimientos complejos (16) que incluyen: deslizamiento-flujos, derrumbe-flujos, avalanchas de rocas-flujos de detritos o aluviones.
- 6) Áreas con procesos de erosión de laderas (cárcavas, laminar o *bad land*, 12)
- 7) Tres vuelcos y tres áreas con reptación de suelos.

³⁸ Los datos consignados en la bibliografía y estadísticas son abundantes. En algunos casos la información periodística y a veces estadística de INDECI no revela o tipifica el peligro, pero de acuerdo a sus características se le asigna un proceso.

³⁹ Se tiene en cuenta el valor asignado para el peligro geológico en campo consignado en la ficha de inventario y base de datos, así como su morfometría: dimensión, volumen, actividad y recurrencia.

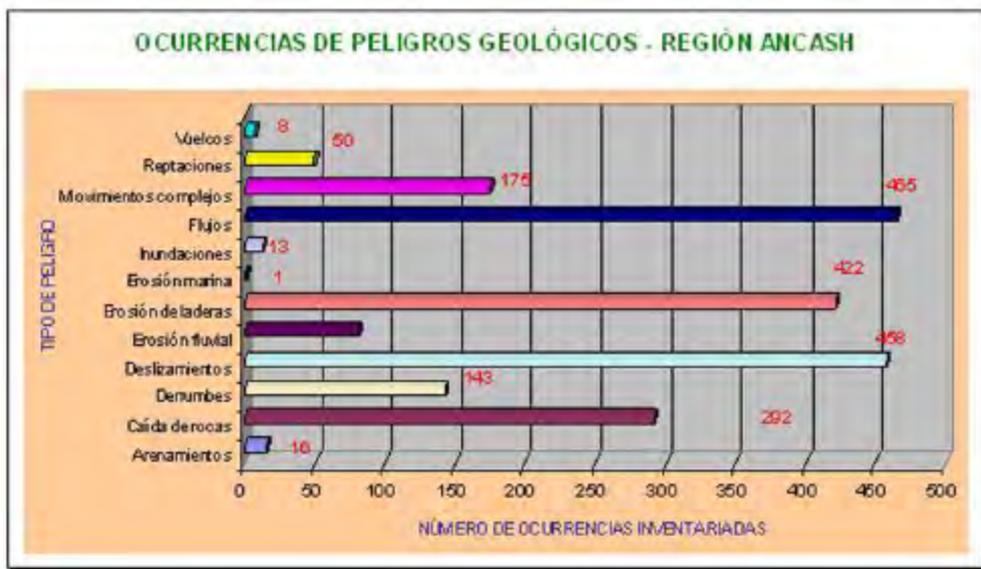


Figura 18



Figura 19

CAPÍTULO VIII

SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS

BILBERTO ZAVALA C.

GENERALIDADES

La susceptibilidad está definida como la posibilidad de que una zona sea afectada por un determinado proceso geológico (movimiento de masa), expresada en grados cualitativos y relativos.⁴⁰ Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos pueden ser intrínsecos o externos. El elemento más efectivo de su representación es el mapa de susceptibilidad, siendo su uso adecuado para planificadores, ingenieros, científicos y técnicos, encargados en general de labores de prevención y gestión de desastres.

Existen diversas formas de elaborar mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa. Los más usados son los **mapas de inventario**, en los que se reconocen las áreas donde ocurren o han ocurrido eventos, y que pueden volver a sufrirlas y generalmente son mapas multitemporales, pues incluyen información o data de muchos años. Un segundo grupo lo constituye la combinación de **mapas de factores**, en los que se identifican las áreas donde confluyen determinados factores o parámetros intrínsecos que condicionan la ocurrencia de peligros en una determinada área aunque estos no hayan ocurrido, pudiendo suceder en un futuro.⁴¹ En este caso, la metodología se basa en la preparación de mapas temáticos de factores condicionantes, y en la superposición de estos. Se establece el grado de susceptibilidad en función del peso asignado a cada uno de los factores considerados. Los mapas se preparan con ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG), estableciendo bases de datos asociadas que se interrelacionan.

SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Metodo empleado y elección de variables

En el presente trabajo se utilizó el método basado en la categorización y ponderación de factores.⁴² Cada factor o variable corresponde a un mapa temático que se combina con los otros, obteniendo una zonificación de la susceptibilidad en grados cualitativos.

Los factores utilizados para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa son los mapas de unidades de cobertura vegetal y uso de suelo, unidades hidrogeológicas, unidades geomorfológicas, unidades de pendiente del terreno y unidades litológicas (Cuadro 8.1). Su grado de susceptibilidad se analizó previamente en forma individual (véase las secciones 3.5.1, 4.4.2, 5.2, 5.3.1 y 6.2).

Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa

Los grados de susceptibilidad se calcularon a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre los cinco mapas de factores: pendientes, litología, geomorfología, cobertura vegetal y uso de suelo e hidrogeología, con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0 y sus herramientas de Análisis Espacial y de 3D), empleando la siguiente ecuación:

$$SMM = \underline{SCV (0,05) + SHG (0,10) + SGM (0,25) + SP (0,20) + SL (0,40)}$$

⁴⁰ Soeters y van Westen (1996) definen susceptibilidad como la posibilidad de que un fenómeno ocurra en un área de acuerdo con las condiciones locales del terreno, y especifican que factores detonantes tales como precipitación o sismicidad no son considerados. Los términos amenaza y susceptibilidad han sido erróneamente usados como sinónimos. Los mapas de susceptibilidad zonifican el terreno de acuerdo a la favorabilidad de una ladera a fallar, con el propósito de analizar posteriormente los mecanismos detonantes.

⁴¹ Los mapas de susceptibilidad indican las áreas donde posiblemente pueden ocurrir movimientos en masa, siendo una de las limitaciones la predicción de la fecha, su ocurrencia y totalidad de las mismas. La posibilidad de ocurrencia se basa en el análisis de factores condicionantes, requiriendo un conocimiento del área a evaluar.

⁴² Es un método heurístico, indirecto, cualitativo. Su principal inconveniente es el grado de subjetividad que se introduce cuando se seleccionan y ponderan las variables consideradas; una gran ventaja es la automatización, el recojo y posterior análisis de datos en un SIG (Carrara, 1984, citado en Santacana y Quintas, 2001).

Donde:

- SMM : Susceptibilidad a los movimientos en masa
 SCV : Susceptibilidad del parámetro Cobertura Vegetal y Uso de Suelo
 SHG : Susceptibilidad del parámetro Hidrogeología
 SGM : Susceptibilidad del parámetro Geomorfología
 SP : Susceptibilidad del parámetro Pendiente
 SL : Susceptibilidad del parámetro Litología

Los mapas de polígonos son previamente rasterizados. En este caso, de acuerdo a la dimensión del área de la región se utilizó un valor de celda de 10. Luego se utilizó el tipo de clasificaciones estadísticas para la definición de los rangos de valores de susceptibilidad, en este caso cinco rangos. El mapa obtenido se volvió a reclasificar obteniéndose los siguientes rangos calculados a partir del GIS (Cuadro 8.2):

En el Cuadro 8.3 se describen las características de las cinco zonas de susceptibilidad diferenciadas.

Cuadro 8.1
Ponderación de las variables

Variable	Descripción	Obtención	Peso
Pendiente	Seis rangos de pendiente de los terrenos, expresado en grados (0° a 90°).	Modelo digital de elevaciones, elaborado con SIG a partir de mapas topográficos en escala 1:100 000 con equidistancia de curvas cada 50 m (Mapa 6).	20
Geomorfología	Unidades geomorfológicas de acuerdo a su amplitud de relieve, altura relativa, pendiente y asociación morfogénica.	Interpretación de imágenes satelitales, cartas topográficas y chequeo de campo a escala 1:100 000 (Mapa 5).	25
Litología	Se estima la inestabilidad de los terrenos en función de las características litológicas de las unidades diferenciadas (substrato rocoso y depósitos inconsolidados).	En base a los mapas geológicos a escala 1: 100 000 de la carta geológica nacional (Mapa 7).	40
Cobertura vegetal y uso de suelo	Diferentes tipos de vegetación natural y cultivos. Se estima en forma cualitativa de acuerdo a la presencia o ausencia de cobertura vegetal. Se incluyen las áreas urbanas, lagunas y embalses.	A partir del mapa ecológico (INRENA) a escala 1: 1 000 000, mapas topográficos actualizados a escala 1: 100 000 del IGN (Mapa 1).	5
Unidades hidrogeológicas	Diferenciación de unidades litológicas en función de su permeabilidad (acuíferos porosos, acuíferos fisurados incluyendo cársticos, acuitardos y acuícludos)	Con la información geológica y la base del mapa hidrogeológico de Perú a escala 1: 1 000 000 (Mapa 4).	10

Cuadro 8.2

Rango de valores obtenidos	Grado de susceptibilidad
0,000 - 0,247	Muy baja
0,247 - 0,389	Baja
0,389 - 0,511	Moderada
0,511 - 0,630	Alta
0,630 - 0,800	Muy alta

Validación del mapa de susceptibilidad

El último paso del análisis de susceptibilidad es la validación de los resultados obtenidos, en donde el mapa debe reflejar a escala regional las áreas más propensas a producir movimientos en masa en el futuro.

El mapa de susceptibilidad obtenido fue validado con el mapa de inventario de movimientos en masa (Mapa 8), en el cual un gran porcentaje (más del 80%) de las ocurrencias inventariadas se localizan en las áreas zonificadas como de alta y muy alta susceptibilidad.

Cuadro 8.3
Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa

Grado	Características de los terrenos	Recomendaciones
Muy baja susceptibilidad	<p>Zonas en donde todas las condiciones intrínsecas del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa.</p> <p>En ellas ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. Están concentradas donde el substrato rocoso es de mala calidad, es decir, rocas sedimentarias clásticas (areniscas, cuarcitas, lutitas, lutitas carbonosas) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales), morfologías de laderas de montañas de moderada a fuerte pendiente (entre 25° y 45°), montañas con acumulaciones de hielo y laderas de montañas con deglaciación reciente; piedemontes (depósitos de deslizamiento antiguos); acuitardos sedimentarios (lutitas, areniscas, lutitas pizarrosas; areniscas carbonosas, limoarcillitas, lutitas calcáreas; margas con niveles de yeso); terrenos con cobertura vegetal de pastizales y cultivos de secano, montañas sin vegetación.</p> <p>Su distribución mayor está en el lado oriental de la región, en la zona del Callejón de Conchucos, con dirección NNO-SSE que incluye varios valles tributarios del río Marañón (sectores de Chavín, San Marcos, Huari, San Luis, Pomabamba, Sihuas y Conchucos). En el lado oriental se encuentra también Huallanca al sur y Quiches al norte. Un segundo grupo se distribuye en el lado occidental de la cordillera de los Andes, que de norte a sur corresponde a la cabecera de los ríos: Nepeña (Jimbe, Pamparomás), Casma (Colcabamba, Pira), Huarmey (Entre Coris y Aijá), Fortaleza (Marca) y Pativilca (Llacla, Pacllón, Chiquián y Aquia). Este sector occidental-central incluye algunos tributarios del río Santa donde destaca la cuenca del río Tablachaca (Pallasca, Cabana), sectores de la margen izquierda del río Santa (entre Carhuaz y Caraz) y ambos márgenes del valle entre Huaylas y Tablachaca (Huallanca, Yuracmarca, La Pampa); sectores con cobertura glaciár y/o deglaciación reciente en la cordillera Blanca.</p>	<p>Prohibir el desarrollo de todo tipo de infraestructura sin el conocimiento geológico previo. Será necesario efectuar estudios geológicos-geotécnicos de detalle para el desarrollo probable de infraestructuras, para el descarte en su construcción.</p>
Alta susceptibilidad	<p>Son zonas donde confluyen la mayoría de condiciones del terreno favorables para generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes.</p> <p>Generalmente el substrato rocoso está compuesto de areniscas, conglomerados, limolitas y arcillitas rojas, escasas zonas con esquistos y pizarras, limoarcillitas y carbón, rocas intrusivas alteradas de la cordillera Occidental; montañas con laderas de moderada a suave pendiente, laderas estructurales y lomadas muy disectadas. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 15° y 25°, y en algunos casos hasta 45°, piedemontes de valle, acumulaciones de depósitos glaciofluviales, morrenas y detritos de vertiente indiferenciados. Incluye acuícludos sedimentarios (calizas, margas intercaladas con arcillitas calcáreas; arcillitas negras; calizas, lodolitas y metamórficos (esquistos, gneis y filitas del Complejo Marañón). Terrenos desprovistos de vegetación y áreas con intensa modificación antrópica (actividad minera).</p>	<p>Restringir el desarrollo de infraestructura urbana o de instalaciones destinadas a una alta concentración de personas. En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, actividad minera, etc., se deberán realizar estudios geotécnicos de detalle.</p>

Grado	Características de los terrenos	Recomendaciones
Alta susceptibilidad	Su distribución es importante en la región y destacan en esta zona los sectores adyacentes a la cordillera Blanca, entre Catac y Yuracmarca, al norte de la cordillera de Pelagatos, así como un amplio sector en forma discontinua correspondiente a las laderas de la vertiente de la cordillera Occidental, asociada al batolito andino (tonalitas, granodioritas y dacitas, fracturadas y meteorizadas). Las secuencias sedimentarias que se encuentran en contacto con estos dos intrusivos o batolitos destacan en esta zona.	
Moderada susceptibilidad	Zonas donde la región presenta algunas condiciones favorables para producir movimientos en masa. Incluye geoformas de colinas estructurales, lomadas, abanicos y mesetas volcánicas. La pendiente de los terrenos varía entre 5-25° y también mayores de 45°. La cobertura vegetal y uso de suelo corresponde a áreas con vegetación herbácea, arbustiva y semiarbustiva natural, áreas con gramíneas, herbáceas, algunas zonas urbanas y rurales. Las rocas con moderada susceptibilidad corresponden a secuencias volcánicas (lávicas y piroclásticas), rocas volcánico-sedimentarias, secuencias lutáceas y algunos cuerpos intrusivos graníticos fracturados. Se encuentran muy distribuidas en la zona central y occidental de la región, comprendiendo áreas del valle del río Santa (cordilleras Negra y Blanca). Comprende además las cuencas medias de los valles de la vertiente Pacífica, sectores del valle de Pushca con litologías clásticas y alineamientos estructurales en el sector sureste de la región.	Permite el desarrollo de infraestructura urbana e industrial, siempre y cuando se conozcan detalles sobre la propiedad de los terrenos, con la finalidad de poder tomar decisiones respecto a la viabilidad del proyecto.
Baja susceptibilidad	Zonas en donde las condiciones intrínsecas del terreno no son propensas a generar movimientos en masa. Coinciden en estas franjas con zonas llanas a ligeramente inclinadas (1° a 5°), que incluyen geoformas de terrazas altas, algunas zonas de abanicos, monte islas, colinas y planicie costanera, colinas con laderas estructurales y algunas laderas de montañas de moderada a suave pendiente. Ocupan principalmente áreas con cobertura hídrica, zonas de frutales y desierto costanero. Litológicamente corresponden a depósitos fluviales, aluviales y eólicos, rocas intrusivas con poca meteorización y rocas calcáreas. Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como el caso de flujos; asimismo erosión de las márgenes de ribera.	Permite el desarrollo de infraestructura estratégica, urbana e industrial, siempre y cuando se incorporen las recomendaciones del estudio en los diseños de la infraestructura para hacer viable el o los proyectos, o adaptarse a las condiciones del terreno y poder reducir la probabilidad de sufrir pérdidas y daños.
Muy baja susceptibilidad	Corresponde a terrenos muy llanos con pendientes menores de 1°. Se relacionan a geoformas de depósitos eólicos y playas, colinas y montañas litorales. Litológicamente corresponden a terrenos permeables: depósitos fluviales y aluviales, algunos fluvio-glaciales. Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como obstrucciones o cierres de valle por flujos, e inundaciones. Ocupan las partes inferiores de los valles principales de la vertiente Pacífica.	Se debe contemplar la evaluación de procesos geohidrológicos (inundaciones y erosión fluvial) en las áreas de escorrentía, así como la generación de flujos de detritos en sus zonas adyacentes.

SUSCEPTIBILIDAD A LAS INUNDACIONES Y EROSION FLUVIAL

Las inundaciones, generalmente combinadas con eventos de erosión fluvial, afectan una parte del territorio de la región, tanto en la zona sierra como en los valles de la costa. Estas se producen por desborde de los ríos de orden mayor, como el Santa, Pativilca, Casma-Sechín, Huarmey, Nepeña, algunos sectores del río Marañón y tributarios como Vizcarra, Mosna-Pushca, Yanamayo y Rupac.

Para el análisis de la susceptibilidad a estos dos procesos, la geomorfología es una de las variables fundamentales, siendo uno de los conceptos más usados la llanura de inundación.⁴³ Este análisis geomorfológico de formas del terreno existentes (terrazas y cauce inundable en el sistema fluvial) se complementa usualmente con información de registros históricos de antiguas inundaciones e información topográfica (Capítulo 7).

Considerando las características topográficas (pendiente) y las unidades geomorfológicas (llanura inundable) de la región, el término 'susceptibilidad a las inundaciones' se aplica a los terrenos propensos a sufrir anegamiento, encharcamiento o inundación debido al desborde de los ríos (IDEAM, 2001).

Por otro lado, los procesos de erosión fluvial ocurren como eventos asociados, aunque preceden algunas veces a una inundación o desborde fluvial. Estos generalmente se circunscriben a la caja del río principal o quebrada, limitada por terrazas bajas o altas, donde la fuerza erosiva de las aguas y los sedimentos que arrastra muchas veces se origina por la carga de flujos de detritos o huaycos que hacen más efectiva su erosión o socavamiento fluvial.

Metodo de análisis y elección de variables

El análisis de la susceptibilidad a las inundaciones se basa principalmente en la caracterización geomorfológica fluvial de la región, la cual está apoyada en la interpretación de imágenes satelitales y trabajo de campo, y en general en la utilización de los mapas geomorfológico y de pendiente del terreno.⁴⁴ Las variables usadas, la forma de obtención de cada mapa, así como los pesos asignados a cada factor (mapa) se presentan en el Cuadro 8.4.

Los pesos asignados a las unidades diferenciadas en cada mapa (polígonos) en relación a las inundaciones y la erosión fluvial se presentan en los Cuadros 8.5 y 8.6.

Cuadro 8.4
Ponderación de las variables

Variable	Descripción	Obtención	Peso
Pendiente	Seis rangos de pendiente de los terrenos, expresado en grados (0° a 90°).	Modelo digital de elevaciones, elaborado con SIG a partir de mapas topográficos a escala 1:100 000 con equidistancia de curvas cada 50 m (Mapa 6).	40
Geomorfología	Unidades geomorfológicas de acuerdo a su amplitud de relieve, altura relativa, pendiente y asociación morfogenéticas. ⁴⁵	Interpretación de imágenes satelitales, cartas topográficas y chequeo de campo a escala 1:100 000 (Mapa 5).	60

⁴³ Los enfoques básicos empleadas para la evaluación de inundaciones son la hidrología, meteorología y geomorfología. La llanura de inundación teóricamente controla el flujo de agua, siendo la actual configuración de las formas del terreno y la distribución actual de los sedimentos fluviales, las que provocarán inundaciones en el futuro.

⁴⁴ La pendiente longitudinal de un valle controla morfológicamente la sinuosidad de un río. Las zonas de curvas o meandros son los sectores donde generalmente la erosión es más pronunciada. Estas divagaciones se originan en general por una disminución en esta gradiente. Ejemplos claros de este proceso se observan en el valle superior del río Santa, asociados a cierres de valles antiguos que controlan la morfología del cauce actual.

⁴⁵ Las unidades principales son las superficies planas o plano-depresionadas que incluyen terrazas, depósitos de abanicos, llanura inundable o fondo de valle fluvial, y planicies costaneras.

Cuadro 8.5
Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a las inundaciones

Unidad Geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Montañas		Nula	0
Colinas y lomadas		Nula	0
Piedemontes	Abanicos	Media	2
	Vertiente de detritos	Muy baja	0
	Detritos de acumulación glacio-fluvial	Baja	1
	Depósitos de deslizamiento	Muy baja	0
Planicies y Depresiones	Planicie aluvial alta o terraza alta / Fondo de valle	Alta	3
	Llanura o planicie inundable	Muy alta	4
	Planicie costanera	Baja	1
	Meseta volcánica	Muy baja	0
	Depósitos eólicos	Muy baja	0
	Playas ⁴⁵	Muy baja	0
	Lagunas / valle glaciar con lagunas	Media	2

Cuadro 8.6
Pendientes y susceptibilidad a las inundaciones

Pendientes	Calificación	Susceptibilidad
0° a 1°	5	Muy alta
1° a 5°	3	Alta
5° a 15°	0	Nula
15° a 25°	0	Nula
25° a 45°	0	Nula
>45°	0	Nula

Grados de susceptibilidad

La obtención de los grados o rangos de susceptibilidad, con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0, y las herramientas Análisis Espacial y de 3D), fueron calculados estadísticamente de la misma forma utilizada para el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, a partir de los datos arrojados de las interacciones de estos dos mapas empleando para ello la siguiente ecuación:

$$SI = \frac{SGMI (0,60) + SPI (0,40)}{2}$$

Donde:

SI: Susceptibilidad a las inundaciones

SGMI: Susceptibilidad del parámetro Geomorfología a las inundaciones

SPI: Susceptibilidad del parámetro Pendiente a las inundaciones

La caracterización de los diferentes rangos de susceptibilidad a las inundaciones (Mapa 13) se describen y detallan en el Cuadro 8.7.

⁴⁵ En estas áreas costeras o de playa existe la posibilidad de inundación por tsunamis o maretaos.

Cuadro 8.7
Susceptibilidad a las inundaciones en la región Ancash

Grado de susceptibilidad	Descripción
Alta ⁴⁶	<p>Terrenos que corresponden a la llanura de inundación ocasional a excepcional de los ríos principales de la vertiente Pacífica en las cuencas de los ríos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Casma-Sechín: Desde aguas arriba de Buena Vista Alta hacia aguas abajo, incluyendo la zona de Casma hasta su desembocadura en el mar (Puerto Casma), y entre Hualhuayoc y Casma (río Grande). • Nepeña: aguas abajo de Moro, principalmente entre Nepeña y Samanco, y sectores adyacentes a Jimbe. • Culebras: Inundaciones de carácter excepcional en el curso del río Culebras, aguas abajo de Turripampa. • Huarmey: Varios sectores de la cuenca media inferior aguas debajo de la hacienda María Cristina. • Fortaleza: Caja del río entre Raquia, Chaucayán y Chasquitambo. • Valle medio-superior del río Pativilca, aguas debajo de Huanchay. <p>Incluye zonas urbanas y asentamientos urbanos ubicados en las inmediaciones de la ciudad de Huaraz, Chimbote, áreas de cultivo y vías de comunicación.</p>
Media ⁴⁷	<p>En la vertiente Pacífica corresponde a terrenos bajos adyacentes a la llanura de inundación, terrazas, con paleocauces o cauces antiguos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El valle del río Lacramarca. • Alrededores de Moro (río Nepeña). • Tributarios del río Casma-Sechín aguas arriba de Buena Vista Alta, Yaután y Pariacoto. • Entre Champa y Huanchay y quebrada Acray (río Culebras). • Quebradas Pararín, río Seco de Jaupa y río Seco de Lupín. <p>Terrenos levemente inclinados, mal drenados inundados en periodos excepcionales o por elevación del nivel. Principalmente afecta a los terrenos de cultivo y áreas rurales dispersas con crecimiento de la población en los últimos años. Eventos de recurrencia ocasional a excepcional.</p>
Baja	Sectores reducidos de topografía plano-ondulada y vertientes con depósitos fluvio-glaciares al oeste de la
Muy baja a nula	Laderas de montañas y colinas, vertiente de laderas inclinadas y cóncavas; terrazas y/o antiguos abanicos elevados.

⁴⁷ En estas áreas son frecuentes además los procesos de erosión fluvial o de riberas.

⁴⁸ En el mapa de susceptibilidad aparecen algunos valores de susceptibilidad media en las partes altas. Esto se debe al grado de precisión del mapa de pendientes de acuerdo a la equidistancia entre las curvas de nivel y la escala de mapa utilizadas. Estas áreas al parecer planas pueden ser susceptibles a inundación por aguas pluviales o de lluvia, por deficiencia de drenaje.

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA O PELIGROSIDAD

BILBERTO ZAVALA C. Y ROXANA BARRANTES H.

GENERALIDADES

La amenaza se define como: «probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica, dentro de un determinado periodo» (Varnes, 1984).⁴⁹

El concepto fundamental en la evaluación de amenazas es el «factor de disparo» conocido también en la literatura como «factor detonante» o «factor gatillo». Es aquel que desde el exterior induce hacia un comportamiento dinámico activo, partiendo de las condiciones iniciales (susceptibilidad). Estos factores son los sismos y lluvias (Mora y Vahrson, 1993).⁵¹

Los mapas de amenaza se consideran usualmente de carácter temporal, pues están sujetos a las condiciones presentes en un determinado momento ya que estas son cambiantes a través del tiempo.⁵² Por lo tanto la evaluación de la amenaza o peligrosidad es el proceso mediante el cual se determina la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un evento en un tiempo dado y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables, diferenciando las zonas de peligrosidad alta hasta muy baja.

AMENAZA DE MOVIMIENTOS EN MASA

Para el análisis de amenaza por movimientos en masa se consideró como factores detonantes las precipitaciones y los sismos.

Movimientos en masa disparados por lluvias

Diversos factores hidrometeorológicos afectan la estabilidad de las laderas, siendo uno de ellos la lluvia. Cuando esta cae sobre una ladera, dependiendo de la pendiente del terreno y la cobertura vegetal existente, un porcentaje es interceptado por la vegetación, otro se infiltra en el suelo o se almacena en las depresiones para luego infiltrarse; la infiltración continúa aún después de que cesa la lluvia y, en algún momento cuando la humedad del suelo y la posición del nivel freático han aumentado (sobresaturación del suelo), se pueden originar condiciones críticas aumentando la presión de los poros, disminuyendo los esfuerzos efectivos y, por consiguiente, la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Se alcanzan entonces umbrales de inestabilidad que disparan el movimiento de una parte o toda la ladera (González y Millán, 1998).

Las causas de desastres por deslizamientos y en general por movimientos en masa, son principalmente meteorológicas (lluvias o periodos invernales prolongados o lluvias intensas de corta duración, en ese orden); por ello es importante determinar los umbrales de lluvias detonantes en términos de intensidad, duración o frecuencia.⁵³

El parámetro lluvia como factor detonante de los movimientos en masa es evaluado con datos pluviométricos como: promedios

⁴⁹ Algunos autores en trabajos recientes consideran el término peligrosidad. Esta denominación podría ser mejor utilizada, pues existe la controversia en el uso común de los términos peligro y amenaza. La amenaza es la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en áreas susceptibles, y que a diferencia de susceptibilidad, involucra frecuencia y magnitud. Esta definición de amenaza considera tiempo y espacio, dos factores que involucran la cuantificación de las causas detonantes.

⁵⁰ Los factores detonantes son variables decisivas en la activación de los movimientos de masa pues desencadenan movimientos, aún en una ladera en equilibrio. Los sismos y las lluvias son procesos o eventos que pueden actuar como disparadores de movimientos en masa, pero también en un momento dado como condicionantes. El primer caso ocurre cuando la magnitud del evento sísmico o la lluvia son suficientes para alterar el equilibrio del terreno y, en el segundo caso, cuando un sismo agrieta el terreno generando una superficie de despegue y un periodo de lluvias intensas o cuando un nuevo sismo posterior genere nuevos movimientos de masa.

⁵¹ La actividad antrópica muchas veces es considerada como uno de los factores que detonan o desencadenan peligros geológicos.

⁵² Los niveles de amenaza pueden variar, sobre todo cuando la intervención antrópica juega un papel muy importante en los procesos de movimientos en masa.

⁵³ Las investigaciones realizadas en diferentes países para determinar la relación lluvias/movimientos en masa asumen que existen dos tipos de efectos principales de la lluvia: el efecto acumulativo de la lluvia a mediano plazo (varios días), y el efecto inmediato de la lluvia de corto plazo que se presenta justo antes de la ocurrencia del deslizamiento (Mayorga, 2005).

mensuales y máximos anuales, precipitaciones máximas diarias y periodos de observación en el tiempo.

En nuestro caso la disponibilidad de información hidrometeorológica en la región con registros continuos de observaciones son un limitante técnico, sin embargo los mapas de isoyetas de precipitación acumulada, elaborados por SENAMHI (Mapas 1 y 2) tanto para años normales como para años excepcionales, permiten caracterizar a la región

A) Precipitación acumulada para el periodo lluvioso en años normales (septiembre-mayo): De acuerdo a la configuración topográfica de la región las precipitaciones van desde valores inferiores a 200 mm en la vertiente Occidental, a valores entre 200 y 500 mm en la región central (cordilleras Negra, Blanca y Huayhuash hacia el sur y vertiente Atlántica). Una característica particular son las concentraciones mayores observadas en el sector oriental entre Huaraz, Recuay, Aija, San Marcos, Chiquián y Gorgorillo, que corresponde a las cuencas altas de los ríos Santa, Pativilca y Mosna/Pushca. Áreas similares corresponden a los sectores de Rapayán al Este y Pampas al Norte, donde los valores oscilan entre 500 y 700 mm.

B) Precipitación acumulada de El Niño 1997-1998: Se toma como referencia este año por ser uno de los periodos durante el siglo pasado en que ocurrieron grandes precipitaciones pluviales y de los que se tiene mayores registros pluviométricos, a partir del cual SENAMHI elaboró su distribución areal. Las lluvias alcanzadas en este evento excepcional, de acuerdo a la configuración topográfica de la región, van desde valores entre 200 a 800 mm en la vertiente occidental Pacífica, entre 800 y 1200 mm en la región central (entre las cordilleras de Pelagatos, Negra, Blanca y Huayhuash hacia el sur), y valores entre 1 200 y 1 800 mm como máximas precipitaciones en la zona oriental correspondiente a la vertiente Atlántica (sectores de Rapayán, Chingas, Mirgas, Sanachgan, Piscobamba, Parobamba, Quiches; San Marcos, Chacas, Yanama, Pomabamba, Sihuas y Conchucos).

Ambos mapas muestran una amplia variación en los valores de precipitación máximos y mínimos alcanzados en la región en años normales y aquellos en los que ocurre El Niño. Asimismo, su distribución areal presenta una marcada diferencia, estrechamente relacionada a la topografía, mostrando una distribución longitudinal paralela a la cordillera Andina.

Actualmente no existen estudios regionales ni locales en nuestro país que establezcan rangos de precipitación que relacionen la

ocurrencia de movimientos en masa.⁵⁴ Sin embargo si consideramos la cronología de eventos ocurridos en el periodo 1997-1998 (Anexo 4), el número de ocurrencias de peligros y su distribución geográfica es significativa en la región (Figura 20), habiéndose presentado inundaciones y erosión fluvial, huaycos y deslizamientos, en mayor número en áreas no frecuentes como distritos y comunidades ubicadas en la vertiente del Pacífico y también en zonas de los Callejones de Huaylas y Conchucos.

Para el análisis de amenaza se estableció en forma cualitativa, en ambos mapas de isoyetas, rangos de precipitaciones que fueron ponderados en: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (Cuadro 9.1), con calificación del 1 al 5.

Cuadro 9.1

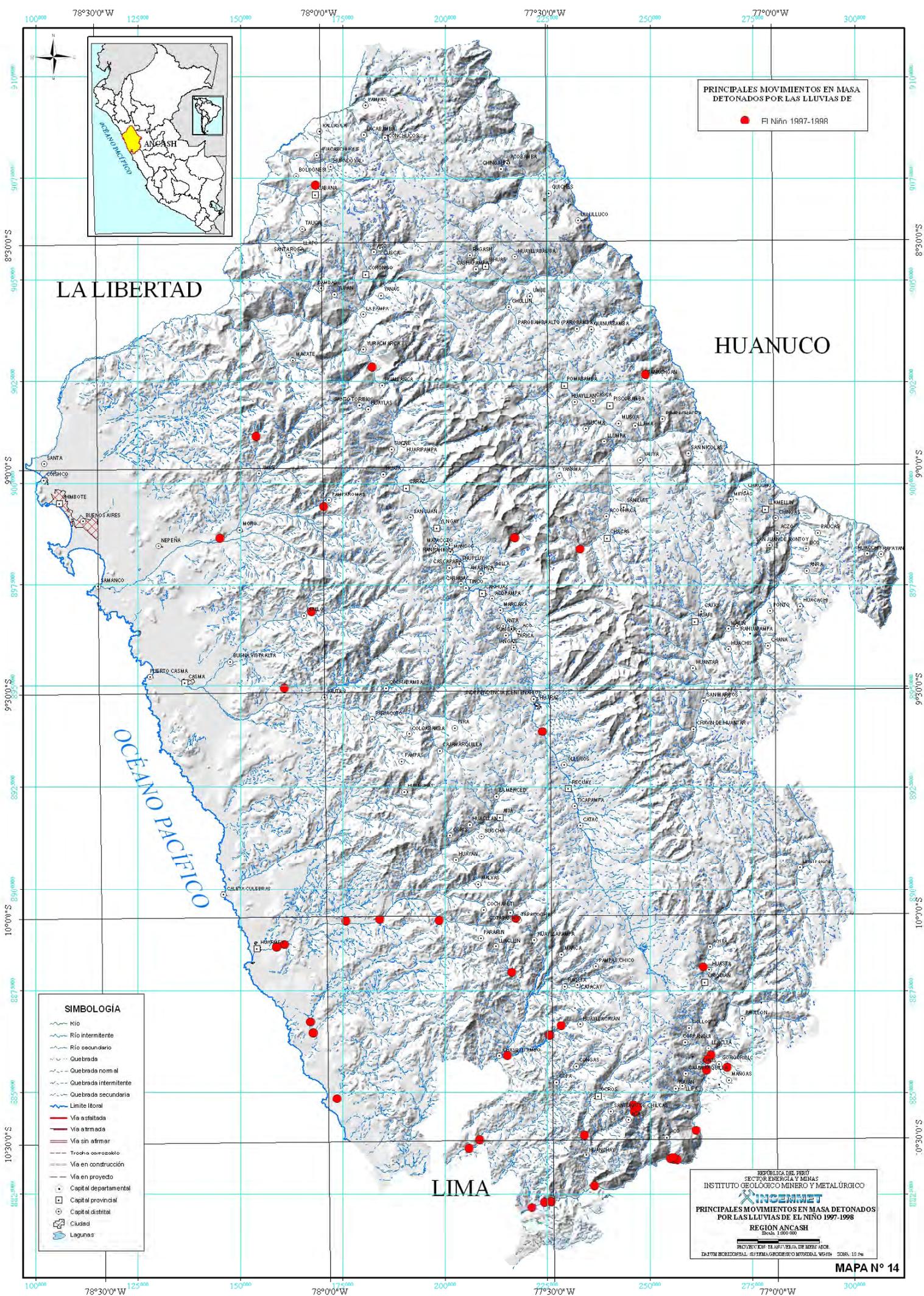
Factor detonante: precipitaciones acumulada en años normales y excepcionales (El Niño 1997-1998)

Precipitación acumulada año normal (mm)	Categoría	Calificación
< 50	Baja	1
50 – 100	Baja	1
100-200	Media	2
200-500	Media	2
> 500	Alta	3
Precipitación acumulada El Niño (mm)	Categoría	Calificación
< 200	Media	2
200 – 600	Media	2
600-1000	Alta	3
1000-1400	Muy Alta	5
> 1400	Muy Alta	5

Movimientos en masa disparados por sismos

Los terremotos han sido reconocidos como una de las mayores causas de movimientos de masa (Keefer, 1984). Este mismo autor señala, en relación a la magnitud del sismo, la ocurrencia de caída de rocas, deslizamientos de rocas y rupturas disparadas con magnitudes de 4,0 MI, y avalanchas con magnitudes de 6,0 MI. Por otro lado, en función de la intensidad sísmica, diversos autores concluyen que la intensidad mínima a la que se generan caídas es VI; en el caso de deslizamientos, desprendimientos laterales y flujos es VII; y la intensidad más baja para cualquier movimiento de masa es IV.

⁵⁴ Por ejemplo, los flujos de detritos (huaycos) originados el 21 de enero del 2007 que afectaron la ciudad de San Ramón (Junín), fueron detonados por lluvias acumuladas en nueve horas que alcanzaron 173,7 mm. La máxima precipitación diaria histórica alcanzada antes del desastre era de 86,4 mm.



PRINCIPALES MOVIMIENTOS EN MASA
 DETONADOS POR LAS LLUVIAS DE

● El Niño 1997-1998

LA LIBERTAD

HUANUCO

LIMA

OCEANO PACIFICO

SIMBOLOGIA

	Río
	Río intermitente
	Río secundario
	Quebrada
	Quebrada normal
	Quebrada intermitente
	Quebrada secundaria
	Límite litoral
	Vía asfaltada
	Vía afirmada
	Vía sin afirmar
	Trocha cosechable
	Vía en construcción
	Vía en proyecto
	Capital departamental
	Capital provincial
	Capital distrital
	Ciudad
	Lagunas

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 PRINCIPALES MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS
 POR LAS LLUVIAS DE EL NIÑO 1997-1998
 REGION ANCASH
 Escala: 1:500,000
 PROYECTO DEL INIA-FVZS, DE MEXICO, ACR.
 DATOS TOPOGRAFICAL: SISTEMA GEOGRAFICO MONDIAL, UTM. COR. 10%
MAPA N° 14

PÁGINA EN BLANCO

Los parámetros más usados son magnitud e intensidad de un sismo y la aceleración sísmica. En relación a este último, Ojeda et al. (2001) mencionan en la *Guía metodológica de evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa* para un sector de Colombia, valores de aceleraciones en tres categorías de amenaza: 0,21 a 0,25 g (moderadamente alta), 0,25 a 0,29 (alta) y mayor a 0,29 (muy alta).

En el análisis del peligro sísmico realizado para la región (sección 7.2) se ha registrado históricamente la ocurrencia de sismos con epicentros dentro el área de influencia, siendo los más importantes los de los años 1725, 1946, 1956, 1963 y 1970, donde se reportaron ocurrencias de derrumbes, deslizamientos así como aludes y avalanchas de rocas (Fotos 37, 62, 63, 72 y 95). Se señalan otros sismos ocurridos en el país con influencia sobre la región como los de las localidades de Moyabamba y Yurimaguas (1990, 1991), o como el ocurrido el 25 de septiembre del 2005 en Lamas, donde se generaron algunos derrumbes que afectaron las carreteras (Foto 64). El sismo que generó mayor destrucción fue el de 1970, donde las máximas intensidades alcanzadas estuvieron entre V y VI en la región. En el mapa de distribución de máximas intensidades para Perú, la región Ancash alcanza valores de VI a IX MM, y según la zonificación sísmica del país el área se encuentra en una zona de sismicidad alta.

Muchos movimientos en masa cartografiados en este trabajo, cuyas características geomorfológicas indican una edad prehistórica en su generación, por sus dimensiones y otros aspectos morfológicos, se asociarían a eventos sísmicos. También se cartografió eventos generalmente de avalanchas de rocas ocurridas tras el sismo de 1946 en Sihuas y Pomabamba, así como los generados durante el sismo de 1970.

Para el análisis de amenazas en la región se empleó las aceleraciones sísmicas para una ventana de tiempo de 50 años y un periodo de recurrencia de 475, con un nivel de confianza del 90% (Mapa 10).⁵⁵

Según esto y tomando en cuenta los valores presentados en la *Guía metodológica de evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa* (Ojeda, 2001), se dividió el área en dos categorías de amenaza (Cuadro 9.2).

Cuadro 9.2
Factor detonante: sismicidad

Categoría	Descripción	Valor asignado
Alta	Se espera un AMH entre 0,25 a 0,29	3
Muy alta	Se espera un AMH mayor de 0,3 g.	5

Grados de peligrosidad a los movimientos en masa

La obtención de los rangos para el mapa de peligrosidad a los movimientos en masa fueron calculados a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre:

- El mapa de susceptibilidad (Mapa 12) y los mapas de isoyetas de precipitación acumulada en el periodo lluvioso de un año normal (Mapa 1) y el mapa de isoaceleraciones sísmicas (Mapa 10).
- En forma similar se interactuó con el mapa de isoyetas de precipitación acumulada para el Niño de 1997-1998.

Con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0 y las herramientas de Análisis Espacial y de 3D) se calculó los grados o rangos de amenaza empleando la siguiente ecuación:

$$\text{AMENAZA (A)} = \text{SMM} * (\text{DS} + \text{DP})$$

Donde:

- SMM: Susceptibilidad a los movimientos en masa
- DS: Detonante sismicidad
- DP: Detonante precipitación

Los valores calculados con el GIS se evaluaron estadísticamente empleando inicialmente cinco rangos en forma aritmética, luego calculando la suma de las desviaciones al cuadrado (DESVI²), obteniéndose finalmente los siguientes rangos en relación a la amenaza o peligrosidad (Cuadro 9.3):

Cuadro 9.3
Rangos de valores obtenidos

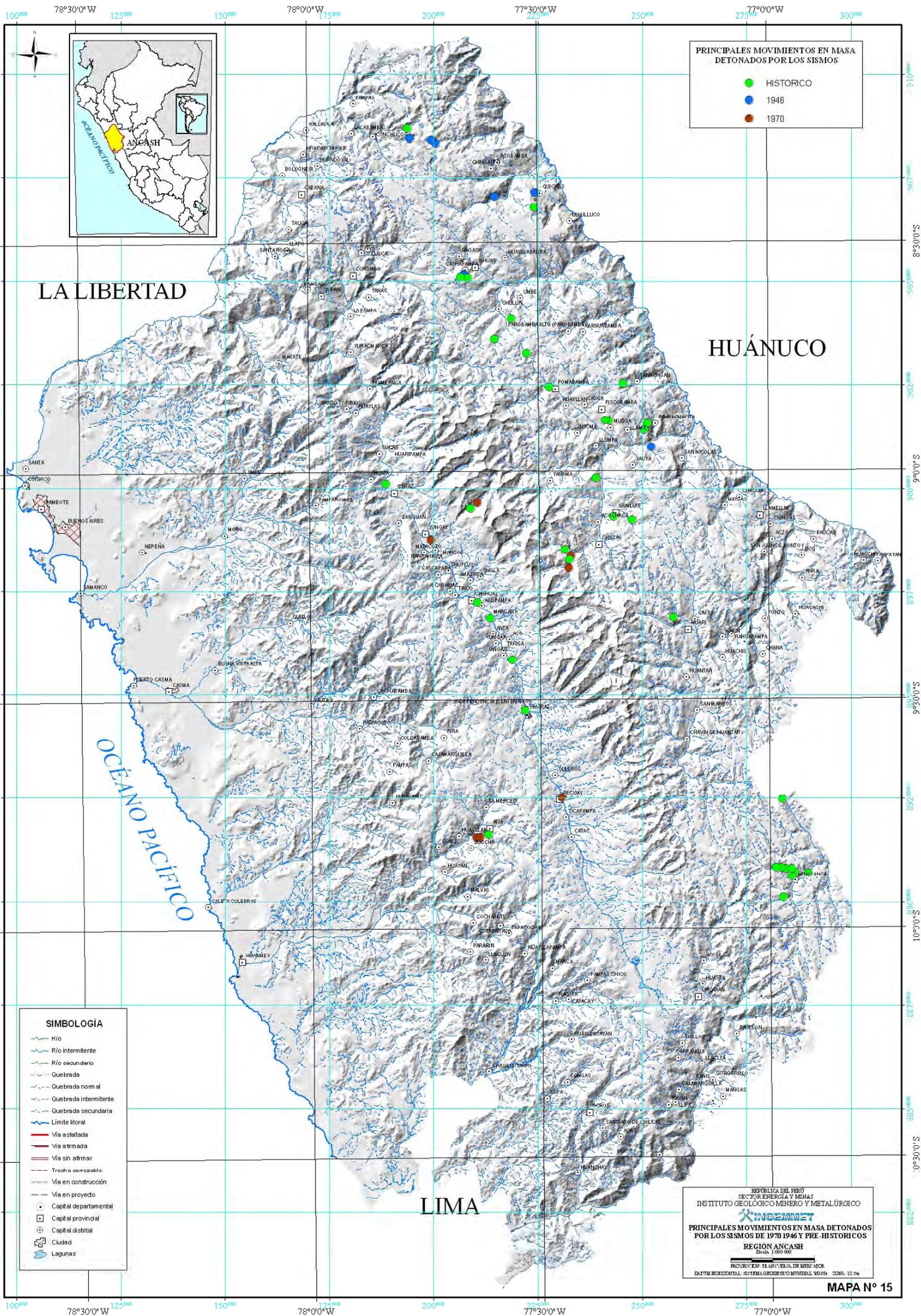
Rango de valores calculados		Grado de peligrosidad
Con años normales	Con fenómeno de El Niño	
4-12	5-12	Baja
12-21	12-25	Media
21-40	25-50	Alta

En los Mapas 16 y 17 se presenta la distribución de grados de amenaza a los movimientos en masa, y en los Cuadros 9.4 y 9.5 se describen las cinco zonas diferenciadas analizadas con presencia o no de El Niño.

⁵⁵ Mora et al. (1992) correlacionan el potencial de deslizamientos detonados por sismos y utilizan el valor de intensidades Mercalli-Modificada. Asimismo, si se cuenta con datos sobre aceleraciones pico, utiliza la relación de Trifunac y Brady (1975), para obtener así los valores correspondientes al parámetro de disparo por sismicidad.



Foto 62 Depósito de deslizamiento en el paraje Mellizo, carretera Aija-Huarmey, detonado durante el sismo de 1970 que represó el valle y que perdura hasta la actualidad.



**PRINCIPALES MOVIMIENTOS EN MASA
DETONADOS POR LOS SISMOS**

- HISTÓRICO
- 1946
- 1970



LA LIBERTAD

HUÁNUCO

OCEANO PACÍFICO

LIMA

- SIMBOLOGÍA**
- ~ Río
 - ~ Río intermitente
 - ~ Río secundario
 - ~ Quebrada
 - ~ Quebrada normal
 - ~ Quebrada intermitente
 - ~ Quebrada secundaria
 - ~ Límite litoral
 - Vía asfaltada
 - Vía afirmada
 - Vía sin afirmar
 - Trocha caminable
 - Vía en construcción
 - Vía en proyecto
 - Capital departamental
 - Capital provincial
 - Capital distrital
 - Ciudad
 - Lagunas

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET
PRINCIPALES MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS
POR LOS SISMOS DE 1970 1946 Y PRE-HISTÓRICOS
REGION ANCASH
Escala: 1:500,000
PROYECTO EN COLABORACIÓN CON EL SERVICIO NACIONAL DE GEOMÁTICA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL
CORRECCIÓN: 10/2014

PÁGINA EN BLANCO



Foto 63 Deslizamiento frente al poblado de Recuay, reactivado durante el sismo de 1970 y probablemente durante el sismo de 1956, cuando el río Santa se represó.



Foto 64 Derrumbes que interrumpieron un tramo de la carretera Sihuas-Huacrachuco, ocurridos a raíz del sismo de Lamas de julio del 2005.

Cuadro 9.4
Zonacion de la peligrosidad en la región Ancash con precipitaciones acumuladas en años normales

Grado de peligrosidad	Características y distribución
Alta	<p>Zona asociada con áreas de muy alta a alta susceptibilidad, en donde las aceleraciones sísmicas son mayores a 300 gals y las precipitaciones pluviales superan 500 mm. Se ha inventariado muchos movimientos en masa activos y antiguos. Las áreas principales son el sector noreste de la región Ancash, comprendida entre Sanachgan, Parobamba, Sihuas, Quiches y Pampas, donde el factor detonante principal es la sismicidad. Otro sector similar corresponde al área entre Huántar, San Marcos, Aquia, Chiquián y Gorgorillo, donde la concentración de lluvias es el factor detonante principal. Sectores aislados se encuentran en las laderas del valle del Santa, entre Yangas y Marcará, sector de Carhuac y entre Matacoto y Huata, y entre Catac y Huaraz sobre depósitos fluvio-glaciares. Sobresalen también los sectores al este de Llamellín. Huachis, Rahuapampa, Aczo, Huacchis y Rapayán.</p> <p>Hacia el lado occidental coinciden con áreas de moderada, alta a muy alta susceptibilidad; destaca la cuenca del río Casma (entre Pariacoto, Pira y Cajamarquilla; aguas arriba de Yaután), la cabecera del río Nepeña (Pamparomas y aguas arriba de Jimbe), la cabecera del río Huarmey (aguas arriba de Cotaparaco) y la cabecera del río Fortaleza (Marca y Copa).</p> <p>Un sector importante corresponde a la subcuenca del río Tablachaca (entre Pallasca, Cabana y Santa Rosa), sector de Corongo, La Pampa, Yuracmarca; al sureste el sector de Huallanca.</p>
Moderada	<p>Abarca amplias zonas montañosas en el sector central-occidental de la región, adyacentes a las cordilleras Blanca y Negra en la cuenca del Santa y cuencas medias a altas de la vertiente Pacífica, donde la susceptibilidad a los movimientos en masa es entre media y alta.</p> <p>Las precipitaciones pluviales están entre 100 y 200 mm, y la aceleración sísmica es alta.</p>
Baja	<p>Su distribución se restringe al lado occidental de la región, donde la susceptibilidad varía entre baja, moderada y alta. Geográficamente corresponde a parte de las cuencas medias-inferiores de los ríos de la vertiente Pacífica, extendida de forma longitudinal a la cordillera occidental y las estribaciones bajas. Otros sectores en la región se distribuyen entre Sucre, Huaylas, Catac y Conococha en la cuenca del río Santa. Asimismo terrenos muy llanos distribuidos en la planicie costanera (planicies, terrazas, abanicos y valles inferiores de la costa), con baja a muy baja susceptibilidad (escasos sectores con susceptibilidad media).</p> <p>Un área menor se ubica en el lado suroriental de la región en el valle del río Pushca.</p> <p>Está relacionada a áreas con precipitaciones menores a 100 mm y en donde la aceleración sísmica es alta; sin embargo en algunas áreas las lluvias pueden llegar a valores de 200 mm (sectores de Chasquitambo, Copa, Huanchay).</p>

Cuadro 9.5
Zonación de la peligrosidad en la región Ancash con precipitaciones acumuladas durante el fenómeno de El Niño de 1997-1998

Grado de peligrosidad	Características y distribución
Alta	<p>Áreas de muy alta a alta susceptibilidad, que incluyen amplios sectores del Callejón de Conchucos y el este de la cordillera Blanca, entre Chavin, San Marcos, Huari, Chacas, San Luis, Yauya, San Nicolás, Yanama, Llumpa, Musga, Pomabamba, Sanachgan, Quinuapampa, Parobamba, Sihuas, Quiches. Al norte de la cordillera de Pelagatos destacan Huallanca, Yuracmarca, La Pampa-Tres Cruces, Corongo, Bambas, Santa Rosa, Tauca, Cabana, Pallasca, Conchucos y Pampas. Hacia el lado sur sobresalen las localidades de Huallanca (río Vizcarra), Aquia, Huasta, Chiquián, Paclón, Ticlos, Gorgorillo, Mangas.</p> <p>Los rangos de aceleración sísmica son altos (entre 250 y 300 gals), y las precipitaciones son mayores a 1000 mm (en el sector nororiental las lluvias sobrepasan los 1 400 mm). La peligrosidad de esta zona origina principalmente deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos, huaycos, avalanchas de rocas y hasta aluviones. En algunos sectores son muy frecuentes las reactivaciones de huaycos asociados a erosión de laderas intensas y deslizamientos, como desencadenantes de procesos de reptación o flujos de tierra, lentos y activos.</p> <p>Por sus características litológicas y geomorfológicas, se asocian a esta zona algunas de alta a muy alta susceptibilidad en algunos sectores de las cuencas altas de los ríos de la vertiente Occidental, distribuidas en forma discontinua, donde se producen particularmente huaycos y flujos de lodo, erosión de laderas y también algunos deslizamientos.</p>
Moderada	<p>Abarca una distribución regular en la región, comprendiendo zonas de susceptibilidad moderada a alta. Se distribuyen en gran parte de las cuencas medias y las cabeceras de los ríos Lacramarca, Nepeña, Casma, Huarmey, Culebras, Fortaleza y Chiquián y de los ríos afluentes del Marañón. En la cuenca del río Santa se distribuye en ambas vertientes desde aguas arriba de Catac hasta Yangas, y aguas abajo de la confluencia con el río Tablachaca. En el lado oriental destacan sectores aislados del valle del río Pushca, cabecera del río Pativilca y río Vizcarra.</p> <p>Está relacionada a áreas con precipitaciones entre 600 y 1000 mm, en donde la aceleración sísmica es alta a muy alta; en el sector oriental en áreas de colinas y lomadas las precipitaciones alcanzan valores entre 2 500 y 3 000 mm.</p>
Baja	<p>Su distribución areal se restringe al sector occidental de la región, de baja muy baja susceptibilidad, donde las lluvias son inferiores a 600 mm, existiendo algunos sectores como el caso de la cabecera del río Santa y los sectores de Catac y Olleros en donde las lluvias alcanzan 800 a 1 000 mm. Morfológicamente corresponde a las zonas de planicies costaneras, valles y abanicos inferiores de los ríos de la vertiente Pacífica.</p> <p>Por su naturaleza litológica y morfológica (valles disectados) suelen presentarse principalmente huaycos y flujos de lodo, y algunos derrumbes o deslizamientos.</p>

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO X

VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN Y ZONAS CRÍTICAS

BILBERTO ZAVALA C. & PATRICIO VALDERRAMA M.

GENERALIDADES

La vulnerabilidad se define como la capacidad o grado de exposición de un elemento o área a resistir el impacto de un evento peligroso. Los elementos o lugares expuestos al peligro se consideran tanto desde un contexto social como material (económico), y son: las personas y sus viviendas, sus recursos locales (suelo, tierra y espacios naturales o culturales protegidos), su infraestructura principal (servicios básicos de agua, desagüe, alumbrado), vial (carreteras, puentes), hidroenergética (centrales o minicentrales eléctricas), irrigación (bocatomas, canales) y minera (campamentos, presas de relave, mineraductos, etc.), que pueden ser afectados por la ocurrencia de un peligro potencial.

En la Región Ancash, las áreas consideradas vulnerables están expuestas principalmente a los movimientos en masa tipo flujos y avalanchas de detritos, deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc., en mayor porcentaje. También están sujetas a erosión de laderas que a su vez desencadenan en flujos de detritos o derrumbes, inundaciones y erosión fluvial en los valles de la costa y del río Santa en su cuenca superior, así como algunos sectores en los valles tributarios del río Marañón (Rúpac, Yanamayo, Vizcarra).

Luego del desastre que significó el sismo de 1970 afectando gran parte de la Región Ancash (parte de La Libertad, Lima y Huánuco), incluyendo las ciudades de Huaraz, Casma, Huarmey y Chimbote, y poblaciones asentadas en el Callejón de Huaylas y Conchucos, y más específicamente la población de Yungay y zonas ribereñas del río Santa afectadas por el alud-aluvión, muchas cosas cambiaron en nuestro país, y una de ellas fue la creación del Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI).

Algunos de los cambios relevantes en la región Ancash que estaban relacionados con el control de amenazas asociadas a los desbordes de las lagunas al reducirse el volumen de varias de ellas, fueron la construcción de obras que contrarrestaran los efectos de los aludes de glaciar y posteriores desembalses, así como disponer de un sistema de monitoreo de las mismas. Lamentablemente este monitoreo se ha sido reduciendo notablemente desde que ELECTROPERÚ dejó de financiar dichas actividades en 1996.

Por otro lado, se sabe que en el ámbito regional otras instituciones (específicamente el Programa Nacional de Ciudades Sostenibles de INDECI) han realizado evaluaciones de vulnerabilidad física en las ciudades de Huaraz, Yungay, Caraz, Ranrahirca, Recuay-Ticapampa-Catac, Chimbote y Huarmey. Estos estudios en algunos casos han dado como resultado la aprobación de ordenanzas municipales (Cuadro 10.1), sin embargo estas no muestran avances significativos en la determinación adecuada de las medidas de prevención propuestas, y reflejan la baja sensibilización de la población frente a los desastres.

Esto se ve reflejado en la práctica en el accionar tanto de instituciones locales como de los mismos pobladores, pues se han vuelto a ocupar los lugares de mayor susceptibilidad a los peligros. Son ejemplos de esta falta de conciencia la construcción por organismos gubernamentales de un centro educativo en pleno cauce del aluvión de Yungay,⁵⁶ o algunas obras de electrificación en los cauces de los aluviones y en las quebradas (Ferradas y Portocarrero, 2005); asimismo, contrariamente a las recomendaciones técnicas hechas por los estudios del programa de Ciudades Sostenibles, el área de mayor densidad poblacional y concentración del comercio informal en la ciudad de Huaraz se encuentra en el mismo cauce del río Quilcay, sector principal del cono aluviónico dejado por el aluvión de 1941.

Algunos de los índices de las poblaciones ubicadas en sectores críticos para tres ciudades se muestran en el Cuadro 10.2.

En el presente capítulo se hace un análisis cualitativo sobre la exposición de uno u otro elemento que, por estar ubicado dentro o en el área de influencia de uno o más eventos geodinámicos activos, pueda ser gravemente afectado por algún proceso geodinámico, considerándose además que anteriormente pueda haber sufrido un daño por un evento peligroso (recurrencia o frecuencia).

Se consideraron para esta evaluación los centros poblados, la infraestructura vial (tramos de carreteras, puentes), la infraestructura eléctrica y la hidroenergética.

⁵⁶ Inaugurado 31 de mayo de 1995.

Cuadro 10.1
Localidades estudiadas con el programa ciudades sostenibles

Ciudad	Población	Mapa de peligro	Programa de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres	Aprobación con ordenanza municipal
Chimbote	313 185	Sí	Sí	N° 007-2000-MPS (27/04/2000)
Huarmey	17 060	Sí	Sí	N° 003-2000-MPH (31/03/2000)
Carhuaz	7 227	Sí	Sí	N° 003-2006-MPC (08/02/2006)
Recuay	3 083	Sí	Sí	N° 013-2005-GPR/A. (18/10/2005)
Catac	2 574	Sí	Sí	N° 003-2005-GDC/A (28/03/2005)
Tilcapampa	2 457	Sí	Sí	N° 001-2006-GDT (09/01/2006)
Huaraz	93 268	Sí	Sí	N° 003-2005-GPH (05/01/2005)
Caraz	11 268	Sí	Sí	En gestión
Yungay	5 895	Sí	Sí	
Ranrahirca		Sí	Sí	

Fuente: Programa de Ciudades Sostenibles - I Etapa: Situación de los estudios a agosto del 2005.

Cuadro 10.2
Población de Chimbote, Huarmey y Huaraz en sectores críticos

Ciudad	Población	Población en sectores críticos						% total de la población según sectores críticos
		Alto		Medio		Bajo		
		Población	%	Población	%	Población	%	
Chimbote	313 185	20 670	6,60	31 533	10,07	14 080	4,5	21,16
Huarmey	17 060	3 885	22,77	580	3,40			26,17
Huaraz	93 268	914	0,98	43 661	46,81	78 392	84,05	15,00

Fuente: Programa de Ciudades Sostenibles - Primera Etapa, con Información de población al año 2000.

VULNERABILIDAD

Un gran porcentaje de la población (más del 62%) en la región se encuentra ubicada en áreas consideradas como ciudades. Aquellas costeras como Chimbote, Casma y Huarmey se caracterizan por una base económica que se apoya principalmente en el desarrollo de actividades pesqueras, industriales, agropecuarias y de servicios; otras ciudades como Huaraz, Yungay, Caraz, Carhuaz y Recuay en el Callejón de Huaylas, se ubican longitudinalmente sobre la cuenca del río Santa y están vinculadas a un espacio de vocación agrícola, pecuaria y minera metálica. Un tercer grupo lo conforman los asentamientos urbanos como Chavín, San Marcos, Huari, San Luis, Pomabamba y Sihuas, en el Callejón de Conchucos, que están vinculados a espacios económicos agrícolas, pecuarios y mineros.⁵⁷ Otros poblados como Chiquián y Huallanca están experimentando una expansión importante en las últimas décadas gracias al turismo y la minería respectivamente.

El principal problema de vulnerabilidad urbana es la falta de planificación y ordenamiento del territorio rural (no urbano) como área de expansión urbana (ocupación de áreas susceptibles a peligros), que permita el uso adecuado del suelo y su territorio.

En relación a las provincias con mayor densidad poblacional, Santa ocupa el primer lugar (100,78 hab/km²), seguida de Huaraz (58,46 hab/km²), Carhuaz (57,50 hab/km²) y Yungay (43,49 hab/km²); a continuación siguen Mariscal Luzuriaga, Antonio Raimondi, Carlos F. Fitzcarrald y Pomabamba, con valores por encima de 30 hab/km². Estos valores en términos de ocupación urbana de las ciudades se resumen en el Cuadro 10.3, tomado de las estadísticas de los censos de 1972, 1981 y 1993.

Cuadro 10.3
Crecimiento de la población urbana y rural en Ancash

Población	1981	1993	2005
Área urbana	439 597	548 028	652 193
Área rural	386 802	406 995	387 222

⁵⁷ A raíz del desarrollo de la actividad minera en los últimos años por las actividades de gran minería de las minas Pierina y Antamina, se han generado polos de desarrollo urbano y económico en la región, principalmente en las localidades de Huaraz y San Marcos; y paralelamente se han desarrollado otras actividades en la zona costera (Huarmey).

Las características de la ciudad de Huaraz corresponden a las de un valle interandino, está localizada en el Callejón de Huaylas y limitada por las cordilleras Blanca y Negra. Su principal eje de drenaje es el río Santa que la atraviesa de sur a norte y el río Quilcay que desciende y cruza de este a oeste (Foto 65). La ciudad está constituida por dos distritos: Huaraz e Independencia, que a su vez están integrados por un número indeterminado de barrios. Según se presenta en el Cuadro 10.4, algunos barrios se han subdividido en dos o tres partes. También continúan apareciendo nuevos asentamientos humanos (Foto 66).

Cuadro 10.4
Barrios en la ciudad de Huaraz

Huaraz	Independencia
Huaraz	Centenario
San Francisco	Nicrupampa
Belén	Patay
Huarupampa	Independencia
Pumacayán	Nueva Florida
Raymondi	Shancayan
Rosas Pampa	Quinuacocha
Chalhua	El Milagro
Soledad	Acovichay
Villón	Cascapampa
Pedregal	Palmira
José Olaya	Atusparia
Taclán	Vichay
Bellavista	Chequio
	Cancaryacu
	Llactasa
	Monterrey
	Los Olivos

Fuente: INDECI- PNUMA, 2003.

De acuerdo a los estudios realizados por el programa Ciudades Sostenibles en la ciudad de Huaraz (INDECI, 2003), las primeras viviendas se caracterizaban por tener plantas circulares; estas fueron derrumbadas y se construyeron casas cuadrículadas, con manzanas rectangulares y calles derechas, muy angostas. La cuadrícula se origina a raíz de su fundación el 20 de enero de 1572 como una reducción hispano-indígena, con el nombre de Pampa Huaraz de San Sebastián. Los ayllus impusieron como condición la separación en *ichoq* y *allauca*, y por ello se tuvo que abrir una calle que partía en dos a la población y así la plaza de Huaraz tuvo diez calles de entrada. En 1700 se inició la construcción del hospital, cuya capilla fue destruida por el terremoto de 1725, y resultaron afectados también los templos de la ciudad con el desplome de sus torres y techos, y la caída de paredes.

A partir de 1930, Huaraz empezó a extenderse por el norte, mas allá del río Quilcay, y se construyó la gran alameda Raymondi,

guarnecida por cipreses. El 13 de diciembre de 1941 ocurrió un aluvión que destruyó una parte moderna de la ciudad, la zona correspondiente al río Quilcay, y se registraron 5 000 muertos y daños incalculables. A raíz de este evento, la población afectada del lado norte se desplazó a lo que hoy es Independencia.

Después del sismo de 1970, de la antigua ciudad de Huaraz con grandes casonas de adobe y techo de tejas, con calles estrechas, solo queda el jirón José Olaya.

El sismo destruyó el 95% de la ciudad, quedando solo el cuadrilátero de la Plaza de Armas. Los escasos monumentos coloniales de desplomaron y desapareció casi toda la arquitectura tradicional. Así, el plano de Huaraz, que no mostraba variaciones desde el siglo XVIII, cambió al desaparecer la clásica división del casco urbano en cuatro barrios: el Cercado (La Soledad), San Francisco (Espíritu Santo), Belén y Huarupampa. Para la reconstrucción se tuvo que derrumbar todas las construcciones que habían quedado en pie.

Huaraz resurgió con una ciudad moderna, con calles y avenidas relativamente amplias, veredas anchas, bermas centrales y jardines. No existe más la arquitectura colonial, y las construcciones se han modernizado dentro del estilo serrano con techos de tejas, inclinados y regionalistas.

A raíz del terremoto de 1970, la zona de Independencia cobró gran importancia pues hacia ella se desplazó la población afectada del Cercado de Huaraz, constituyéndose en el centro motor de la ciudad, con gran dinamismo económico y social al asentarse allí las principales instituciones y los establecimientos comerciales, financieros y de servicios. En esta época surgen Nicrupampa y Cascapampa. Pero al reconstruirse la parte antigua de la ciudad, esta se convirtió en zona receptora de la población migrante, principalmente de zonas más pobres como Conchucos. Así, la ciudad actual de Huaraz corresponde a un planeamiento urbano moderno, tipo damero, que ha crecido en forma desordenada. Su rápido proceso de urbanización no ha favorecido la distribución espacial de la población. Los asentamientos Villón Bajo, Bellavista, Nueva Florida, Shancayan, Patay, Los Olivos, Vista Alegre, Rosas Pampa y Taclan, no son el resultado de un planeamiento urbano.

La ciudad se ha desarrollado longitudinalmente, de sur a norte, siguiendo la forma de cuadrícula, con excepción de las zonas oeste y este, por la topografía. Presenta un trazo urbano desordenado, con manzanas de forma irregular, especialmente en la periferia y como aluviónico. En este parte se observan más asentamientos espontáneos, ubicados sin haber seguido alguna orientación técnica legal o el trámite de habilitación urbana correspondiente.



Foto 65 Vista hacia el este que muestra una panorámica del crecimiento de la ciudad de Huaraz como urbe en la margen derecha del río Santa. Al fondo se distingue parte de la cordillera Blanca.



Foto 66 Dos vistas de reciente ocupación de asentamientos humanos en áreas susceptibles a peligros, tanto a nivel de cauce (foto izquierda), como de laderas (foto derecha).

La ciudad no refleja una zonificación definida, observándose una mezcla de funciones con predominio del uso residencial. Tanto en el nivel socioeconómico como físico, la influencia de los migrantes que llegaron luego del sismo de 1970 fue muy fuerte pues al traer sus propias costumbres crearon un movimiento transcultural. Este mismo fenómeno se repite cuando comienza la explotación de la mina Pierina. El estudio de Ciudades Sostenibles concluye que la ciudad de Huaraz responde a una configuración urbana, mezcla de una ciudad tipo damero en el casco central, con una ciudad no consolidada de manzaneo y lotización irregular; con zonas desordenadas en la periferia y en el cono aluviónico, originadas por asentamientos clandestinos; e influenciada por la cultura de los migrantes, sus condiciones socioeconómicas y las características geomorfológicas del lugar. Aunque predomina el uso residencial, se percibe un desarrollo residencial paralelo al comercial, sin una jerarquización en su infraestructura vial que ordene el sistema de transporte en la ciudad.

La dinámica poblacional de Huaraz refleja los procesos de inmigración, emigración y urbanización que se sucedieron en los últimos 36 años, después del sismo de 1970 que motivó a la mayoría de los antiguos moradores de la ciudad a migrar a Lima o a otras ciudades. Años después migró hacia ella una gran cantidad de personas de origen predominantemente rural y también empleados, para trabajar en la reconstrucción, aunque también se dedicaron al turismo, y más recientemente a las actividades mineras y de servicios. Este variación se presenta en el Cuadro 10.5 para el periodo 1961-2005.

Cuadro 10.5
Poblacion de la ciudad de Huaraz (1961-2005)

AÑO	1961	1972	1981	1993	2002	2005
Población	20 345	31 382	44 883	66 888	93 268	161 005

En busca de reducir la vulnerabilidad se ha construido una serie de obras de prevención o mitigación (muros de concreto y enrocados, gaviones o sistemas artesanales, etc.), principalmente para proteger las redes viales, así como estructuras de contención en algunas poblaciones y áreas agrícolas ubicadas en áreas susceptibles a inundaciones y erosión fluvial, huaycos y deslizamientos (en los taludes de carreteras). Estas obras se incluyen en los cuadros preparados para la evaluación de cada provincia.

Otros de los parámetros que sirve para el análisis de vulnerabilidad son los índices sociales, es decir: la pobreza y el analfabetismo, los

cuales han sido tratados en las secciones 2.1.4, 2.1.5 y 2.1.6 (Cuadros 2.5, 2.6 y 2.7).

ZONAS CRÍTICAS

Con las consideraciones arriba expuestas, y tomando como información principal la evaluación de campo realizada tanto en las obras de infraestructura, los centros poblados y las zonas críticas, validándose además su ubicación en los mapas de peligrosidad frente a los movimientos en masa (Mapas 16 y 17), se ha determinado un total de 120 zonas críticas⁵⁸ según sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociadas.

La identificación y descripción de las «zonas críticas» se llevó a cabo mediante la determinación de peligros potenciales individuales y/o el análisis de densidad de ocurrencias de peligros potenciales en un área, donde se exponen áreas con infraestructura, población, etc., vulnerables.

En estas zonas críticas se resaltan las áreas o lugares que luego del análisis de los peligros geológicos identificados y de la vulnerabilidad a la que están expuestos (infraestructura y centros poblados) por estos peligros, se consideran con peligro potencial de generar desastres y que necesitan obras de prevención y/o mitigación.

Los cuadros que se presentan (Cuadros 10.6 al 10.17) resumen las zonas críticas identificadas durante los trabajos de campo para cada provincia, en los que se señala:

- Principales sectores encontrados o áreas críticas, donde se indica el paraje, lugar o distrito, así como un código de inventario.
- Se describe el o los peligros geológicos de movimientos en masa identificados y/o el escenario de riesgo probable; además se incluye un breve comentario geodinámico sobre el área involucrada.
- La vulnerabilidad y/o los daños ocasionados a los centros poblados (viviendas) y la infraestructura (carreteras, etc.), o probables como riesgos futuros.
- Recomendaciones y observaciones para cada sector identificado y evaluado; en algunos casos con medidas adoptadas que es necesario ampliar o mejorar.
- Se incluyen algunas fotografías, como ejemplos que ilustran las zonas críticas identificadas.

⁵⁸ Algunas de las zonas indicadas están referidas en el estudio geodinámico efectuado en los taludes y laderas que comprometen tramos de la carretera Pativilca-Conococha y Conococha-Antamina (Zavala, 2007).

Cuadro 10.6
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Antonio Raymondi

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Aczo (Aczo) 1	Deslizamiento rotacional con 250 m de longitud; asentamientos y agrietamientos.	Compromete viviendas y áreas de cultivo.	Reforestación de laderas. Drenajes superficiales.
Chocchi (Aczo) 2	Deslizamiento y replación activos. Escarpas sucesivas de forma irregular; agrietamientos en las márgenes de la quebrada Chambera.	Viviendas destruidas; tramo de carretera.	Reforestación de laderas, en las cabeceras y fondo de cárcavas. Drenajes superficiales.
Pariacancha (Uco) 3	Deslizamiento activo y cárcavas en la cara libre con pequeños derrumbes.	Afecta cultivos, tubería de agua.	
Cerro San Cristóbal (Pauca) 4	Escarpas sucesivas de deslizamiento reactivado; cárcavas (Foto 67).	Afecta carretera y terrenos de cultivo en la margen derecha del río Pushca.	
Quebrada Chingoragra (Pauca) 5	Huayco y erosión fluvial; derrumbes en las márgenes de las cárcavas.	Erosión en estribos del puente, carretera a Huacaybamba.	Defensas con enrocados o gaviones aguas arriba de puente y en los estribos; control de erosión de cárcavas.
Quebrada Uchupata (Aczo) 6	La cárcava-flujo nace en Uchupata debido a las fuertes lluvias, y discurre por la cárcava. Derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes que le aportan material.	Afecta terrenos de cultivo (Foto 68).	Control de erosión de cárcavas con reforestación. Drenajes para aguas pluviales.
Quebrada Shimucuy/ Aguas Abajo del Puente (Aczo) 7	Erosión fluvial en la margen derecha de la quebrada Shimucuy (500 m), con lluvias fuertes crece el nivel de agua y erosiona la margen derecha. Aguas abajo puede inundar chacras. Si la erosión continúa puede afectar la carretera.	Afectaría la carretera y el puente que conduce a Llamellín.	Construcción de defensas ribereñas.
Quebrada Uchupata/ Barrio Santa Rosa (Aczo) 8	Deslizamiento de gran dimensión de 800 m de longitud; salto de 15 m. Presenta replaciones, filtraciones, asentamientos. Es un deslizamiento antiguo que se reactiva en la parte inferior por sectores.	Afectó a viviendas ahora abandonadas. Afecta la carretera a Llamellín y terrenos de cultivo.	Reforestación de laderas y canales de coronación (drenajes).
Quitapampa/ Cerro Chonta (Llamellín) 9	Caída de rocas con sismos y lluvias intensas; pueden caer bloques hasta de 4 m de diámetro. Talud rocoso fracturado con roturas en cuña y planar; área de 500 x 200 m.	Puede afectar casas en Quitapampa y Coto, así como la carretera Llamellín-Chaccho-Mirgas y terrenos de cultivos.	Desquinche de bloques inestables. Fijación de estos bloques.
Quengua (San Juan de Rontoy) 10	Bloques inestables al borde de la carretera.	Afecta tramo de carretera 500 m.	Desquinche de material inestable.



Foto 67 Deslizamiento rotacional y cárcavas en el sector del cerro San Cristóbal.



Foto 68 Erosión en cárcavas en la quebrada Uchupata con afectación de terrenos de cultivo.

Cuadro 10.7
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincias de Asunción y Bolognesi

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Asunción			
Pompey, quebrada Potaca y (Chacas) 11	Deslizamiento: deslizamiento anterior represó el valle de la quebrada Vesubio y afectó parte del poblado aguas abajo. En las quebradas Potaca y Coyo probables derrumbes o flujos de detritos en la quebrada Coyo (Foto 70).	Tramo de 500 m de camino rural. Puede haber viviendas afectadas: 15-20 y tramo de la carretera a Chacas.	Reforestar la ladera: limpieza de cauce de quebrada.
Pompey (Chacas)	Deslizamiento: represó el valle de la quebrada Vesubio y afectó parte del poblado aguas abajo.	Camino rural: 500 m.	
Nevado Yanaraju (Chacas) 12	Laguna glaciar: agrietamientos en el glaciar con retroceso avanzado; glaciar colgado con fuerte pendiente (Foto 69). Peligro de avalancha y flujo de detritos.	Puede afectar 1 km de carretera a Chacas.	Limpieza en el cauce de las quebradas
Provincia de Bolognesi			
Valle del río Vizcarra entre Huallanca y mina Huanzalá (Huallanca) 13	Flujos de detritos, derrumbes y caída de rocas; avalancha de rocas. Se registraron depósitos de grandes avalanchas de roca que represaron el valle en varios tramos (Fotos 71 y 72).	Afecta varios tramos de la carretera entre Huallanca y Huanzalá.	Mantenimiento de taludes de corte; drenajes; forestación de laderas.
Calannioc (Huallanca) 14	Reptación avanzada en un gran sector, erosión de laderas, deslizamientos y derrumbes cara libre a carretera, en el valle del río Andachupa.	Afecta áreas de pastizales y cultivos, varios tramos de carretera.	Reforestación de laderas. Drenajes en los taludes superiores de carretera de acceso a cantera de caliza de propiedad de Antamina.
Km 99 al 102 (Quitap, Mayorarca, puente Mellizos (Cajacay) 15	Derrumbes y caída de rocas en los taludes de corte y laderas en presencia de fuertes lluvias y sismos (Foto 76).	Afecta por sectores tramo de la carretera Lima-Huaraz	Ampliar forestación de laderas; zanjias de coronación; desquanche de bloques inestables y colocación de mallas de protección.
Quebrada Huarachupa (Ticillos) 16	Derrumbes y cárcavas en ambas márgenes de la quebrada. Afecta la roca volcánica y material residual. Debido a esto con lluvias fuertes se produce huayco en la quebrada.	Afectó tramos de carretera antigua, interrumpió la carretera y aisló a pueblos de Ticillos y Corpanqui. Un huayco puede afectar carretera a Ticillos y puente de palo. Las cárcavas y derrumbes aportan material a la quebrada y afectan pastos.	Forestación de laderas intensiva en cabecera de cárcavas. Control de cárcavas con diques escalonados.
Km 95+600 al 96+250, Carretera Pativilca-Conococha (Cajacay) 17	Derrumbes con lluvias y sismos.	Tramo de carretera Pativilca-Huaraz.	Mallas de protección con anclajes, para caída de detritos por sectores.

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Huaquish (Chasquitambo) 18	Flujo de detritos, erosión fluvial y vuelco.		Limpieza de quebrada; enrocados o gaviones; desquinche de bloques inestables.
Cerro Berraco (Chasquitambo) 19	Caída de rocas y derrumbes con sismos.		Desquinche en taludes con bloques inestables; muros de contención.
Km 15+400 al 18+000 carretera Conococha-Antamina (Aquia) 20	Derrumbes, caída de rocas y deslizamientos (reactivado).		Se están efectuando drenajes, banqueteo de taludes y desquinche de bloques; mallas de protección para caída de detritos en los taludes.
Km 18+520 al 20+460 Conococha-Antamina (Aquia) 21	Caída de rocas, derrumbes; deslizamiento antiguo (Villanueva).		Mallas de protección y drenajes para aguas pluviales; desquinche de bloques.
Km 22+200 al 26+000 (Aquia) 22	Derrumbes y caída de rocas; involucra rocas y suelos.		Se ha banquetado algunos tramos, colocado muros de piedra en el pie de taludes y drenajes; necesita colocar mallas de protección anclados.
Km 27 +500 al 28+800 Conococha-Antamina (Aquia) 23	Deslizamiento antiguo reactivado. Derrumbes.	Afecta por sectores tramo de carretera Conococha-Antamina y Conococha-Huallanca-La Unión (Foto 75).	Se ha banquetado talud, construido drenajes y muros de contención; necesita reforestar el área y más drenajes.
Uranyacu (Aquia) 24	Deslizamiento rotacional reactivado en talud inferior (Foto 73).		Reforestación de ladera; drenajes.
Cerros Cresta de Gallo e Iscatana (km 31+600 al 38+000 (Aquia) 25	Caída de rocas, avalancha de detritos y flujo de detritos.		Existen muros de contención, banqueteo de taludes. Levantar la altura de muros; combinar con reforestación y en algunos casos mallas de protección en materiales dérmicos.
Nevado Burro (km 46+120 al 47+500: (Aquia) 26	Avalancha de detritos y flujos de detritos.		Se ha construido badenes para paso de flujos.
Km 53+700 al 60+500 (Aquia) 27	Caída de rocas, derrumbes, vuelcos y movimientos complejos; eventos periódicos.		Desquinche de material inestable; mallas ancladas de protección.

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Km 68+680 al desvío a Huanzalá (Aquia) 28	Derrumbes, caída de rocas, deslizamientos y reptación de suelos.		Se ha banqueteado los taludes en algunos casos; necesita drenajes pluviales en sector de cerros Pasco y Shushy.
Gorgorillo - quebrada Jelle Ragra, Primavera (Gorgorillo) 29	Deslizamiento en el flanco derecho de poblado de Gorgor, se observan grietas y material suelto en la cara del deslizamiento. Este deslizamiento se presenta por sectores.	Afecta terrenos de cultivo y pastizales. La cárcava afecta al poblado.	Control de erosión en cárcavas con forestación intensiva. Drenajes para aguas pluviales.
Huashqui (Ticlllos) 30	Deslizamiento en la margen derecha de la quebrada Yanayaco. Grietas que miden aproximadamente 70 cm de ancho. Involucra roca y material coluvio deluvial. Deslizamiento antiguo reactivándose por sectores	Afecta terrenos de cultivo. Podría represar la quebrada y afectar aguas abajo poblado de Llacla.	
Carretera a Llamac Km 7+180 (Paclón) 31	Deslizamiento en la margen izquierda del río Llamac. Grietas en la carretera y en el talud de corte hasta de 20 cm de ancho aproximadamente. Se observa abundantes filtraciones. Aguas arriba del deslizamiento hay una quebrada que aporta el agua para las filtraciones.	Afecta tramo de carretera a Llamac en tres desarrollos.	Control de aguas pluviales y filtraciones; drenajes o zanjias de coronación.
Cuspón (Chiquián) 32	Deslizamiento antiguo que se está reactivando en las laderas del cerro donde se ubica Cuspón. Grietas de grandes dimensiones; derrumbes. Saltos en la parte superior hasta de 1 m aproximadamente. Zona resaca.	Está en peligro el pueblo de Cuspón. Afecta terrenos de cultivo.	Se recomienda reubicación del poblado.
Anexo Carcas (Chiquián) 33	Flujos en la quebrada Ragrachocha. Derrumbes y deslizamientos en la cuenca media y alta de la quebrada. El pueblo se encuentra rodeado por dos quebradas en una terraza aluvial proluvial. La quebrada de la margen izquierda del pueblo podría también cargar y traer huaycos.	El huayco baja por la quebrada afectando al poblado de Carcas. Se llevó viviendas y terrenos de cultivo, perjudicó planta eléctrica, podría malograr la carretera Chiquián-Aquia.	Reforestar y poner protección en la margen derecha de la quebrada Ragrachocha aguas arriba del poblado.
Quebrada Cochay / Cerro Condortanan (Paclón) 34	Material proluvial en el cauce de quebrada Cochay. Bloques hasta de 5 m de diámetro. Aguas arriba de la quebrada en la margen derecha hay derrumbes en la cabecera.	Con lluvias excepcionales puede destruir parte del pueblo de Llamac, terrenos de cultivo, carretera de acceso.	Evitar arrojar basura en el cauce, limpiar el cauce. Prohibir crecimiento del poblado y evaluar reubicación de parte del pueblo.
Llacla / Río Llacla (Llacla) 35	Material proluvial en el cauce de las quebradas Yaroc y Yanayaca. En la cuenca media y alta se observan deslizamientos, derrumbes, cárcavas y flujos. Se observa también erosión fluvial del río Pativilca.	Afectó en 1997-1998 viviendas del pueblo y terrenos del cultivo. El huayco es periódico. Se llevó la carretera a Cahua, 3 puentes, canales y caminos.	Se han colocado defensas de material acumulado. Hacer defensas con enrocados.
Racrachaca (Aquia) 36	Flujo reciente tras una lluvia intensa; material de cascajo y lodo en la margen derecha del río Pativilca.	Afectó 50 viviendas, canal de derivación de agua a central hidroeléctrica.	Limpieza y canalización de quebrada aguas arriba de pueblo. Forestación de laderas.
Aquia / Callao (Aquia) 37	Erosión de la margen izquierda del río Pativilca. Afecta el pueblo de Aquia. Hubo inundación del sector Collao en el año 2000.	Si se reactivara podría afectar tramo de carretera Chiquián Aquia-Huánuco. La inundación afectó viviendas y terrenos de cultivo.	Defensas ribereñas con enrocados o gaviones.



Foto 69 Vista de agrietamientos en el nevado Yanarrajú que pueden generar avalanchas de hielo.



Foto 70 A Material de flujo de detritos en la quebrada Potaca que afectó tramo de carretera Carhuás - Chacas.



Foto 70 B Escarpa de deslizamiento en el sector de Pompey, quebrada Vesubió, generada en 1975.



Foto 71 Huayco en la quebrada Yuracpuquio y derrumbes en el cerro Santa Cruz que afectan tramo de la carretera Huallanca-mina Huanzaíá.



Foto 72A Tramo de la carretera mina Huanzalá - Huallanca. Deslizamiento traslacional y derrumbes en la zona.



Foto 72B Valle del río Vizcarra, vista aguas abajo. Taludes y laderas susceptibles a deslizamientos, caída de rocas y derrumbes que afectan vía hacia Huallanca y La Unión.

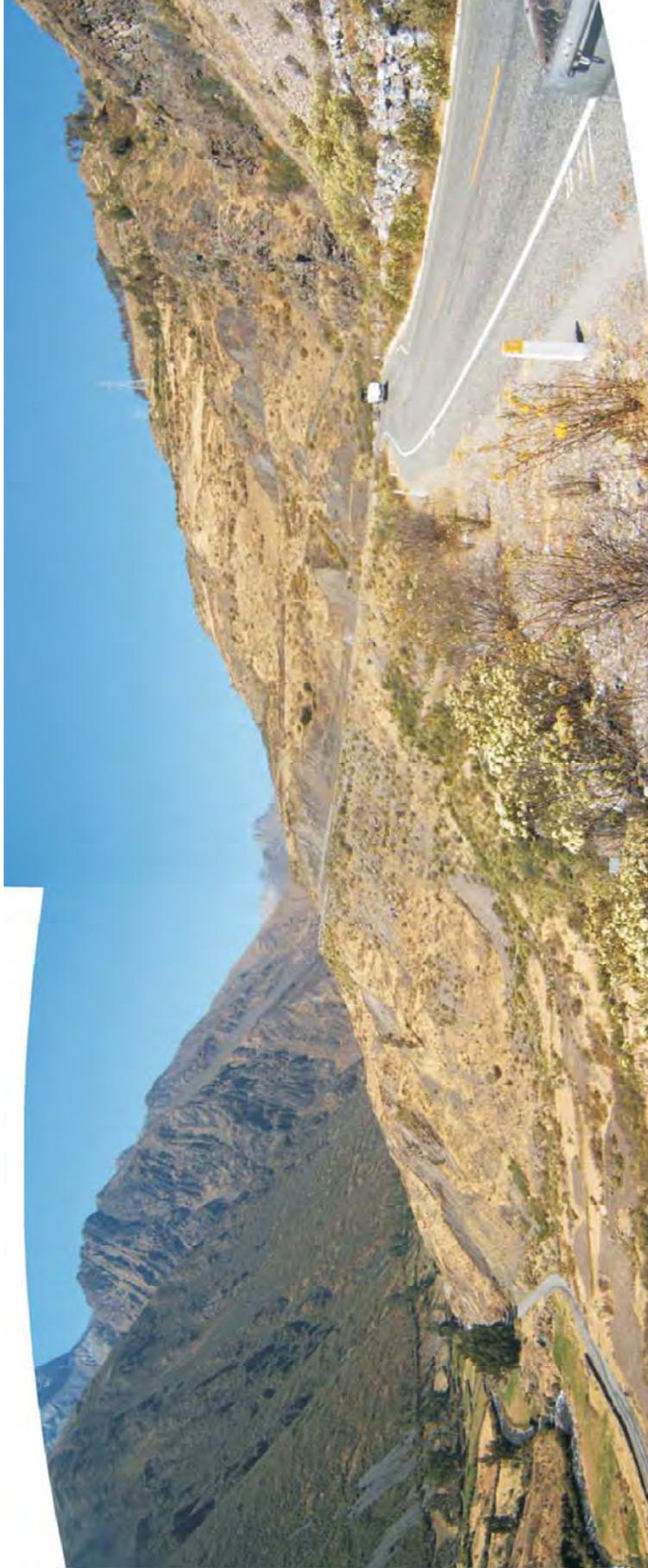


Foto 73 Deslizamiento de Uranyacu, zona crítica por reactivación de deslizamiento en talud inferior.



Foto 74 Sector de la laguna Canrash (carretera Conococho-Antamina) afectada por vuelco, derrumbes y caída de rocas.



Foto 75A Carretera Conococha -Antamina, se aprecia caídas de rocas y derrumbes que podrían comprometer la capa asfáltica.



Foto 75B Km 15a18(Conococha-Antamina), cerca de Aquia, zona crítica por derrumbes y caída de rocas.



Foto 76 A Grandes derrumbes en al carretera Pativilca - Conococha (Mayorarca) que en cada temporada de lluvias (diciembre - marzo) sufren reactivaciones e interrumpen temporalmente la vía.



Foto 76 B Sector de Mayorarca cerca de puente Mellizos (carretera Pativilca-Conococha), zona crítica por derrumbes.

Cuadro 10.8
Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la provincia de Carlos F. Fitzcarrald

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Yauya-Huarijirca (Quebrada Maribamba) (Yauya) 38	Deslizamiento traslacional activo y de recurrencia periódica. Escarpas sucesivas, de forma irregular, superficie plana, presenta salto principal con 35-40 m, asentamientos, desviación de cauce.	Afecta severamente cultivos y pastizales. Tramo de carretera entre Yauya y San Nicolás (Foto 79).	Reforestar la zona. Drenajes en el sector de Huarijirca.
San Luis-Garash-Uchuyacu-Capuli (San Luis) 39	Deslizamientos; asentamientos en la plataforma de carretera; reptación de suelos y movimientos complejos (Foto 80).	Afecta periódicamente varios tramos de carretera entre San Luis y Piscobamba, San Luis Garash; terrenos de cultivo; agrietamientos en la Plaza de Armas.	Drenajes en la parte superior del poblado; forestación de laderas. Monitoreo del deslizamiento complejo.
Colcabamba y Jarahuarani (Piña) (Acochaca-San Luis) 40	Deslizamientos activos; reactivación por sectores en taludes superior e inferior de carretera; erosión fluvial en el valle; sector Acochada (Foto 77).	Tramo de carretera (600-800 m), viviendas rurales afectadas (3-5), 8 a 9 postes de luz, puente y tramo de carretera en el sector de Acochaca.	Reforestar las laderas; defensas ribereñas.
Cruzjirca (San Nicolás) 41	Deslizamiento traslacional que generó una avalancha de rocas. Caída de rocas con sismo; asentamiento de carretera (Foto 78).	Reactivación compromete tramo de 400 m entre Yauya y San Nicolás.	Reforestación del área con plantas y árboles nativos. Control o monitoreo del deslizamiento.
María Huaita (San Luis) 42	Erosión de laderas, huaycos; derrumbes y deslizamientos cara libre a cárcavas.	Afecta áreas de cultivos.	Reforestación de laderas.
Sector Chicabamba- Liacma, río Yurma (Mallma) 43	Deslizamientos y deslizamiento-flujos; derrumbes en los cortes de carretera; erosión de laderas. Avalanchas de rocas y detritos que represaron el valle del río Yurma.	Compromete varios tramos de la carretera entre Yanama y puente desvío a Piscobamba y San Luis.	Reforestación de laderas; badenes para paso de flujos. Drenajes o sistemas de cunetas de coronación para aguas pluviales.
Tocopampa (Yauya) 44	Escarpas sucesivas, de forma semicircular, presenta salto principal con 15-30 m y el secundario de 15-20 m.	Afecta 300 m de carretera.	Reforestación intensiva de laderas en escarpa y depósito. Canales de derivación de aguas de lluvia y filtraciones. Monitoreo del deslizamiento.



Foto 77 Sector Colcabamba, tramo de carretera entre Chacas y San Luis afectado por deslizamientos. Afectación de terrenos de cultivo.



Foto 78 Avalancha de rocas en el sector entre Yauya y San Nicolás. Su reactivación con sismo compromete un tramo de carretera.



Foto 79 Deslizamiento de Yauya, activo con avance retrogresivo afectando terrenos de cultivo y con aporte de material de remoción a la quebrada para generar flujos o huaycos.



Foto 80 Vista de la localidad de San Luis ubicada en el cuerpo de un antiguo deslizamiento; ocurren movimientos lentos en el periodo de lluvias que afectan la carretera y el pie del valle, parte del poblado y el sector superior.

Cuadro 10.9
Zonas críticas por peligros geológicos en las provincia de Casma y Corongo

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Casma			
Cerro Tomequete (Yaután) 45	Flujos de detritos, por las quebradas afluentes del río Grande, que se generan en caso de lluvias excepcionales como en un Fenómeno de El Niño.	Daños a la pista asfaltada Yaután, puente Carrizales, Casma, y algunos terrenos de cultivo en el valle del río Grande.	Limpieza de cauce en las quebradas de la zona, así como el monitoreo de las zonas problemáticas.
Buena Vista (Casma) 46	Flujo de detritos antiguo, con algunos pequeños depósitos de flujos más modernos, estos se generan en épocas de lluvias extraordinarias	Poblado de Buena Vista se encuentra sobre estos depósitos, y gran flujo afectaría a todo el poblado.	Limpieza del cauce del río Sechin, y construcción de gaviones en la zona ribereña de los poblados.
Comandante Noel, Playa Tortugas (Casma) 47	Depósitos de arena, localizados 200 m encima de las casas del flanco sur de la bahía Tortugas (Foto 81).	El movimiento sísmico afectaría varias casas recientemente construidas en la bahía.	Muros de contención para avance de arenas.
Provincia de Corongo			
La Pampa, Tres Cruces (La Pampa) 48	Grandes deslizamientos en dos flancos del cerro Tres Cruces, caída y avalanchas a lo largo de la quebrada Corongullo, con múltiples escarpas que generan grandes flujos. Asentamientos en la carretera (Fotos 83, 84 y 85).	Dstrucción de carretera Yuramarca – Tres Cruces; terrenos de cultivo muy afectados. Afectación de variante actual de carretera a Sihuas. Algunas viviendas rurales en peligro.	Monitoreo permanente de los deslizamientos y los flujos en las partes bajas de las quebradas
San Isidro (Aco) 49	Zona afectada por caída de rocas, producto del fracturamiento en la roca, y un corte hecho al pie de la carretera.	Afecta la carretera que une las localidades de Aco y Cuzca con la capital provincial Corongo.	Se debe realizar trabajos de desquinchado y reforestación de laderas.
Cerro Shustie (Aco) 50	Derrumbe con flujo, producido aparentemente por un movimiento sísmico.	Afectó seriamente 100 m del camino de herradura que une con los poblados localizados en las partes altas del cerro Shustie.	Limpieza del material acumulado por el derrumbe.
Allaucán (Corongo) 51	Zona de deslizamiento, flujos y cárcavas activas, producto del material de remoción susceptible a la erosión de aguas superficiales y de infiltración.	Afecta 100 m de la carretera Corongo.Yupán; terrenos de cultivo están siendo erosionados constantemente, especialmente en épocas de lluvias.	Reforestación de las zonas altas donde se generan los flujos, control del agua de escorrentía para evitar la erosión superficial.



Foto81 Viviendas en playa Tortugas que se verían afectadas por un flujo de arenas.



Foto82 Poblado ubicado sobre depósitos de flujos antiguos.

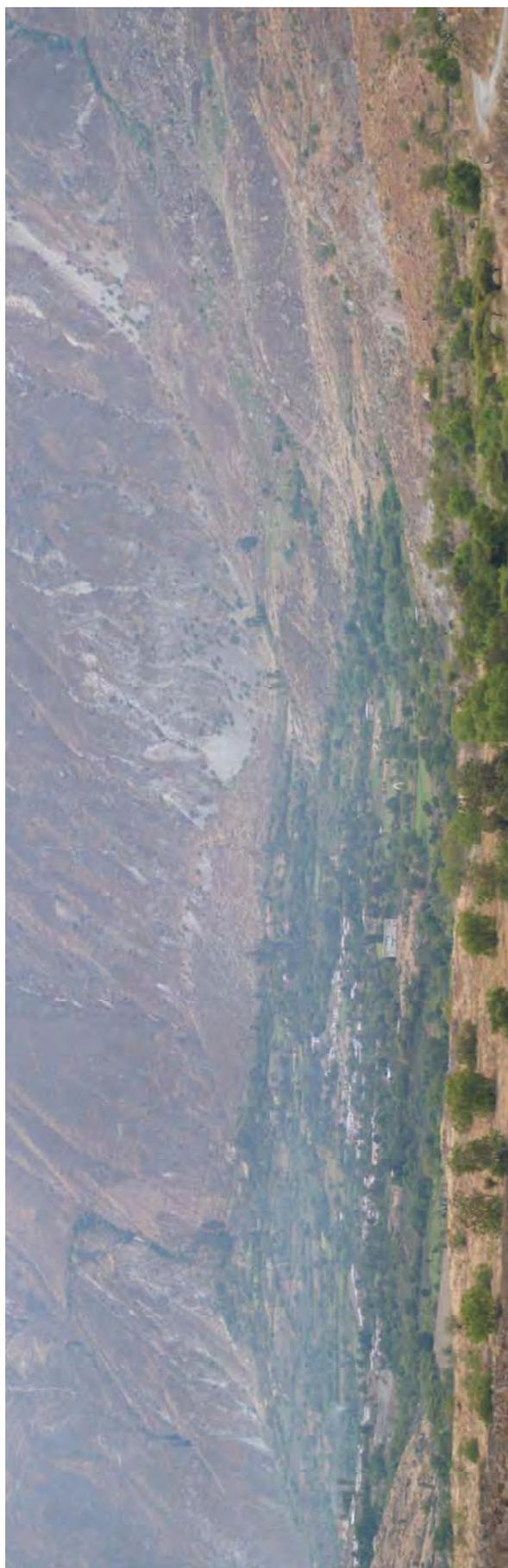


Foto 83 Sector de La Pampa afectado por avalanchas de rocas y flujos antiguos sobre los cuales se encuentra emplazado.



Foto 84 Zona de Tres Cruces afectada por una serie de deslizamientos en ambos flancos.



Foto 85 A Antigua carretera Yuracmarca - Sihuas abandonadas por haber sido destruida por el deslizamiento de Tres Cruces - La Pampa.



Foto 85 B Vista al detalle de las escarpas de compresión del deslizamiento de Tres Cruces en el sector de La Pampa.

Cuadro 10.10
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huaylas

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Santa Catalina (Pueblo Libre) 52	Área susceptible a huaycos o flujos de detritos. Escarpas en la parte alta de la quebrada Pueblo Libre generan erosión de las laderas, que en la parte baja de la quebrada se convierten en flujos de detritos.	Todos los años en épocas de lluvias se producen huaycos que afectan una trocha que comunica un cuartel militar con Pueblo Libre.	Realizar encauzamiento de la quebrada, evitar toda construcción de viviendas cerca del cauce de la quebrada y de ser posible reubicar las oficinas militares al otro lado de la quebrada, en el pueblo de Pueblo Libre.
Marca (Pueblo Libre) 53	Zona de deslizamientos activos, tanto traslacionales como rotacionales; litología compuesta mayormente por carbón y pizarras muy susceptibles.	En julio de 2006, un gran deslizamiento destruyó aproximadamente 500 m de carretera, dejando aislado el pueblo de Charahua. No se reportaron víctimas del evento.	Obras de estabilización y prevención, principalmente en las zonas ya afectadas anteriormente, como Marca y sus poblados aledaños.
Santa Cruz, Represa 02, Duke Energy (Huallanca) 54	Zona sujeta a deslizamiento y caída de rocas, esto debido a que el material en el substrato es muy inestable y sensible a la erosión pluvial.	Afecta la Represa 2 de Duke Energy, aunque está parcialmente estabilizado se ven zonas donde hay reactivación.	Mejorar las obras de estabilización con una adecuada reforestación.
Cañón del Pato, carretera Caraz- Huallanca (Huallanca) 55	Todo el tramo de la carretera del Cañón del Pato se ve afectado por caída de rocas y derrumbes, esto debido a la naturaleza de la roca presente en la zona y la erosión fluvial de río Santa (Foto 87).	Grandes daños a la carretera Caraz- Huallanca, en tramos aislados como en los túneles, generando accidentes de tránsito con pérdidas de vidas por caídas de rocas; agrietamientos en la carpeta asfáltica.	Desquinche de bloques inestables en los taludes de corte.
Yuracmarca, (Huallanca) 56	Caída de rocas y depósitos coluviales, generados por el intenso fracturamiento en las rocas.	Puede afectar tres torres de alta tensión que se encuentran muy cerca del precipicio, perjudicando a todas los poblados y ciudades que se quedarían sin fluido eléctrico.	Reubicación de las torres de alta tensión a una zona más estable o lejana del precipicio.
Cerro Yanacoto (Huallanca) 57	Gran cantidad de grietas y erosión, que dadas las condiciones adecuadas, como un sismo o lluvias intensas, podrían desencadenar un gran deslizamiento, que sería casi la mitad del cerro Yanacoto (Foto 86).	De ocurrir este deslizamiento, se verían seriamente afectados el campamento de la empresa Duke Energy que se encuentra aguas abajo, y el poblado de Huallanca.	Reforestación de la zona, así como un monitoreo para conocer la evolución del deslizamiento y tomar las medidas correctivas. Control de aguas pluviales con drenajes.
Portachuelo (Huallanca), 58	Caídas de rocas y avalanchas de rocas, producto de la intercalación de roca con material de alta composición de carbón, ayudado por la pendiente de la zona.	Afecta 200 m de la carretera Huallanca-Chimbote, produciendo caídas principalmente en las épocas de fuertes precipitaciones pluviales.	Construcción de gaviones y muros de contención al borde de la carretera (Foto 88).
Cerro Patiactalqui (Huata) 59	Cárcavas muy desarrolladas generan flujos en época de lluvias	Puede afectar a la población.	Forestación de laderas, combinados con diques escalonados en las cárcavas.



Foto86 Sector de la Represa de Duke Energy, afectada por un deslizamiento activo. Se distinguen las obras de estabilización.



Foto87 Tramo de la carretera Caraz-Huallanca en el Cañón Pato, afectado por caídas de rocas y deslizamientos.



Foto 88 Tramo de la carretera Huallanca-Chuquicara afectado por caída de rocas y flujos de detritos.

Cuadro 10.11
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huaraz

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Entre Ampu y Toma (Cathuaz) 60	Área susceptible a inundación provocada por el río Santa en época de fuertes lluvias, principalmente entre los meses de enero a marzo. Existe restos de la última inundación, ocurrida posiblemente en febrero del 2006.	Podría afectar terrenos de cultivo y algunas viviendas, ya que la superficie erosionada por la inundación fue de 800 m aproximadamente (Foto 18).	Mejorar el sistema de contención ya que la cantidad de material acumulado en el cauce no es suficiente; colocar muros de contención en cada meandro del río Santa en la zona.
Ticapampa (Independencia) 61	Erosión fluvial del río Santa, con inundaciones en las épocas de fuertes lluvias y avenidas.	La erosión del río Santa afecta las bases del puente Santo Domingo, mientras que la comunidad de Ticapampa fue inundada en el año 1998, durante el Fenómeno de El Niño, y actualmente continúa este peligro	Reforzamiento de las bases del puente Santo Domingo, así como la construcción de una defensa ribereña, que proteja al poblado de Ticapampa de las crecidas del río Santa.
Plantano (Independencia) 62	Flujo de detritos, estacional, siendo el más reciente el ocurrido en febrero del 2006.	Afecta 30 m de carretera, 10 viviendas, terrenos de cultivo; en el evento de febrero de 2006, destruyó 4 viviendas.	Canalización y limpieza de quebrada; control de erosión en cabecera de cuenca.
Huaraz (Huaraz) 63	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Santa; extracción de áridos (cantera), desvía el río hacia la margen derecha; inundación en margen izquierda.	Se ha colocado gaviones para proteger la carretera.	Mejorar los gaviones y en general la protección de riberas frente a inundaciones, dándole los tratamientos respectivos preparándolas para las épocas de lluvias.
San Nicolás (Huaraz) 64	Escarpas sucesivas de forma semicircular con una longitud de 70 m y desnivel al pie de 30 m; salto principal de 8 m y secundario de 5 m, con movimiento lento, progresivo, agrietamientos transversales.	Afecta tramo de carretera a Huaraz (km 159 +050); deslizamiento antiguo afecta canal. Daño moderado.	Realizar trabajos de estabilización de la ladera como reforestación y obras de drenaje adecuadas.
Ciudad de Huaraz, Quebrada Río Seco (Huaraz) 65	Quebrada por la que bajan estacionalmente flujos de detritos hacia el río Santa, generando un grave peligro para las viviendas construidas en el mismo cauce de la quebrada. Colmatación del cauce (Foto 90).	Posible destrucción de más de 10 viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada, así como grave daño al puente de ingreso a la ciudad de Huaraz.	Reubicación de viviendas ubicadas dentro del cauce de la quebrada; limpieza y descolmatación del cauce de la quebrada. Difusión y sensibilización en la prevención de desastres.
Cruz Punta (Huaraz) 66	Zona de bad lands, de gran envergadura, ubicada al sur de la ciudad de Huaraz, material morrénico muy fácilmente erosionable, que genera grandes flujos de detritos en época de lluvias y en casos de movimientos sísmicos (Foto 91).	Genera los flujos de detritos que fluyen por la quebrada Seca, afectando 10 viviendas, así como podría afectar la avenida Bolognesi si es un flujo de mayores dimensiones.	Forestación intensiva de laderas en las áreas de actual expansión urbana marginal.
Quebrada Quilcay y nevado Cojup (Huaraz) 67	Zona donde se originó el flujo del aluvión de 1941, en las bases de la laguna Cojup, se encuentra restos de un flujo más joven, posiblemente con 2 años de antigüedad, lo que muestra que el peligro se encuentra latente (Foto 89).	El aluvión de 1941 destruyó parte de la ciudad de Huaraz, especialmente las viviendas cercanas a la quebrada, y el colegio Francisco Bolognesi.	Elaboración de un plan de evacuación y emergencia adecuado y fácil de implementar, así como sistemas de alerta temprana con monitoreo y vigilancia de la dinámica de los glaciares de la cordillera Blanca.



Foto89A Depósitos Morrénicos de la laguna glacial de Palcacocha (valle de Cojup - vista aguas arriba) donde se originó un aluvión en 1941. Nótese el gran depósito aluvial dejado por el evento.



Foto89B Valle de la quebrada Cojup que muestra acumulación de material detrítico de aluviones pasados, en la foto semuestra la colmatación del valle vista aguas abajo.



Foto 90 Zona de Quebrada Seca (sector sur de Huaraz) con gran colmatación de su cauce; se observan también flujos de detritos o huaycos e inundaciones que afectarían viviendas y un puente.



Foto 91 Vista de Cruz Punta, donde existe una zona de *bad lands*, deslizamientos cara libre, donde se pueden generar huaycos que afectarían a la ciudad de Huaraz ubicada aguas abajo.

Cuadro 10.12
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huari

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Mirador Banderas (Chavín de Huántar) 68	Escarpas de deslizamiento y caídas de rocas sucesivas en forma semicircular (Foto 92).	Puede afectar 150 m de la carretera Cahuish-Chavín, y dañar seriamente de 12 a 15 viviendas	Construcción de drenajes para evitar la saturación del manto mueble; reforestación en la parte baja para controlar la erosión superficial.
Huayobamba (Chavín de Huántar) 69	Deslizamientos y derrumbes, reactivados por cortes de carretera.	Tramo de carretera en construcción entre túnel Cahuish y San Marcos; desarrollo de 1,5 km.	Estabilización de taludes, drenajes, forestación de ladera.
Valle del río Mosna-Pushca (Chavín de Huántar) 70	Flujos de detritos, deslizamientos. Evidencia de aluviones históricos que afectaron el valle (Foto 95).	Poblado de Chavín, tramos de carretera entre Chavín y San Marcos.	Limpieza del cauce de quebrada Huacheca; control de taludes de corte en carretera nueva.
Valle del río Mosna: Huaganga, puente Balis-Succha-Huántar (Huántar) 71	Deslizamientos y movimientos complejos; filtraciones y unidades de roca muy susceptibles.	Compromete caminos rurales afirmados (Succha-Huántar), carretera San Marcos-Huari, terrenos de cultivo	Obras de drenaje y estabilización en taludes de tramos de carretera comprometidos.
Urpay-Culicuy-Mallas-Poyoyoc-Iscurumi (Huari) 72	Deslizamientos, flujos de tierra, activos; algunos reactivados por corte de carretera (Foto N° 94).	Terrenos de cultivo, caminos rurales afirmados que conducen a Huari; siete a ocho viviendas en el sector de Mallas, pastizales.	Control de aguas de regadío, canales revestidos; plantaciones de eucaliptos.
Huagampa-Paraiaucro (Huari) 73	Deslizamiento-flujo activo; asentamiento en la plataforma de carretera, abundantes filtraciones de agua (Foto 93).	Afecta 160 m de carretera entre Huari y Mallas.	Necesita reforestación de laderas; control de aguas pluviales con drenajes. Monitoreo de deslizamiento. Drenajes subterráneos.
Cerro Cocha Pata (Km 82+860 al 85+340) (San Marcos) 74	Derrumbes y caída de rocas en secuencias sedimentarias que alternan capas de carbón.	Afecta tramo de carretera a Antamina.	Existen muros de contención y banqueteo de taludes; combinar con mallas de protección ancladas, revestir cunetas de coronación.

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Km 92+300 al 93+600 75	Derrumbes y caída de rocas.	Afecta tramo de carretera a Antamina.	Necesita desquinche de materiales inestables
Laguna Canrash (km 93+600 al 96 +700) (San Marcos) 76	Talud inestable con rocas de mala calidad: vuelcos y derrumbes.	Afecta tramo de carretera a Antamina.	Se colocó enmallado para protección de talud, drenajes, muros de contención y anclajes.
Castillo (Huachis) 77	Deslizamiento reactivado. Zona de deslizamientos en cortes de carretera hasta el puente Tambillos. Escarpa irregular de 200 m de longitud y 15 m de salto, desnivel de 50 m.	Afecta 300 m de trocha carrozable a Huachis.	Reforestación de laderas; drenajes con zanjas de coronación.
Huachis (Huachis) 78	Deslizamientos rotacionales; deslizamiento antiguo reactivado por corte de carretera en la margen izquierda de la Quebrada Tambillos. Escarpa irregular de 20 m de longitud, salto de 5 m y 60 m de desnivel entre escarpa y pie.	Afecta dos tramos de carretera de acceso a Huachis, que en conjunto suman 300 m.	Reforestación de laderas; drenajes con zanjas de coronación.
Matibamba (Masin) 79	Deslizamiento de Matibamba en la margen derecha de la quebrada Managullay. Deslizamiento rotacional con las siguientes dimensiones: 100 m de longitud y 80 m de desnivel entre escarpa y pie; salto principal de 15 m y secundario de 5 m; presenta agrietamientos. Puede represar la quebrada.	Afecta la carretera y tomas de agua.	Forestación de laderas. Monitoreo de deslizamiento. Control de aguas pluviales



Foto 92 A Vista de la escarpa del deslizamiento en el Mirador Banderas (túnel de Cahuish-Chavín); se aprecia grietas de distensión y es reactivado en la temporada de lluvias (diciembre - marzo).



Foto 92 B Vista de la zona del Mirador Bandera en el tramo de carretera en construcción entre túnel Cahuish-Chavín (talud inferior), afectado por un proceso de deslizamiento activo y caídas de rocas.



Foto 93 A Vista panorámica del deslizamiento de Pariaucro en la carretera Huari - Mallas.

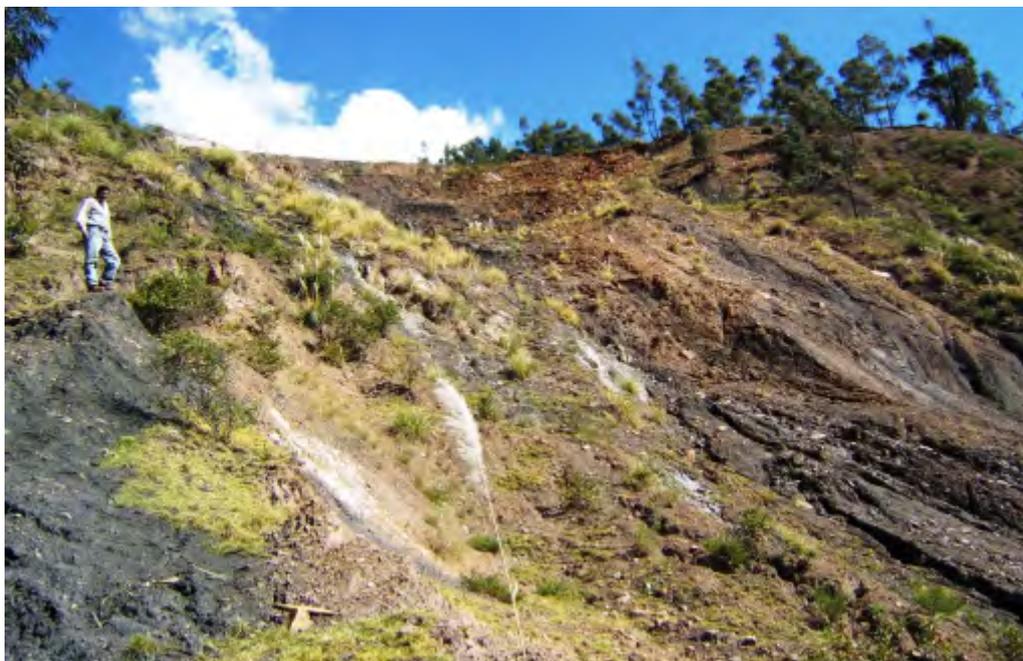


Foto 93 B Escarpas superiores del deslizamiento de Pariaucro que afecta tramo de la carretera Huari-Mallas.

Foto 94 Deslizamiento-flujo de tierra en el sector de Urpay.

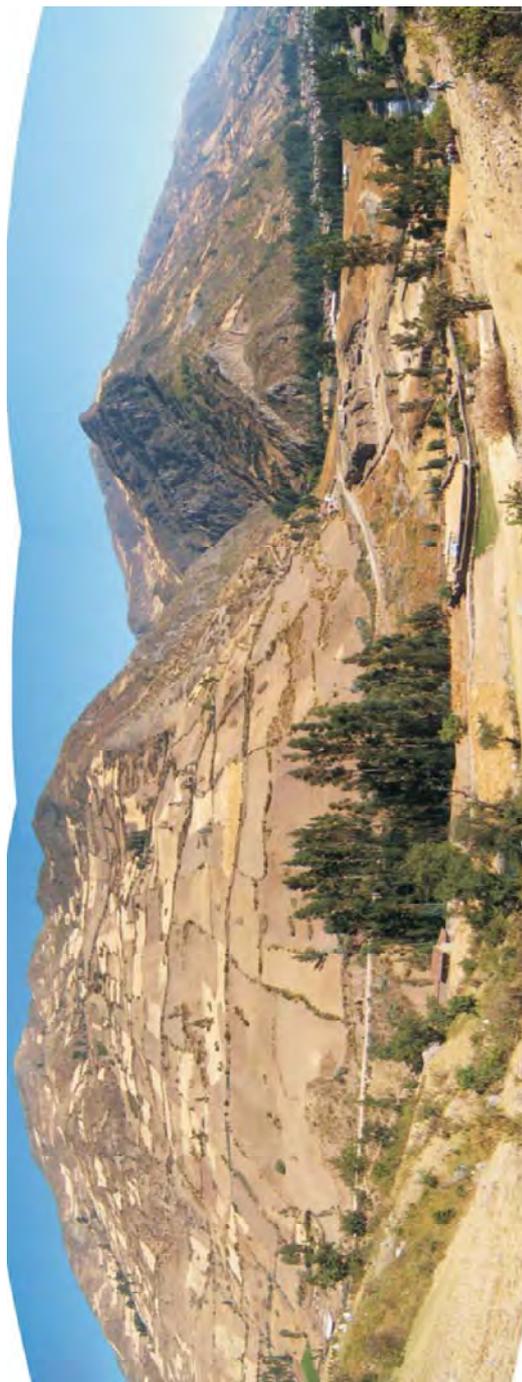


Foto 95 Sector del templo arqueológico y poblado de Chavín afectados por el aluvión de 1945 que descendió por la quebrada Huachecsa. En el lado izquierdo de la foto se muestra la escarpa y el depósito de deslizamiento antiguo.

Cuadro 10.13
Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Huarney y Mariscal Luzuriaga

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Huarney			
Quebrada Piedras Labradas (Huarney) 80	Zona expuesta a numerosos eventos de flujos de detritos antiguos, encontrándose incluso hasta una superposición de tres eventos distintos. Estos flujos se producen en épocas de lluvias extraordinarias (Foto 94).	Si ocurre un evento de grandes magnitudes podría afectar el poblado de Quilcap.	Defensas ribereñas y encauzamiento de quebrada.
Culebras (Huarney) 81	El valle del río Culebras se encuentra expuesto a numerosos factores geodinámicos como las caídas de rocas y los flujos de detritos.	Ante lluvias intensas el proceso se puede magnificar y afectar los terrenos ubicados en ambas márgenes, donde se cultiva alcachofas.	Colocar defensas ribereñas con gaviones y enrocados en las zonas con erosión e inundación periódica.
Culebras (km. 324+000 Panamericana Norte (Huarney) 82	Área donde se aprecia un gran depósito coluvio-aluvial, que en caso de una temporada de lluvias extraordinarias podría ocurrir un flujo similar.	Afectaría aproximadamente 500 m de la carretera Panamericana.	Mantener el buen estado de las obras de contención y prevención realizadas para el Fenómeno de El Niño del año 1998: limpiando el cauce, reparando los muros de contención, etc.
Pampa Gramadal km 252-253; km 254 de la Panameri-cana Norte (Huarney) 83	Arenamiento; campo de dunas (Foto 97).	Obstrucción de carretera y tránsito.	Limpieza permanente de vía.
Cuzcuz (Huarney) 84	Erosión e inundación en ambas márgenes del río Huarney.	Si se desborda, puede afectar los terrenos de cultivo de la carretera Huarney-Aija (km 4+075) y la entrada de la bocanoma Huarney.	Se ha puesto protección con enrocados.
Provincia de Mariscal Luzuriaga			
Socosbamba (Piscobamba) 85	Deslizamientos, flujos de tierra y reptaciones, activos en varios sectores. Asentamientos en plataforma de carretera, abundantes filtraciones. Proceso lento detonado por lluvias estacionales a excepcionales (Foto 98).	Tramo de carretera de acceso a Piscobamba: afecta también áreas de cultivo.	Reforestación en algunos sectores, drenajes para evacuación de aguas pluviales. Drenajes de aguas subterráneas.
Cerro Uchujirca (Llumpa) 86	Caída de rocas, flujo de detritos. Talud rocoso fracturado, rotura vuelco, mixto, zona de arranque irregular, discontinua, acumulación de bloques en la ladera aislados y canchales con tamaños < 0,50 m.	Enterramiento de 2-3 viviendas, obstrucción de vía 400-500 m.	Desquinche de bloques inestables a sueltos.



Foto 96 Zona alta de la quebrada Piedras Labradas que se ven afectadas por flujos de detritos en época de lluvias excepcionales.



Foto 97 Zona costera adyacente al litoral susceptible a arenamiento en el sector de pampa Gramadal, con obstrucción de la carretera Panamericana Norte.



Foto 98 Deslizamiento, reptación y flujos de tierra en el sector de Socosbamba. Movimiento de carácter lento detonado con lluvias estacionales; afecta varios tramos de la carretera que conduce a Piscobamba.

Cuadro 10.14
Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Ocos y Pallasca

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Ocos			
Río Pativilca Carhuapampa (Aco) 87	Flujo de detritos. Se observa abundante material en el cauce del río Pativilca, bloques de hasta 3 m de diámetro aproximadamente, zonas de inundación.	Destruyó la carretera Cañón-Lipa y terrenos de cultivo por tramos.	Forestación de laderas en la cabecera de cuenca. Limpieza de cauce.
La Toma (Acas) 88	Flujo de detritos. Abundante material en el cauce del río Pativilca. Bloques de hasta 4 m de diámetro aproximadamente en el cauce.	Afectó bocatoma de la Central Hidroeléctrica de Cahua y carretera a Cajatambo.	Se ha colocado protección con acumulación de material para proteger instalaciones. Necesita descolmatación de río aguas arriba y defensas ribereñas con enrocados y muros de gaviones.
Quebrada Aco (Acas) 89	Huayco que baja por la quebrada Aco. Abundante material suelto en el cauce, bloques de hasta 3 m de diámetro aproximadamente. Periódico. Se observa derrumbes en ambas márgenes de la quebrada. Zona crítica de Mayush, lo afectaron aluvión de Rapay, huaycos de la quebrada Aco y del río Pativilca	Puede afectar terrenos de cultivo y puede represar el río Pativilca. Aporta material al río. Puede afectar carretera. Afectó poblados de Mayush.	Forestación de laderas en la cabecera de cuenca. Reubicación de poblados.
Quebrada Huanaypampa (Acas) 90	Se observa flujo que discurrió por la quebrada Huanaypampa. Material proluvial constituido mayormente de barro, en la margen derecha del río Pativilca. Los últimos eventos han sido reactivaciones con el fenómeno de El Niño, pero no han represado al río.	Hace 25 años represó el río Pativilca provocando daños a la bocatoma aguas arriba.	Defensas ribereñas aguas arriba de bocatoma.
Corte de Rihconada (Ocos) 91	Se observa material de flujo en el cauce del río Ocos. Durante el Fenómeno de El Niño de 1997-1998 se llevó puente antiguo y viviendas aledañas.	Puede afectar puente sobre el río Ocos, viviendas aledañas y algunos terrenos de cultivo en la margen izquierda del río.	Cambiar sitio del puente aguas arriba.
Provincia de Pallasca			
Santa Rosa (Santa Rosa) 92	Área sujeta a deslizamientos; deslizamiento-flujo de tierra. Presencia de escarpas sucesivas, asentamientos y erosión de tierra, abundante filtración de agua, formación de bofedales, el terreno se presenta totalmente removido con formas cóncavas-convexas.	Afecta numerosos terrenos de cultivo, y algunos pequeños tramos de carretera que se encuentran en la margen derecha de la quebrada Mamapata.	La reforestación de la zona es necesaria, así como un control de las aguas superficiales, y la construcción de canales de evacuación de aguas. Combinar con drenajes subterráneos.

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Cerro Huachaper (Pampas) 93	Zona expuesta a flujos de detritos por un flanco y avalancha de rocas por el otro flanco, esto debido al material rocoso altamente fracturado presente y a las intensas precipitaciones pluviales en la zona (Foto 100).	En el flanco sur, un flujo de detritos afectó terrenos de cultivos, mientras que en el flanco norte las avalanchas de rocas afectan 150 m de la carretera Pampas-laguna Pelagatos.	Muros de contención y forestación de laderas; mallas de protección ancladas para protección de caída de rocas.
Cerro Peñacocha (Conchucos) 94	Avalancha de rocas, localizada pasando la divisoria de aguas de la cuenca del Marañón y del Pacífico, tiene un plano de deslizamiento traslacional, no generó cierre de valle, pero sí desvió el cauce del río. Deslizamiento activado por el sismo de 10.42	El evento pudo haber afectado el poblado de Mayas que se encuentra a 15 km aguas abajo.	Estudio geológicos y geodinámicos más detallados de la zona, ya que en esta zona se encuentran dos grandes avalanchas que pueden afectar a los pueblos. Determinación de parámetros geológicos para movimientos en masa detonados por sismos.
Suytucocha (Conchucos) 95	Gran cierre de valle con bloques de más de 6 m de diámetro, la distancia recorrida por la avalancha fue de 2 km, bajando por la quebrada Suytucocha. Movimiento en masa se activó con sismo de Sihuas del año 1946 (Foto 101).	Según crónicas locales, esta avalancha enteró completamente el poblado de Suytucocha, posiblemente en el tiempo incaico o anterior.	
Pallasca (Pallasca) 96	Deslizamiento traslacional erosivo al pie del flanco oeste del poblado de Pallasca, causado por infiltración de aguas de regadío en los terrenos de cultivos ubicados en la parte superior, y por la roca de mala calidad presente en la zona.	Afecta seriamente terrenos de cultivo y 5 viviendas, así como destruyó el tramo de la carretera que va por el río Tablachaca hasta Pallasca.	Reforestación de las laderas afectadas, así como sistemas de drenaje de aguas (superficiales y subterráneos) en la parte superior.
Ancos (Santa Rosa) 97	Zona de deslizamientos, con escarpas sucesivas de forma irregular discontinua. Es un gran deslizamiento antiguo que muestra reactivaciones temporales en las temporadas de lluvias.	Afecta terrenos de cultivos y algunos postes de luz que se encuentran muy cerca de la zona principal de erosión.	Reforestación de las zonas afectadas, con cultivos adecuados, así como la reubicación de los postes de luz en un sector más estable.



Foto 99 Terrenos de cultivo afectados por flujos de detritos.



Foto 100 Carretera hacia la laguna Pelagatos, que se ve seriamente afectada por deslizamientos y derrumbes.



Foto 101 Gran avalancha de rocas en el sector de Suytucocha, en las nacientes del río Mayas. Esta Avalancha está asociada al sismo del 10 de noviembre de 1946.

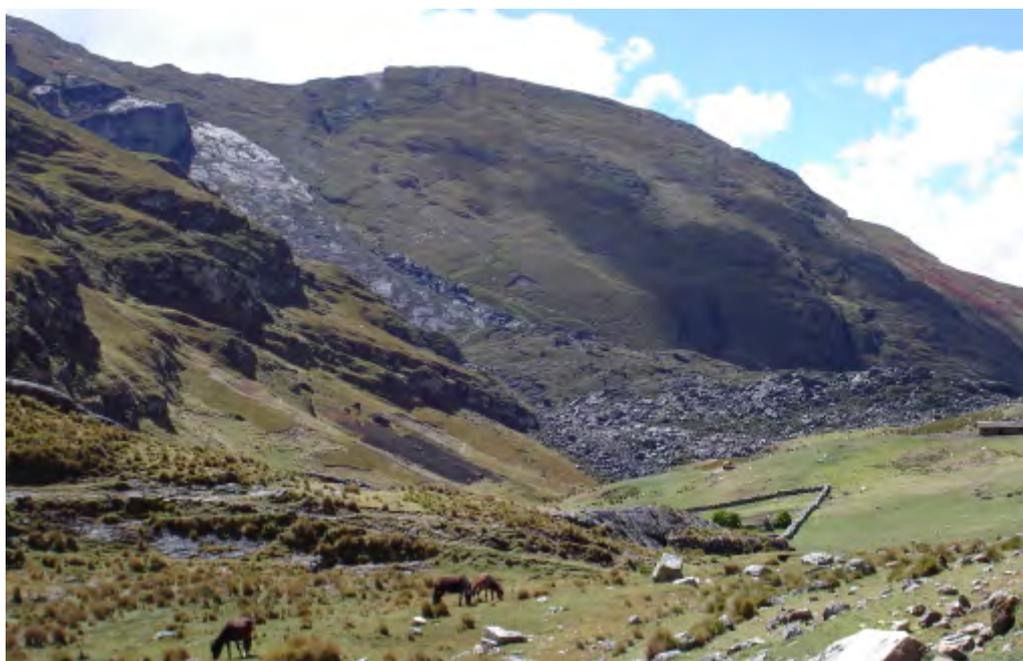


Foto 102 Avalancha de rocas de Suytucocha Bajo, también asociada al sismo del 10 de noviembre de 1946. El depósito de la avalancha cerró completamente el valle del río Mayas por 1.4 kilómetros de largo, aguas abajo.

Cuadro 10.15
Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Pomabamba y Recuay

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Pomabamba			
Huashapampa-Runabamba-Yurayacu (Huayllán) 98	Deslizamiento-flujo de tierra. Escarpa única de forma irregular elongada, continua, superficie rotacional; desviación de cauce y/o embalse. Deslizamientos antiguos reactivados.	Probables a 8-10 viviendas, 600 m de carretera entre Pomabamba y Lucma, cultivos y pastizales	Forestación intensiva de laderas con árboles nativos, principalmente en cabecera de cuenca. Control para la evacuación de aguas pluviales.
Yamaulpa-Gotush (Parobamba) 99	Deslizamiento-flujo de detritos activo en la margen derecha de la quebrada Chogo, frente a Parobamba (Foto 42).	Afecta terrenos de cultivo en gran extensión y viviendas ribereñas de la quebrada Gotush.	
Quebrada Sacabamba (Parobamba) 100	Deslizamiento-flujo de detritos; huaycos periódicos. Escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, superficie plana, desviación de cauce del río Rúpac.	Afecta periódicamente tramo de Carretera Sihuas-Tayabamba; Sihuas-Huacrachuco (Fotos 103 y 105).	
Valle del río Rúpac, aguas arriba de puente Cajías (Parobamba) 101	Flujos y avalanchas de detritos, periódicos. Depósitos en el pie de carretera que interrumpen el paso vehicular (Foto 10).	Afecta por sectores tramo de 3 km de carretera Sihuas-Tayabamba y Sihuas-Huacrachuco.	Estabilización de taludes; zanjas de coronación.
Huacyacancha (Parobamba) 102	Deslizamiento y flujo de detritos con recurrencia periódica; desviación del cauce del río Sihuas.	Erosión de tierras; compromete en su tramo inferior tramo de carretera entre Sicsibamba y Sihuas.	Control de cárcavas en cabecera de quebrada.
Carhuallanga-Huallanga-Uchumarca: río Rúpac (Parobamba) 103	Deslizamientos, flujos de tierra, flujos de detritos (Foto 104).	Afecta periódicamente tramo de carretera Sihuas-Tayabamba; Sihuas-Huacrachuco.	Estabilización de taludes; zanjas de coronación; desquinche de materiales rocosos inestables.
Cuchicancha (Parobamba) 104	Reptación de suelos y erosión de laderas.	Evolución de reptación cara libre a cárcavas, desencadenan en derrumbes o deslizamientos. Afecta terrenos de pastizales y tramos de carretera entre Pomabamba y Sihuas.	Drenajes para evacuación de aguas en zona de bofedales.
Sacsabamba-río Marafión (Parobamba) 105	Derrumbes o colapsos, erosión fluvial, avalancha de detritos (Foto 103).	Afecta periódicamente tramo de carretera Sihuas-Tayabamba, Sihuas-Huacrachuco. Zona muy inestable.	Estudiar posibilidad de variante de carretera.

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Llajirca / Lulluracra (Parobamba) 106	Replación, flujo de tierra; terreno removido, abundantes filtraciones.	Afecta 4 viviendas y tramo de carretera entre Parobamba y Quinuabamba.	Control de aguas de infiltración (drenajes).
Provincia de Recuay			
Parco (Catac) 107	Erosión fluvial del río Santa (Foto 106).	Afecta 15 metros de la carretera Catac- Recuay y las bases del puente de la variante hacia San Miguel.	Construcción de defensa ribereña, en la zona afectada.
Chaucayán (Llacllin) 108	Área sujeta a erosión fluvial, inundación, huaycos y caída de rocas. Lluvias excepcionales.	Afecta por sectores tramo entre el km 31+000 al km 65+400, así como la trocha carrozable Chaucayán-Pararico, viviendas y algunos terrenos de cultivo. En la desembocadura de la quebrada se ha construido un colegio, que con una reactivación del huayco podría quedar seriamente dañado.	Defensas ribereñas en ambas márgenes; limpieza o descolmatación del cauce del río. Reubicar colegio.
Marca / Quebrada Huiushu (Marca) 109	Un huayco bajó por la quebrada Huiushu en 1993. Se aprecia material en el cauce con bloques sueltos. Con una lluvia excepcional se podría desbordar y afectar viviendas en ambas márgenes. No se tiene evidencias de estos peligros, pero la posibilidad de ocurrencia es alta.	Afectó 40 viviendas (25 destruidas y 15 dañadas), dos muertos. Destruyó canal de riego y molino hidráulico. Con una reactivación afectaría viviendas en la parte baja de la quebrada.	Se deben colocar defensas en ambas márgenes. Zona crítica.
Pueblo Llacllin, Jirón 28 de Julio (Llacllin) 110	Quebrada por donde bajan flujos con lluvias intensas. Principalmente agua de lluvia.	Afecta tramo de carretera Llacllin-Chaucayán. Podría afectar al pueblo de Llacllin, pudiendo llegar el huayco a la Plaza de Armas.	Control de erosión de laderas que alimentan flujos con forestación intensiva; canalización de quebradas que bajan hacia el pueblo.



Foto 103 Sector de la quebrada Sacabamba con deslizamientos en la cabecera de quebrada que generan flujos de déritos, margen derecha del río Rúpac.



Foto 104 Huayco en el sector de Huallanga; se observan derrumbes activos que generan periódicamente flujos que obstruyen tramo de carretera Sihuas-Huacrachuco.



Foto 105 Erosión fluvial en la margen derecha del río Rupac, aguas debajo de la quebrada Sacabamba. En el mismo tramo hacia la desembocadura en el río Marañón, derrumbes y avalanchas de detritos. Con el sismo de Lamas del 2005 el derrumbe interrumpió un tramo de la carretera.

Cuadro 10.16
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Sihuas

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Ragash, Cerro Ullcutay 111	Serie de deslizamientos con escarpas múltiples, debido principalmente a la erosión fluvial del río Sihuas.	Afecta terrenos de cultivo y algunas viviendas de la zona, así como también aporta material al río Sihuas, que aguas abajo podrían convertirse en un huayco.	Reforestación de la ladera, junto con obras de canalización del río Sihuas, para alejar el cauce del río al centro de la quebrada y evitar el continuo arrastre de material por las aguas.
Entre Sihuas y Puente Quitaracsá (Sihuas) 112	Flujos de detritos, erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos (Fotos 107, 108, 109).	Erosión y pérdida de suelos. Incremento de sólidos al río Rúpac.	
Huaracuy-Pirpo, Asiác Puquio (Huayllabamba) 113	Erosión de laderas, deslizamientos y derrumbes.	Afecta terrenos de cultivo y tramo de carretera entre Sihuas y Huayllabamba.	Reforestación intensiva de laderas para evitar erosión; levantar rasante en tramos afectados por erosión fluvial y colocar enrocados o muros de contención. Control de filtración de aguas en los taludes con drenajes y estabilización de taludes. Canalización de quebradas o cárcavas.
Angash (Huayllabamba) 114	Deslizamiento rotacional antiguo, reactivado.	Afecta tramo de carretera entre Sihuas y Huayllabamba, terrenos de cultivo en talud inferior.	
Sihuas (Sihuas) 115	Erosión de laderas, flujos de detritos, erosión fluvial y derrumbes (Fotos 110 y 111).	Afecta terrenos eriazos y puede afectar poblado de Sihuas al generarse huaycos o flujos de lodo.	
Cashapampa, Quebrada Ayavina 116	Área susceptible a flujos de detritos o huaycos.	Afectaría un acueducto y un pequeño puente en la carretera, principalmente en épocas de lluvias.	Limpieza del cauce de la quebrada Ayavina, así como construcción de muros de contención en las zonas donde las chacras han ganado terreno al cauce del río.

Foto 106 Huayco en el sector de Hualanga; se observan derrumbes activos que generan periódicamente flujos que obstruyen tramo de carretera Sihuas-Huacrachuco.



Foto 107 y 108 Erosión de laderas en el sector de Casa Blanca-Huachi Bajo y deslizamiento en el sector de Uchugagay, aguas arriba del puente Quitaraca (Sihuas).



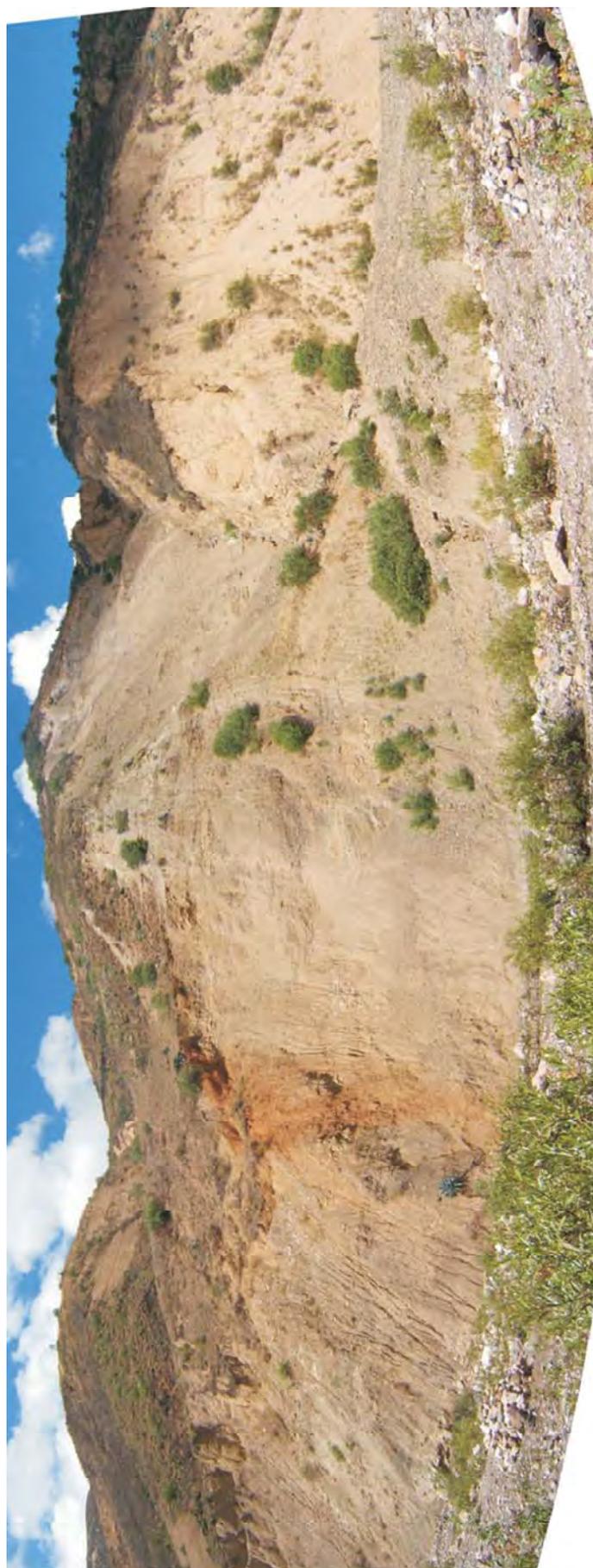


Foto 109 Derrumbes y flujos de detritos en el valle del río Sihuas, margen derecha.

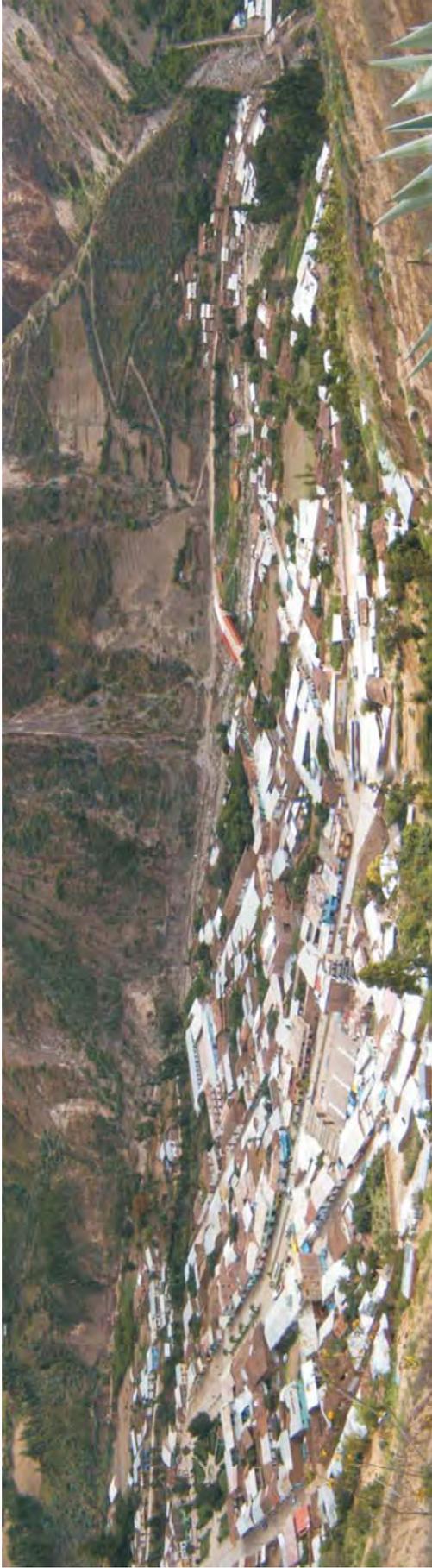


Foto 110 Vista de la localidad de Sihuas ubicado en la margen derecha del río, Sihuas. Las descargas fluviales del río, en época de lluvias, originan erosión en sus márgenes.



Foto 111 Vista de la ciudad Sihuas, afectado por derrumbes y erosión de laderas (cárcavas); las cárcavas originan pequeños flujos de detritos.

Cuadro 10.17
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia Yungay

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Quebrada Llanganuco, carretera Yungay-Llanganuco (Yungay) 117	Susceptible a flujos de detritos cada temporada de lluvias, provenientes del nevado Huandoy. La carretera se encuentra ubicada en un depósito de abanico antiguo que muestra reactivación, ya que siempre sufre flujos de detritos, especialmente entre los meses de febrero y marzo.	Tramo de carretera de 300 metros de largo afectado que interrumpiría el tránsito desde Yungay hacia Vaquería y Yanama, además de poner en riesgo a los numerosos turistas que visitan la zona.	Construcción de un muro de contención que pueda desviar el flujo hacia la parte baja del cono. Limpieza permanente de la zona de carretera y monitoreo durante la estación de lluvias.
Parte media alta, de la quebrada Acararanco, (Yungay) 118	Derrumbe de la morrena por infiltración de agua y erosión del río Acararanco, que en el año 1995 a raíz de un derrumbe de medianas proporciones produjo una laguna, que desembalsó naturalmente y afectó ligeramente la zona de Ranrahirca (Foto 112).	Compromete el poblado de Ranrahirca, así como un pequeño tramo de la carretera Carhuaz-Yungay.	Monitoreo constante de la zona para que en caso de un derrumbe, el cauce sea limpiado, y evitar así la formación de una laguna que podría desembalsar violentamente.
Ranrahirca, Yungay Antigua; Campo Santo (Yungay) 119	Área afectada históricamente por dos aluviones de grandes magnitudes provenientes del nevado Huascarán. El aluvión de 1970 ocurrió a raíz de un terremoto que desprendió un enorme bloque de hielo y roca que produjo un gran aluvión enterrando las ciudades de Yungay y Ranrahirca (Foto 113).	Destruyó completamente las ciudades de Yungay y Ranrahirca, dejando aproximadamente 70 000 muertos, tanto por el aluvión como por el terremoto	Generar planes eficaces de evacuación y contingencia en las ciudades que se podrían ver afectadas por un evento similar. Prohibir la construcción de cualquier tipo de infraestructura en el depósito del aluvión.
Cerro Pajan Yanama 120	Talud rocoso fracturado, roturas de tipo planar, vuelco y mixtas. Zona de arranque irregular, discontinua, longitud de arranque 1000 m, altura 50-90 m, bloques aislados.	Afecta moderadamente 1 000 m de camino rural.	Eliminación o desquinche de bloques inestables, muros de contención combinados con mallas de protección.



Foto 112 Zona de erosión de laderas en la quebrada Puchopampa, parte alta de Ranrahirca.



Foto 113 Vista panorámica del depósito de la avalancha de rocas-flujo de detritos de 1970 (aluvión de Yungay) que sepultó los poblados de Yungay y Ranrahirca. En esta zona debería prohibirse la construcción de infraestructura de todo tipo.

PÁGINA EN BLANCO

CONCLUSIONES

1. La región Ancash —caracterizada por su complejidad geológico-geomorfológica con montañas elevadas, cobertura de glaciares y lagunas, alta sismicidad y presencia de fallas geológicas activas, y con influencia de fuertes lluvias normales y excepcionales en presencia del Fenómeno de El Niño— presenta una alta recurrencia de peligros geológicos en comparación a otras áreas del país, marcada por la ocurrencia de grandes movimientos en masa como aluviones en las zonas de valles glaciares de montaña, deslizamientos, huaycos, avalanchas de rocas y movimientos complejos en sus vertientes, inundaciones, erosiones fluviales y huaycos excepcionales en los valles costeros asociados a eventos de El Niño, sismos y tsunamis, en ese orden de recurrencia. El gran número de ocurrencias prehistóricas de movimientos en masa identificados en la morfología de la región, así como los procesos de deglaciación en las cordilleras Blanca, Huayhuash, Negra y Pelagatos, corroboran la geodinámica de esta región en el pasado reciente. La ocupación del hombre y el crecimiento paulatino de las ciudades en valles, laderas, planicies o depósitos de piedemonte, aumentan la recurrencia de eventos de carácter desastroso.
2. Las unidades geomorfológicas de montañas ocupan cerca del 75% del área de la región, conformando laderas de montañas de moderada a suave pendiente un 26,16%. Las montañas con acumulación de hielo ocupan 1,53%, y las laderas con fuerte deglaciación reciente un 1,28%. Las colinas y lomadas ocupan 9% del área de la región, sobresaliendo en superficie las lomadas con 8,07%. Entre los depósitos de piedemonte (8,02% de la región), destacan en superficie los abanicos con 3,37%, los detritos de acumulación glaciofluvial (3,20%) y los depósitos de deslizamientos (1,24%). Las áreas de planicies o depresiones ocupan 9,16%, destacando la superficie cubierta con depósitos eólicos con un 4,04%, seguido de lagunas y valles glaciares (1,82%), y terrazas y fondo de valles fluviales (1,79%).
3. En la región tienen mayor distribución las rocas intrusivas (34,2%), los depósitos inconsolidados (22,7%), las rocas sedimentarias (18,5%), las rocas volcánico-sedimentarias (12,3%), las rocas volcánicas (8,4%) y las rocas metamórficas (3,6%).
4. El inventario de peligros (2 129 ocurrencias) muestra una mayor ocurrencia de flujos (21,8%), deslizamientos (21,5%), caída de rocas y derrumbes (20,44%), erosión de laderas (19,82%), movimientos complejos (8,22%), erosión e inundación fluvial (4,41%), reptaciones (2,35%), arenamientos (0,75%), vuelcos (0,38%), aludes (0,23%) y otros. Los movimientos en masa identificados han sido reconocidos en las fotos aéreas e imágenes de satélite, siendo un porcentaje importante de las ocurrencias, tanto por la topografía de sus escarpes, la morfología de los cuerpos deslizados, así como la densidad de vegetación, evidenciando una actividad reciente y un potencial de peligro alto.
5. Los peligros que generan o generarían daños potenciales representan 7%, del total inventariado. En orden de ocurrencia se consideran: 34 flujos que incluyen huaycos, avalanchas de rocas y de detritos; 33 deslizamientos principalmente de tipo rotacional y algunos traslacionales; 29 sectores con caídas (principalmente derrumbes); 18 áreas susceptibles a erosión e inundación fluvial; 16 áreas con movimientos complejos (deslizamiento-flujos, derrumbe-flujos, avalanchas de rocas-flujos de detritos o aluviones; 12 sectores con erosión de laderas (cárcavas, laminar o *bad land*, 12), tres vuelcos y tres áreas con reptación de suelos.
6. Se ha reconocido muchos eventos de deslizamientos y flujos de detritos antiguos que represaron los valles de los ríos Santa y tributarios mayores como Fortaleza, Pativilca, Aija, Tablachaca (lado occidental), Mosna/Pushca Yanamayo, Pomabamba, Rupac (lado oriental), de edad prehistórica a histórica y recientes o activos, con dimensiones considerables en algunos casos, que controlan la morfología actual de estos valles. Ejemplos de ellos son los aluviones en el sector del Callejón de Huaylas entre Huaraz y Caraz, asociados a rompimientos de diques morrénicos de lagunas glaciares. Estos se aprecian entre mina Huanzalá y Huallanca, y probablemente estén asociados a sismos.
7. Los peligros geológicos de alta montaña relacionados a la actividad glaciar (aludes o avalanchas) se circunscriben a las cordilleras Blanca y Huayhuash, como los que afectaron las poblaciones de Huaraz, Yungay, Ranrahirca y Chavín así

como el valle del río Pativilca. Se tiene registros de 23 aluviones en la edad histórica en la región: Huaraz (años 1725, 1869, 1941), Macasha (1863), Marca (1911), caseríos de Sacas y Ranrahirca (1917), quebrada Pacllón (1932), quebrada Ulta (1938), Conchucos (1938), Chavín de Huántar (1945), quebrada Los Cedros (1950), laguna Tullparaju, río Quilcay (1959), Ranrahirca (1962), laguna Tumarina, quebrada Carhuascancha (1965), Yungay (1970), laguna Sarapacocha (1981), nevado Huascarán norte, Yungay y Sacas (1987, 1989, 1997), laguna Pacliascocha, Carhuaz (1997), laguna Artizón Baja (1997), laguna Palcacocha (2003), nevado Huandoy (2003). Por ello se considera a esta región con aquella con mayor cantidad de aluviones ocurridos, en el periodo histórico a reciente.

8. Para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa el peso de los factores condicionantes considerados fueron: litología (40%), pendientes (20%), geomorfología (25%), hidrogeología (10%), cobertura vegetal y uso de suelo (5%). El mapa de susceptibilidad generado a partir del GIS muestra un alto y muy alto grado de susceptibilidad en el sector oriental de la región, siendo su distribución mayor al este de la cordillera Blanca, entre Huallanca, Huari, Pomabamba, Sihuas y Pallasca, zonas circundantes con acumulación de depósitos glaciofluviales y glaciares, macizo rocoso intrusivo del batolito y el contacto con las secuencias sedimentarias. En la zona sureste destaca el sector entre Aquia, Chiquián y Gorgorillo. Dentro de las zonas de alta susceptibilidad destaca la vertiente occidental de la cordillera que comprende las laderas y cabeceras de cuenca de los ríos Fortaleza, Huarmey, Casma y Nepeña (sectores de Marca, Tapacocha, Huacllán, Aija, Colcabamba, Pira, Pamparomas). Los peligros geológicos inventariados se ubican dentro de las zonas de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa, lo cual valida el mapa.
9. Las unidades de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa son: litología: rocas sedimentarias clásticas (areniscas, cuarcitas, lutitas, lutitas carbonosas) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales); geomorfología: laderas de montañas de moderada a fuerte pendiente, montañas con acumulaciones de hielo y laderas de montañas con deglaciación reciente; piedemontes (depósitos de deslizamiento antiguos); pendientes: entre 25° y 45°; hidrogeología: acuitardos sedimentarios compuestos por intercalaciones de lutitas, areniscas, lutitas pizarrosas; areniscas carbonosas, limoarcillitas, lutitas calcáreas; margas con niveles de yeso; cobertura vegetal: terrenos con pastizales, cultivos de secano y montañas sin vegetación.
10. Las zonas de alta susceptibilidad corresponden a la llanura de inundación ocasional a excepcional de los ríos principales de la vertiente Pacífica en las cuencas de los ríos Santa: algunos tramos entre Catac y Recuay, Huaraz, entre Yangas y Marcará, San Juan y el valle inferior del río, aguas abajo de la bocatoma Chavimochic hasta la desembocadura; Casma-Sechín, desde aguas arriba de Buena Vista Alta hacia aguas abajo incluyendo la zona de Casma hasta su desembocadura; Nepeña, aguas abajo de Moro, entre Nepeña y Samanco y sectores adyacentes a Jimbe; Culebras, aguas abajo de Turripampa; Huarmey, sectores de la cuenca media inferior aguas abajo de la hacienda María Cristina; Fortaleza, entre Raquia, Chaucayán y Chasquitambo y parte del valle medio-superior del río Pativilca. Afectan principalmente zonas y asentamientos urbanos ubicados en las inmediaciones de la ciudad de Huaraz y Chimbote, así como áreas de cultivo y vías de comunicación.
11. La zonificación de la peligrosidad a los movimientos en masa utilizando las precipitaciones acumuladas para años normales como detonante (además de la aceleración sísmica), destaca zonas de muy alta amenaza distribuidas en el sector noreste de la región, comprendida entre Sanachgan, Parobamba, Sihuas, Quiches y Pampas, donde el factor detonante principal es la sismicidad. Otro sector similar corresponde al área entre Huántar, San Marcos, Aquia, Chiquián y Gorgorillo, donde la concentración de lluvias es el factor detonante principal. Hay sectores aislados en las laderas del valle del Santa entre Yangas y Marcará, sector de Carhuac y entre Matacoto y Huata, y entre Catac y Huaraz sobre depósitos fluvioglaciares. Sobresalen también los sectores al este de Llamellín. Huachis, Rahuapampa, Aczo, Huacchis, Rapayán. Hacia el lado occidental coinciden con áreas de moderada, alta a muy alta susceptibilidad en la cuenca del río Casma (entre Pariacoto, Pira y Cajamarquilla; aguas arriba de Yaután), la cabecera del río Nepeña (Pamparomas y aguas arriba de Jimbe), la cabecera del río Huarmey (aguas arriba de Cotaparaco) y la cabecera del río Fortaleza (Marca y Copa). Un sector importante corresponde a la subcuenca del río Tablachaca (entre Pallasca, Cabana y Santa Rosa), sector de Corongo, La Pampa, Yuracmarca, al sureste el sector de Huallanca.
12. Con presencia del Fenómeno de El Niño, las zonas de muy alta peligrosidad se ubican en el lado oriental de la región, donde se incluyen amplios sectores del Callejón de Conchucos, y este de la Cordillera Blanca, entre Chavín, San Marcos, Huari, Chacas, San Luis, Yauya, San Nicolás, Yanama, Llumpa, Musga, Pomabamba, Sanachgan, Quinuapampa, Parobamba, Sihuas, Quiches y Pampas. Al norte de la Cordillera de

Pelagatos destacan Huallanca, Yuracmarca, La Pampa-Tres Cruces, Corongo, Bambas, Santa Rosa, Tauca, Cabana, Pallasca y Conchucos. Hacia el lado sur sobresalen las localidades de Huallanca (río Vizcarra), Aquia, Huasta, Chiquián, Pacllón, Ticlos, Gorgorillo y Mangas.

Suelen producirse deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos, huaycos, avalanchas de rocas hasta aluviones. Son frecuentes las reactivaciones de huaycos asociados a erosión en cárcavas y deslizamientos, como desencadenantes de procesos de reptación o flujos de tierra, lentos y activos. Por sus características litológica y geomorfológica se asocia esta zona sectores con alta a muy alta susceptibilidad, comprendiendo en forma discontinua las cuencas altas de los ríos de la vertiente occidental, donde particularmente se producen huaycos y flujos de lodo, erosión de laderas y también algunos deslizamientos.

13. Más del 62% de la población se encuentra ubicada en áreas consideradas como ciudades: Chimbote, Casma y Huarney en la costa, donde se desarrollan actividades pesqueras, industriales, agropecuarias y de servicios; Huaraz, Yungay, Caraz, Carhuaz y Recuay en el Callejón de Huaylas, sobre la cuenca del río Santa y vinculadas a actividades agrícolas, pecuarias y mineras. Un tercer grupo de áreas urbanas: Chavín, San Marcos, Huari, San Luis, Pomabamba y Sihuas, en el Callejón de Conchucos, están vinculadas a espacios agrícolas, pecuarios y mineros. Otros poblados como Chiquián, Huallanca y Pallasca han experimentado una expansión importante en las últimas décadas, gracias al turismo y minería respectivamente. La vulnerabilidad urbana de estos lugares se debe a la falta de planificación y ordenamiento del territorio (ocupación de áreas susceptibles a peligros), que permitan el uso inadecuado del suelo.
14. Aunque algunas de estas localidades tienen evaluaciones de vulnerabilidad física (Huaraz, Yungay, Caraz, Ranrahirca,

Recuay-Ticapampa-Catac, Chimbote y Huarney), gracias al Programa Nacional de Ciudades Sostenibles de INDECI, y que algunas con aprobación de ordenanzas municipales, no muestran avances significativos en las medidas de prevención propuestas; otra limitación es la baja sensibilización de la población frente a los desastres.

15. La evaluación de campo en la infraestructura, los centros poblados y las zonas críticas fue validada con los mapas de peligrosidad a los movimientos en masa y determinó la existencia de 120 zonas críticas por sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociada. Resaltan en importancia las áreas de Aczo, Chochi, Pariacancha, barrio Santa Rosa, Quitapampa (Antonio Raymondí); quebradas Potaca, Coyo y Pompey (Asunción); entre Huallanca y mina Huanzalá, Mayorarca, Uranyacu, nevado Burro y varios tramos de la carretera Conococha-Antamina, Gorgorillo, Pacllón (Bolognesi); Yauya, San Luis-Garash-Uchucyacu-Capulí, Colcabamba y Jarahuarani, Chicabamba-Llacma (Carlos F. Fitzcarrald); Buena Vista y Yaután (Casma); La Pampa-Tres Cruces (Corongo); Santa Catalina, Marca, Yuracmarca, Cañón del Pato (Huaylas); quebrada Río Seco, Huaraz, Ticapampa, quebrada Quilcay y nevado Cojup (Huaraz); mirador Banderas, Huayobamba, entre Huaganga, Puente Balis-Succha-Huántar, Huachis, Castillo, (Huari); quebrada Piedras Labradas, Culebras, pampa Gramadal (Huarney); Socosbamba y cerro Uchucjirca (Mariscal Luzuriaga); Carhuapampa, La Toma, quebrada Aco, (Ocros); Santa Rosa, cerros Huachaper y Peñacocha, Pallasca (Pallasca); Huashapampa-Runabamba-Yuracyacu, Yamaulpa-Gotush, quebrada Sacabamba, río Rúpac, aguas arriba de puente Cajas, Huacyacancha, Sacsabamba-río Marañón (Pomabamba); Parco, Chaucayán, Llacllín (Recuay); Ragash, entre Sihuas y puente Quitaracsa, Asiac Puquio, Sihuas y Cashapampa (Sihuas); quebrada Llanganuco, quebrada Acararanco, Ranrahirca y cerro Paján (Yungay), entre otras.

PÁGINA EN BLANCO

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACION (COSUDE) & PREVAC (2002) - *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua: guía para el especialista*. Proyecto: Apoyo local para el análisis y manejo de los riesgos naturales (ALARN). Managua: COSUDE, 46 p. También disponible en Web: <http://www.prevac.org.ni/Desc_Manuales/Guia_Especial.pdf>
- AGUILAR, V. & MENDOZA, D. (2002) - *Aproximación a un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el eje cafetero, Colombia*. Tesis Ing. Civil. Univ. del Valle, Fac. Ingeniería, Cali, 214 p.
- ALVA, J.E.; MENESES, J. & GUZMÁN, V. (1984) - *Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú* (en línea). Ponencia presentada en el V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 12-18 noviembre 1984. Lima: CISMID, 11 p. (consulta: mayo 2008), disponible en Internet: <http://www.cismid-uni.org/p_acelerograf/descargas/dmi.pdf>
- ARISTIZÁBAL, E. & YOKOTA, S. (2005) - Geomorfología aplicada a la ocurrencia de deslizamientos en el valle de Aburra. *Dyna (Univ. de Colombia)*, (149): 5-16.
- ARIZOLA, V. (1960) - *Deslizamiento de tierras en el distrito de Aija (Prov. de Aija – Dpto. de Ancash)*, Informe inédito. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, 12 p.
- ASKEW, B. & ALGERMISSEN, S.T., eds. (1985) - Catálogo de Terremotos para América del Sur. Perú: Datos de hipocentros e intensidades. En: Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), *Proyecto SISRA*, Lima, CERESIS, vol. 7, 3 t.
- BALLÓN, A. (1966) - Deslizamientos de tierra en el distrito de Aczo (provincia de Huarí, departamento de Ancash). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín*, 13, p. 177-190.
- BELLIDO, E. (1960) - *Deslizamiento de tierras en el caserío de Pauca, Dist. Parobamba, Prov. Pomabamba, Dpto. Ancash*, Informe inédito Lima: Ministerio de Fomento y Obras Públicas, 6 p.
- CAHILL, T.A. & ISACKS, B.L. (1991) - Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research*, 97(B12): 17503-17529.
- CARPIO, J. & TAVERA, H. (2002) - Estructura de un catálogo de tsunamis para el Perú basado en el Catálogo de Gusiakov. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (94): 45-59.
- CARRILLO, V. (1962) - *Deslizamientos de tierras en el distrito de Conchucos, Provincia de Pallasca, Departamento de Ancash*, Informe inédito. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, 13 p.
- CASAVARDE, L. & VARGAS, J. (1980) - *Zonificación sísmica del Perú*. Lima: Pont. Univ. Católica del Perú, 32 p., PUC Serie Difusión, trabajo presentado en el II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo Resistente, Lima, 1980.
- CASTRO, E., et al. (2001) - *Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa: Guía metodológica*. Santa Fé de Bogotá: INGEOMINAS y Escuela Colombiana de Ingeniería, 166 p.
- CASTRO, L. (1950) - *Deslizamiento de tierras en el distrito de Yauya, provincia de Huarí, Departamento de Ancash*, Informe inédito. Lima: Instituto Geológico del Perú, 19 p.
- CASTRO, L. (1955) - *Estudio de los deslizamientos en los alrededores de la ciudad de Huarí, provincia del departamento de Ancash*, Informe inédito. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, 11 p.
- COBBING, E.J., PITCHER, W.S. & GARAYAR, J. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. *Servicio de Geología y Minería, Boletín*, 26, 172 p.
- COBBING, E.J., et al. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca.

- INGEMMET, *Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 76, 297 p.
- COSSIO, A. (1963) - Deslizamientos de tierras y condiciones de seguridad de las lagunas en el área de Conchucos (Provincia de Pallasca, Departamento de Ancash). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín*, 13, p. 57-73.
- COSSIO A. (1966) - Fracturamientos de tierras en las áreas de Pillipampa, Santa Rosa y Miraflores (provincia de Corongo, y Pallasca, Dpto Ancash). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín*, 13, p. 96-110.
- DÁVILA, S., et al. (1989) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Santa (Departamentos: Ancash - La Libertad). *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 14B, 403 p.
- DÁVILA, S. (1994) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Casma-Sechín. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 11, 118 p.
- DUQUE, E.G. & ESCOBAR, C.E (2001) - *Manual de geología para ingenieros* (en línea). Disponible en Web: <<http://www.geocities.com/manualgeo>>
- FERNÁNDEZ CONCHA, J. (1956). Deslizamientos de tierras de tipo anormal en Huarí, Ancash. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (30): 159-165.
- FERNÁNDEZ CONCHA, J. (1953) - Origen de las lagunas de la Cordillera Blanca. *Minas*, (2): 30-34.
- FIDEL, L., et al. (2006) - Estudio de riesgos geológicos del Perú Franja N° 4. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 29, 383 p.
- FIDEL, L. & VALENZUELA, G. (1996) - *Inspección geológico-geodinámico del deslizamiento de San Luis, Prov. de Físzcarrald – Dpto. Ancash*, Informe inédito. Lima: INGEMMET, Dirección de Geotecnia, 17 p.
- FRANCO, E. (1998) - El Niño en el Perú: viejos y nuevos temas. *Desastres y Sociedad* (en línea), 6(9): 7-20. (Consulta: febrero 2009). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Disponible en Web: <<http://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys09/index.html>>.
- GALDOS, J. (1974). *Estudio geodinámico del área de Socosbamba*, Informe inédito. Servicio de Geología y Minería, Dirección de Geotecnia, 17 p.
- GONZÁLEZ, A. & MILLÁN, J. (1999) - Procedimiento para la evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en Santafé de Bogotá-Colombia. En: Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 11, Foz de Iguazu, Brasil 1999, *Memorias*. Brasilia: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica.
- HEIM, A. (1949) - Observaciones geológicas en la región del terremoto de Ancash de noviembre de 1946. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, volumen jubilar XXV aniversario, parte II, fasc. 6, p. 1-29.
- HEIM, A. (1974). Observaciones glaciológicas en la Cordillera Blanca. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (20): 111-117.
- HIDROSERVICE & ELECTROPERÚ (1984) - *Estudio integral para el aprovechamiento de la cuenca del río Santa*, 1ra etapa, Informe de inventario, Anexo H: geología, glaciología, sismología y topografía. Volumen 1: geología general. Lima: Hidroservice, Ingeniería de Proyectos, 125 p.
- HUAMANÍ, A. (2000) - Aguas termales y minerales en el norte del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales*, 22, 75 p.
- HUNGR, O., et al. (2001) - A review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental & Engineering Geoscience*, 7(3): 221-238.
- IBARRA, G. (1974). *Estudios geológicos para asentamiento de poblaciones: A.- poblaciones al SE de Huaraz. B.- Bolognesi. Provincias: Huaraz y Pallasca - Departamento Ancash*. Bachiller Ciencias Geológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 61 p.
- INDACOCHEA, A. (1944) – *Movimientos del suelo de Pariacancha y Ataquero*, Informe inédito. Lima: Instituto Geológico del Perú, 23 p.
- INDACOCHEA, A. (1947) - Aluvionamiento de Chavín de Huántar el 17 de enero de 1945. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (20): 21-28.
- INDACOCHEA, A. (1954) - *Estudio de fenómenos fisiográficos en San Luis, provincia de Huarí – Departamento de Ancash*, Informe inédito. Lima: Instituto de Investigación y Fomento Mineros, 15 p.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (2001) - *Geomorfología y susceptibilidad a la inundación del valle fluvial del Magdalena: Sector Barrancabermeja – Bocas de Ceniza*

- (en línea). Bogotá: IDEAM, Subdirección de Geomorfología y Suelos, 68 p. (Consulta: junio 2008). Disponible en Web: <<http://www.ideam.gov.co/publical/RioMagdalena/geomagdalen2.pdf>>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (2004) - *Catálogo sísmico preliminar para el período 1900-2004: sismología, datos de intensidades sísmicas* (CD-ROM). Lima: Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de Datos Geofísicos.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1985) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Pativilca. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 8A, 185 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1997) - Álbum de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del Perú, memoria descriptiva. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 17, 142 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (1995-2006) - *Estadísticas de emergencias* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2008), Disponible en Internet: <http://www.indeci.gob.pe/estadisticas/banco_datos.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2002) - *Compendio estadístico de emergencias 2001* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2008), Disponible en Internet: <http://www.indeci.gob.pe/compend_estad_comp_estad2001.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2003) - *Compendio estadístico del SINADECI 2002*. Lima: INDECI, 359 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2004) - *Mapa de peligro, plan de usos de suelo y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Carhuaz*. Proyecto INDECI-PNUD PER/02/51 Ciudades Sostenibles. Lima: INDECI.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2004) - *Mapa de peligro, plan de usos de suelo y medidas de mitigación ante desastres, ciudades de Recuay, Ticapampa y Catac*. Proyecto INDECI-PNUD PER/02/51 Ciudades Sostenibles. Lima: INDECI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2005) - *Banco de información distrital* (en línea). Lima: INEI. (Consulta: mayo 2008), disponible en Internet: <<http://www.inei.gob.pe>>; <<http://www.desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>>
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (1995) - *Estudio de reconocimiento del uso del recurso hídrico por los diferentes sectores productivos en el Perú*. Convenio INRENA-PNUD-DDSMS. Lima: INRENA, Dirección General de Aguas y Suelos, 318 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (1995) - *Mapa ecológico del Perú a escala 1:1.000.000, Guía Explicativa*. Lima: INRENA, 146 p.
- KEEFER D.K. (1984) - Landslides caused by earthquakes. *Geological Society of America Bulletin*, 95(4): 406-421.
- LEUREYRO, J.; MACHARÉ, J. & SEBRIER, M. (1991) - Actualización del mapa neotectónico del Perú a escala 1:2'000,000. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t. 1, p. 23-28.
- LOCKRIDGE, P. (1985). *Tsunamis in Peru – Chile*. Boulder, Colorado: National Geophysical Data Center, World Data Center A for solid earth Geophysics, 97p.
- MAITA, J. & FIDEL, L. (1980) - *Estudio geodinámico del área de Rahuapampa – Ancash*, Informe inédito. Lima: INGEMMET, Dirección de Geotecnia, 23 p.
- MCGUIRE, R.K. (1976) - *Fortran computer program for seismic risk analysis*. Reston, VA: U.S. Geological Survey, Open-File Report 76-0067, 68 p.
- MEDINA, J. (1991) - *Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento*. Lima: Tecnología Intermedia ITDG, 87 p.
- MORA, S. & VAHRSON, W.G. (1993) - Determinación a priori de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. *Rev. Tecnología ICE*, 3(1): 32-42.
- MORALES, B. (1999) - Glaciers of Perú. With sections on the Cordillera Blanca on Landsat imagery and Quelccaya ice cap, by Stephan L. Hastenrath. En: Williams, R.S. & Ferrigno, J.G., eds., *Satellite image atlas of glaciers of the World, Chapter I: Glaciers of South America*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1386-I-4, p. 151-179. También disponible en Web: <<http://pubs.usgs.gov/prof/p1386i/peru/index.html>>
- MYERS, J.S. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Huarmey y Huayllapampa. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 33, 153 p.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (1972) - *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa*. Cuencas

- de los ríos Santa, Lacramarca y Nepeña. Lima: ONERN, 3 t.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (1972) - *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa. Cuencas de los ríos Casma, Culebras y Huarmey*. Lima: ONERN, 3 t.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (1972) - *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa. Cuencas de los ríos Fortaleza, Pativilca y Supe*. Lima: ONERN, 3 t.
- ORTIZ, G. & GONZALES, M. (1972) - *Derrumbes producidos en el caserío de Llaymucha, anexo del distrito de Pallasca, provincia de Pallasca, Departamento de Ancash*, Informe inédito. Lima: Servicio de Geología y Minería, 18 p.
- PELLEGRINI, G.B. (2000) - *Note illustrative della carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 063: Belluno*. Roma: Servizio Geologico d'Italia, 141 p.
- PERALES, F.; PÉREZ, G. & TAYPE, V. (1972) - *Apreciaciones geológicas en el área afectada por el sismo del 15 de octubre de 1971 (Provincia de Aymaraes – Departamento de Apurímac)*, Informe inédito. Lima: Servicio de Geología y Minería, 18 p.
- PÉREZ, G. (1973) - *Agrietamientos, asentamientos y deslizamientos de tierras en el cerro Shongo Huayco, caserío de Shongo Huayco – Prov. de Sihuas, Dpto. de Ancash*, Informe inédito. Lima: Servicio de Geología y Minería, 15 p.
- PÉREZ, G. (1974) - *Estudio geodinámico en la localidad de Yauya, Prov. Mariscal Luzuriaga – Dpto. de Ancash*, Informe inédito. Lima: Servicio de Geología y Minería, 15 p.
- PERU ECOLÓGICO (2009) – *Áreas protegidas: Parque Nacional Huascarán* (en línea). Lima: Perú Ecológico. (Consulta: febrero 2009). Disponible en Web: <http://www.peruecologico.com.pe/areaprotegida_huascaran.htm>
- PERU. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2003) - *Reglamento nacional de construcciones. Norma técnica de edificación E. 030. Diseño sismo resistente*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 34 p.
- ROBINSON, E.S. (1990) - *Geología física básica*. México DF: Editorial Limusa, 699 p.
- SALAZAR, H. (1966). Observaciones geológicas y daños ocasionados en Malvas y otros pueblos por el sismo del 24 de setiembre de 1963 (Provincia de Aija, departamento de Ancash. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín*, 13, p. 119-131.
- SÁNCHEZ, A.; MOLINA, O. & GUTIÉRREZ, R. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 59, 263 p.
- SANTACANA, N. (2001) - *Análisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. También disponible en Internet: <<http://www.tdcat.cesca.es/TDCat-0713101-113341/>>
- SÉBRIER, M., et al. (1982) - *Observaciones acerca de la neotectónica del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 107 p.
- SILGADO, E. (1978) - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). *Instituto de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 3, 130 p.
- SOTOMAYOR, C. (1976) - *Reconocimiento geológico del deslizamiento de Quecas y Canchas, Dist. Huachis, Prov. Huari, Dpto. Ancash*, Informe técnico. Lima: Instituto de Geología y Minería, 13 p.
- SPANN J. (1947). Informe sobre el origen de la catástrofe de Chavín de Huántar. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (20): 29-33.
- SUÁREZ, J. (1998) - *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- TAVERA, H. & BUFORN, E. (2001) - Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology*, 5: 519-539
- TAVERA, H. & BERNAL, I. (2005) - Distribución espacial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas en el borde oeste del Perú. En: Arce, J., ed. *Alberto Giesecke Matto*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Especial, 6, p. 89-102.

- TAYPE, V. & GALDOS, J. (1972) - *Informe sobre el deslizamiento de tierras en el distrito de San Luis (Provincia de Huari, Departamento de Ancash)*, Informe inédito. Lima: Servicio de Geología y Minería, 19 p.
- El terremoto de Ancash, el 10 de noviembre de 1946. *Boletín Sociedad Geográfica de Lima*, LXIII, 3er y 4to trim. 1946, p. 336-340.
- TORRES, D. (1944) - Informe sobre los derrumbes y deslizamientos de tierra en Pomabamba. *Boletín Cuerpo Ingenieros de Minas Perú*, 130: 183-201.
- VARNES, D.J. (1984) - *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. Paris: UNESCO, Comisión on Landslides on the IAEG, Natural Hazards Series, 3.
- VÉLIZ, J. (1975) - *Informe geológico sobre el deslizamiento de tierras en Pompey-Chacas*, Informe inédito. Huaraz: ELECTROPERU, U.C. 16 Glaciología y Seguridad de Lagunas, 20 p.
- WILSON, J.J. (1966) - Deslizamiento en el cerro Mushuquino (Dist. y Prov. de Pallasca, Depto. De Ancash). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín*, 13, p. 25-34.
- WILSON, J.J.; REYES, L. & GARAYAR, J. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Actualizado por la Dirección de la Carta Geológica Nacional. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 60, 79 p.
- ZAMUDIO, Y. & TAVERA, H. (2004) - Análisis temporal de la actividad sísmica en el sur del Perú y sus implicancias tectónicas. En: Congreso Peruano de Geología, 12, Lima, 2004, *Resúmenes extendidos*, Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 328-331.
- ZAPATA, M. (2002) - La dinámica glaciar en lagunas de la Cordillera Blanca. *Acta Montana, Series A: Geodynamics*, 19 (123): 37-59.
- ZAVALA, B., et al. (2007) - *Zonas críticas por peligros geológicos e hidrológicos en la región Ancash, Reporte preliminar*, Informe inédito. Lima: INGEMMET
- ZAVALA, B. & VILCHEZ, M. (2006) – Estudio de riesgos geológicos en la Región Huánuco. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 34, 174 p.
- ZAVALA, B. (2007) - *Susceptibilidad a los peligros geológicos en la carretera Pativilca-Conococha-Antamina*, Informe inédito. Lima: INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental.

PÁGINA EN BLANCO

ANEXOS

PÁGINA EN BLANCO

ANEXO 1
PRINCIPALES SECTORES AFECTADOS POR MOVIMIENTOS
EN MASA

PÁGINA EN BLANCO

Anexo 1.1

Principales áreas afectadas por aludes, caída de rocas, derrumbes y vuelcos

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Aludes						
Nevado Huandoy Yungay, Yungay	Activo	3	3	9	Acumulación de morrenas al pie y formación de lagunas por retroceso glacial.	Puede afectar camino rural.
Nevado Huascarán Yungay, Yungay	Activo	2	2	4	Agrietamientos en el glaciar que generan constantes deslizamientos pequeños.	Puede afectar moderadamente.
Nevado Yanapacha Yanama, Yungay	Activo	3	1	3	Avalancha de detritos, escobrería, no canalizado, presenta obstrucción de vía, alud o avalancha de nieve hielo, presenta agrietamientos en el glaciar.	Sin daños registrados.
Nevado Santa Rosa Huaraz, Huaraz	Activo	2	1	2	Valle glaciar con cierre de valle fluvial por flujos o avalanchas de detritos en ambas márgenes. Presencia de laguna en el pie del glaciar	Sin daños registrados.
Nevado Matarrojo Yungay, Yungay	Activo	2	1	2	Grietas transversales y depósitos de morrenas con formación de lagunas al pie, pueden generar avalanchas de detritos.	Sin daños registrados.
Caída de rocas						
San Isidro Aco, Corongo	Activo	3	4	12	Bloques hasta de 2 m de diámetro suspendidos en ladera.	Daños severos en tramo de 150 m de carretera.
Nevado Yanara Chacas, Asunción	Activo	3	3	9	Bloques sueltos en la ladera y taludes de corte, material suelto y filtraciones pueden producir avalanchas de detritos.	Puede afectar 1 000 m de camino rural.
Cerro Tumaco Parobamba, Pomabamba	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, ladera, rotura mixta, zona de arranque irregular, longitud de arranque 700 m., altura 70-80 m, acumulación de bloques en la ladera, tamaño de bloques 2,50 m.	Afecta 600 m de carretera.
Cerro Cunca Acas, Ocros	Activo	3	3	9	Caída de rocas en la margen derecha del río Pativilca. Bloques hasta de 3 m de diámetro aproximadamente en las laderas. Se observa también derrumbes. Se observa canchales con clastos angulosos.	Aporta material al río y puede afectar bocanoma de central hidroeléctrica de Cahua, aguas abajo.
Cerro Cresta de Gallo.	Activo	3	3	9	Se observa caída de rocas, talud rocoso fracturado, zona de arranque irregular y discontinua. Acumulaciones de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos; con lluvias podrían originarse avalanchas de detritos.	Compromete un tramo de 1000 m de carretera por sectores.
Cerro Huegangaro, km 32+900 - km 34+540, carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulación de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Compromete un tramo de 1000 m de carretera por sectores; se han colocado muros de entrocado al pie.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Chaucayán Llaclín, Recuay	Activo	4	2	8	Se aprecia desprendimiento de rocas en las laderas del cerro cuchillas en el km 65 de la carretera Lima-Huaraz en una longitud aproximada de 400 m	Afecta viviendas y carretera asfaltada Lima - Huaraz en el tramo km 65+000 al 65+400.
Paclón, Bolognesi	Activo	4	2	8	Se observa caída de rocas en las laderas del Cerro en la margen derecha del río Llamac. Roca sedimentaria fracturada y alterada. Se observa también material Proluvial	Afecta tramo de carretera a Llamac.
Aquia, Bolognesi	Activo	4	2	8	Desprendimiento de roca en la carretera a Antamina en el km 21+700. Margen izquierda de la quebrada Sheque. Talud de corte 90°, talud natural 20 a 35°. Se observan también deslizamientos antiguos que pueden ser reactivados por corte de carretera. Roca caliza y lutitas carbonosas muy fracturadas y alteradas	Afecta tramo de carretera a Antamina en el km 21+000 al 21+300.
Ticillos, Bolognesi	Activo	4	2	8	Se observa caída de rocas en las laderas del cerro. Roca volcánica fracturada y alterada. Derrumbe de roca y material coluvial posiblemente por corte de carretera. Bloques sueltos hasta de 2 m de diámetro aproximadamente	Afecta tramo de carretera Ticillos-Copanqui en el km 29+820 en aprox. 140 m
Quitapampa/ Cerro Chonta Llamellín, Antonio Raymondi	Activo	2	3	6	Caída de rocas con sismos y lluvias intensas; pueden caer bloques hasta de 4 m de diámetro. Talud rocoso fracturado con roturas en cuña y planar: área de 500 x 200 m.	Puede afectar casas en Quitapampa y Colo así como la carretera Llamellín- Chaccho-Mirgas y terrenos de cultivos,
Nevado Porouingua, ladera NO, Chacas, Asunción		3	2	6	En acantilado, caída por vuelco y cuña con acumulación de bloques en ladera.	Puede afectar 160 m de camino rural.
Portachuelo Huallanca, Huaylas	Activo	2	3	6	Substrato rocoso con fracturamiento planar genera talus de detritos.	Puede afectar moderadamente carretera.
Santa Rosa (Garlero) Huarmey, Huarmey	Activo	3	2	6	Bloques de roca intrusiva sueltos en las laderas del cerro que afectan la carretera. También ocurren derrumbes en el sector.	Podría afectar tramo de carretera Huarmey-Aija en el km 27+700 al 28+500 y terrenos de cultivo.
km32+900 al 33+500 carretera Huarmey-Aija Huarmey, Huarmey	Activo	3	2	6	Se observa bloques de roca intrusiva sueltos en las laderas del cerro que afectan la carretera Huarmey-Aija en el km 32+900	Puede afectar tramo de carretera km 32+900 y terrenos de cultivo.
Chasquitambo Colquioc, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa caída de rocas en las laderas de una terraza proluvial del cono de eyección del río Purúsima, al sur de Chasquitambo. Presencia de grandes bloques sueltos en la ladera.	Con sismos podría afectar viviendas cercanas a la ladera.
Cerro Picón Marca, Recuay	Activo	3	2	6	Caída de rocas en las laderas del Cerro Picón, margen derecha del río Marca. Bloques grandes sueltos en las laderas hasta de 4 m de diámetro aproximadamente. Roca volcánica fracturada y alterada. Se observa también un flujo que baja por las laderas del cerro.	Afecta tramo de trocha carrozable a Marca y puede cargar al río Marca.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Rurec Marca, Recuay	Inactivo-joven	3	2	6	Caída de rocas en la ladera del cerro Mongote, en la margen izquierda del río Marca. Bloques sueltos en la ladera hasta de 4 m de diámetro. Roca volcánica muy fracturada y alterada.	Una reactivación podría afectar terrenos de cultivo, pastos y viviendas en las laderas.
Huaymur Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Se observa caída de rocas en la ladera del cerro Huaymur, en la margen derecha del río Huayllapampa	Afecta caminos vecinales, terrenos de cultivo y puede cargar al río
Margen izquierda de la quebrada Pumac Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Se observa caída de rocas en la ladera de la margen izquierda de la quebrada Pumac. Bloques grandes sueltos en la ladera. Roca volcánica fracturada y alterada. Se observa flujos en el material Coluvio-deluvial	Puede afectar tramo de carretera Marca-Huayllapampa en 200 m y pastizales.
km76+600 carretera Lima Huaraz / Cerro Cabracutac Marca, Recuay	Inactivo-joven	3	2	6	Farallón en tobas volcánicas (parte superior) y ladera coluvial cerro Cabracutac. Se observa bloques sueltos en la ladera del cerro Cabracutac.	Puede afectar carretera Lima-Huaraz en el tramo km 76+600.
Aquia / Cerro Aynuc-Jerusalem Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Desprendimiento de rocas en laderas de fuerte pendiente. En las partes altas la pendiente es vertical. Areniscas muy fracturadas y alteradas.	Podría afectar tramo de carretera Chiquián-Aquia, terrenos de cultivo en las laderas del cerro y pastos. Excepcionalmente podría afectar parte del pueblo.
Cerro Chanco San Pedro, Ocos	Activo	3	2	6	Caída de rocas en ambas márgenes de la quebrada Quillishya. Roca intrusiva muy fracturada y alterada. Bloques sueltos en las laderas del cerro Chanco hasta de 4m. de diámetro aproximadamente	Puede afectar tramo de trocha carrozable Choque-Congas.
Tupin / Cerro Pariamarca Congas, Ocos	Activo	3	2	6	Se observa caída de rocas en las laderas del cerro Pariamarca, en la margen izquierda de la quebrada Choque. Bloques sueltos en las laderas hasta de 3 m de diámetro. Roca intrusiva fracturada y alterada. Bloques alargados y angulosos.	Afecta terrenos de cultivo y pastos. Puede cargar a la quebrada Choque. Afecta actividad ganadera y dos viviendas.
Cajón Chiquián, Bolognesi	Activo	3	2	6	Caída de rocas en la ladera del Cerro, en la margen izquierda del río Pativilca. Roca sedimentaria fracturada y alterada. Bloques sueltos en la ladera	Puede afectar tramo de carretera a Pacllón y pastizales.
Pacllón, Bolognesi	Activo	3	2	6	Caída de rocas en la margen izquierda del río Llamac. Bloques hasta de aproximadamente 4 m de diámetro en las laderas inferiores. Roca sedimentaria (arenisca, cuarcita) muy fracturada y alterada.	Afecta tramo de carretera a Llamac.
Entrada a Ocos / quebrada Yanamayco Ocos, Ocos	Activo	3	2	6	Caída de rocas en la ladera de la margen derecha de la quebrada Yanamayco. Bloques grandes hasta de aproximadamente 6 m, van de angulosos a subredondeados, roca intrusiva fracturada y alterada	Puede afectar 8 viviendas, y pastizales.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cerro Tentación Cochas, Ocros	Activo	3	2	6	Se observa desprendimiento de rocas en la ladera del Cerro Tentación, bloques sueltos; roca volcánica muy alterada y fracturada. Se observa también flujos en las laderas.	Puede afectar tramo de carretera Barranca-Ocros, terrenos de cultivo y canal de irrigación.
Tablones Chimbote, Santa	Activo	2	3	6	Ladera con acumulación de fragmentos de rocas; substrato intrusivo muy fracturado.	Puede afectar cuatro viviendas.
Cerro San Juan Moro, Santa	Activo	2	3	6	Caída de rocas que pueden afectar tramo de la carretera y algunas viviendas.	Puede afectar carretera y viviendas.
Río Chumbe (cerca de Sallire) Moro, Santa	Activo	3	2	6	Talud rocoso con fracturamiento planar con bloques hasta de 2m de diámetro suspendidos en ladera, margen derecha del río Chumbe.	Puede afectar 6 viviendas y terrenos de cultivo
Cerro Coishco Chimbote, Santa	Activo	3	2	6	Un sismo o lluvias podrían generar la caída de rocas suspendidos en laderas y afectar a viviendas	Puede afectar carretera a Chimbote y algunas viviendas
Macabalaca Huarney, Huarney	Activo	3	2	6	Se observa bloques sueltos en la ladera Oeste del Cerro Alguay. Roca volcánica, duras, muy fracturadas superficialmente.	Afecta la carretera Huarney-Aija (km 3+760).
Carretera Huarney-Aija km 5+800 Huarney, Huarney	Activo	3	2	6	Se observa caída de rocas en las laderas del Cerro Alguay, bloques sueltos en las laderas.	Afecta tramo de carretera Huarney-Aija (km 5+800).
Cerro Cashcaran km11+600 carretera Huarney-Aija Huarney, Huarney	Activo	3	2	6	Se observa desprendimiento de rocas en la ladera del Cerro Cashcaran. Se observan fuertes agrietamientos en los afloramientos rocosos.	Afecta tramo de carretera Huarney-Aija en el km 11+600 al 12+700
Sector Chical / Cerro Son Huarney, Huarney	Activo	3	2	6	Se observa bloques sueltos en la ladera, que afectan la carretera, se localizan roturas en cuña.	Afecta carretera afirmada Huarney-Aija en el tramo km 17+550 al 19+400.
Km 20+ 100 carretera Huarney- Aija Huarney, Huarney	Activo	3	2	6	Bloques sueltos de roca intrusiva que afecta la carretera Huarney-Aija.	Puede afectar tramo de carretera Huarney-Aija (km 20+100)
Coto Tranca Llamellin Antonio Raymondi	Activo	2	3	6	Depósito de remoción antiguo de más de 400 m de longitud y 40 m de espesor.	500 m de camino rural podrían ser afectados.
Cerro Simoco Machay Yungay, Yungay	Activo	2	3	6	En ladera, caída planar irregular.	Puede afectar moderadamente 320 m de carretera.
Cerro Chanchopunta Carhuaz, Carhuaz	Activo	2	3	6	Bloques sueltos en la ladera por corte de carretera, hasta 1.2m de diámetro, ladera en substrato rocoso con fracturamiento planar.	Afecta moderadamente 200 m de camino rural.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Huchaypuquio La Pampa, Corongo	Activo	2	3	6	Talus de detritos con pendiente entre 35° a 40°. Substrato fracturado.	Afecta moderadamente 250 m de carretera.
Chacato Chacas, Asunción	Activo	3	2	6	Zona escarpada y acumulación de bloques en ladera media. Tamaños máximos hasta de 1 m de diámetro. Susceptible a remoción con sismo y agua.	Viviendas afectadas: 5-8, Camino rural: 200 m.
Acocancha-Cerro de Yanco Coris, Aija	Activo	2	3	6	Caída de rocas en cuña, ladera, acantilado, zona irregular de arranque de 600 m de longitud, bloques aislados. Acumulación de grandes bloques en laderas.	Puede afectar levemente 600 m de carretera, 3-5 viviendas.
Vuelcos						
km- 105+140 al 105+400 Carretera a Antamina San Marcos, Huari	Activo	4	3	12	Talud rocoso fracturado, rotura por vuelco, con corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Podría generar daños e interrupción en la carretera; Zona crítica.
Huaquish / Faldas del Cerro Botija Punta Colquioc, Bolognesi	Activo	3	3	9	Caída de rocas en el km 53-800 de la carretera Lima-Huaraz. Bloques sueltos de roca intrusiva (granito) muy fracturada y alterada: en la fractura principal (la del vuelco) se observa también diques que hacen que el macizo rocoso sea más propenso a la ruptura.	Puede afectar km 53+800 de la carretera Lima-Huaraz.
Quengua San Juan de Rontoy, Antonio Raymondi	Activo	2	3	6	Bloques inestables al borde de la carretera.	Afecta 500 m de carretera.
Quebrada Chaguami Pallasca, Pallasca	Activo	2	3	6	Escarpas sucesivas, material removido. En la parte baja de la quebrada se ha reforestado con eucaliptos.	Afecta carretera y 4 postes de luz.
Puente km 104 + 180 Yanama Yungay	Activo	2	2	4	Vuelcos, talud rocoso fracturado, rotura vuelco, longitud de arranque 180 m, altura 40-50 m, acumulación de bloques en la ladera, canchales o talus de detritos, bloques de 0,50 - 2,50 m, obstrucción de vía 150 m.	Daños leves con obstrucción de 150 m de vía de acceso entre Yungay y Yanama.
Colapsos o derrumbes						
Mayorarca Cajacay, Bolognesi	Activo	4	3	12	Derrumbe en la ladera del cerro Huamaquin, en la margen izquierda del río Fortaleza.	Afecta tramo de la carretera Lima - Huaraz en 350 m.
Suytucocha Conchudos, Pallasca	Activo, Inactivo-joven	3	4	12	Gran cierre de valle, bloques de 6 m de diámetro, enorme avalancha, aguas abajo se comportó como flujo	Daño en la morfología del valle; afectación aguas abajo.
Quebrada Huarachupa Tilillos, Bolognesi	Activo	5	2	10	Derrumbe en la margen izquierda de la quebrada Huarachupa. También se observa en la margen derecha. Compromete roca volcánica muy alterada y fracturada y material residual	Afecta pastos y aporta material a la quebrada.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Ticillos, Bolognesi	Activo	5	2	10	Derrumbes y cárcavas en ambas márgenes de la quebrada. Afecta a roca volcánica y material residual. En todo lo largo de la quebrada se presentan estos problemas. Debido a esto con lluvias fuertes se produce huayco en la quebrada.	Afectó tramos de carretera antigua, interrumpió la carretera y aisló a pueblos de Ticillos y Corpanqui. Huayco puede afectar carretera a Ticillos, puente de palo. Las cárcavas y derrumbes aportan material a la quebrada y afectan pastizales.
Km 17+180 Carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, roca/ suelo; forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Afecta tramo de aproximadamente 900 m de carretera.
Km 22+200 - 22+340 Carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	3	9	Se observa caída de derrumbes, con corte artificial, roca/ suelo, forma de zona de arranque regular y continua, con una longitud de 140 m y altura de 40 m.	Se han registrado daños en 140 m de la carretera.
Cerro Pucacushuro Huallanca, Bolognesi	Activo	3	3	9	Arranque irregular con salto de terreno de 1,5 m.	Puede afectar levemente 500 m y dos torres de alta tensión.
Debajo de Pacllón / Zanjón Pacllón, Bolognesi	Activo	3	3	9	Se observa derrumbe en la ladera debajo del pueblo de Pacllón. Abundante material suelto en la ladera. Material aluvio-proluvial. Se observa cárcavas	Afecta al pueblo de Pacllón y aporta material al río.
Canca / Cerro Luzque Pacllón, Bolognesi	Activo	3	3	9	Derrumbe en la ladera del cerro Luzque. Roca fracturada y alterada. Amenaza al pueblo de Canca. Deslizamiento antiguo reactivado; se observa agrietamientos.	Puede afectar viviendas del poblado de Canca.
Km 100+000 carretera Lima - Huaraz Cajacay, Bolognesi	Activo	3	3	9	Derrumbe en el km 100+000 de la carretera Lima - Huaraz. Talud de corte de 85° y el talud natural 40°. Roca volcánica muy fracturada y alterada, se encuentran fallas.	Afecta tramo de carretera km 100+000 al 101+600 Lima - Huaraz
Cerro Pajan Yanama, Yungay	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, rotura planar, vuelco mixto, zona de arranque irregular, discontinua, longitud de arranque 1 000 m., altura 50-90 m., bloques aislados, obstrucción de vía 1 000 m.	Afecta moderadamente tramo de 1 000 m de camino rural
Quebrada Tingo / Turpuy Pacllón, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Tingo que aportan material a la quebrada.	Carga material a la quebrada. Afecta pastizales.
Quispata Chiquián, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbe por corte de carretera en tramo Pacllón. Material proluvial con roca; margen izquierda del río Pativilca. Talud de corte mayor de 70°.	Afecta tramo de 100 m de carretera Chiquián-Pacllón y podría afectar pastos en la parte baja.
Km 51 carretera Chiquián - Aquia - Huanuco Aquia, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbes en las laderas del Cerro. Pendiente natural de 20 a 35° y de corte 90°. Lutitas y areniscas muy fracturadas y alteradas.	Afecta tramo de carretera Chiquián - Aquia en aprox. 200 m (km 51+000). Puede cargar el río Pativilca.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Km26 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbe en talud de corte de carretera. Pendiente natural 20 a 35° y de corte aproximadamente vertical. Areniscas y lutitas muy fracturadas y alteradas. Se han colocado drenes y banquetas.	Afecta tramo de carretera a Antamina km 26+300 al 25+800
Huasta, Bolognesi	Activo	4	2	8	Roca sedimentaria, Lutita carbonosa y areniscas muy fracturadas y alteradas.	Puede afectar tramo de carretera a Huasta en 300 m de longitud y canal de irrigación; aporta material al río Pativilca.
Cerro Ullju Chiquián, Bolognesi	Activo	4	2	8	Involucra lutitas carbonosas, areniscas muy fracturadas y alteradas	Podría afectar tramo de carretera y terrenos de cultivo.
Quinchipata Chiquián, Bolognesi	Activo	4	2	8	Se observa un derrumbe por corte de carretera en el km27+000 carretera a Chiquián. Areniscas y cuarcitas bien alteradas y fracturadas.	Afecta tramo de carretera a Chiquián km 27+000 al 28+260.
Km 17+900 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbe y caída de rocas en la carretera a Antamina. Pendiente natural de 25 a 35° y la del talud de corte 85 a 90°. Roca volcánica muy fracturada y alterada. Sectores enmallados, muros de contención, cunetas y drenajes	Afecta tramo de carretera km 18+000 al 17+000.
Ticillos, Bolognesi	Activo	4	2	8	Derrumbe por talud de corte de carretera. Roca intrusiva muy alterada y fracturada. Abundante material suelto. El derrumbe tiene un ancho aproximado de 40 m.	Afecta tramo de carretera Ticillos-Corpanqui en el km 28+560.
Km 95+600, 96+250 Carretera pativilca-Conococha Cajacay, Bolognesi	Activo	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinuo, acumulación de bloques en la ladera, depósitos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstrucción de la vía 650 m.
Cerro Huaytahuatanan Huacache, Huari	Reactivado	3	2	6	Rotura planar del talud rocoso. Acanalado. Forma irregular de 200 m de longitud y 100 m de altura. Acumulación de bloques de 1,5 m en canchales. Derrumbe reactivado por corte de carretera a Huacache. Presencia de rocas sedimentarias fracturadas y alteradas.	Afecta 100 m de camino rural.
Cerro Paccha, km- 75+860 al 76+560 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbes, forma de la zona de arranque irregular y discontinuo, con corte artificial.	Se han registrado daños en la carretera, obstrucción de la vía 700 m, construcción de muros de piedra y obras de drenaje en las laderas,
km- 83+220; 83+580; 84+200 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbes tipo de rotura mixta, ladera y corte artificial, roca/ suelo, forma de zona de arranque irregular y discontinua.	Se han registrado daños leves por tramos; se han construido muros de contención de piedra.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Laguna Huachococha; km-90+440, carretera a Antamina San Marcos, Huari	Activo	3	2	6	Talud rocoso fracturado, rotura por vuelco, roca/suelo, forma de la zona de arranque irregular; talud de corte inestable por filtraciones,	Se han registrado daños leves en la carretera, obstrucción de la vía; se han construido cunetas y zanjales para aguas pluviales; muros de contención, drenajes y banqueteo en los taludes.
Acejar Punta	Activo	2	3	6	Derrumbe en corte de carretera de 150 m de longitud y 250 m de altura. El derrumbe actual obstruyó 30 m de la carretera a Huacaybamba.	Afecta 150 m de camino rural.
Al frente de Huanja Ponto, Huari	Activo	2	3	6	Erosión en la parte inferior.	Camino rural en tramo de 350 m.
Río Huampay Llacla, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe en la margen izquierda del río Huampay. Material suelto en la ladera del cerro, se observa canchales.	Afecta terrenos de cultivo, aporta material al río Huampay.
Confluencia río Pativilca y quebrada Yanayaca Llacla, Bolognesi.	Activo	3	2	6	Derrumbe en la margen izquierda del río Pativilca, abundante material suelto en la ladera. Material coluvio-proluvial.	Aporta abundante material al río.
Cerro Ocshajirca Llacla, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe en la ladera del Cerro Ocshajirca, en la margen izquierda de la quebrada Yanayaca. Abundante material suelto en la ladera.	Aporta material a la quebrada, puede represar la quebrada y provocar daños aguas abajo (Llamac).
Chiquián Chiquián, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe en la ladera inferior de la ciudad de Chiquián al pie de la ciudad de Chiquián	Puede afectar terrenos de cultivo y pasitazales.
Hacienda Pache Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe por corte de carretera en la zona de la Hacienda Pache. Debajo de la carretera Chiquián - Aquia - Huánuco se observa erosión fluvial.	Afecta carretera Chiquián - Aquia - Huánuco en el km 46+500.
Ushpas / Cerro Huishrapunta Ticillos, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe y caída de rocas en las laderas del Cerro Huishrapunta en la parte alta del pueblo de Ushpas	Compromete caminos y terrenos de cultivo.
Huaman Marca Huari, Huari	Activo	2	3	6	Talud superior de carretera inestable, compuesto por depósito coluvial, con bloques sueltos. Zona de arranque irregular con altura de 20-25 m. Substrato de mala calidad (Formación Chicama).	Afecta camino rural: 250 m.
Ticillos Ticillos, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe en la margen derecha de la quebrada. Material suelto en la ladera de la quebrada. Yanayaca. También derrumbes en la margen izquierda.	Aporta material a la quebrada.
Chavin de Huántar, Huari	Activo	3	2	6	Derrumbes y caídas de roca en depósito coluvial - deluvial.	Afecta moderadamente 200 m de carretera.
Cerro Colquipunta Ticillos, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbe y caída de rocas en la ladera del Cerro Colquipunta. Bloques grandes sueltos hasta de 2 m. de diámetro aproximadamente. Presencia de material deluvial en la ladera.	Afecta tramo de carretera a Ticillos y pastizales.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cerca de túnel Ticapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Abundantes filtraciones, grandes bloques en las morrenas de 2-3 m de diámetro.	Puede afectar 150 m de carretera.
Acas, Ocos	Activo	3	2	6	Derrumbes en la margen derecha del río Pativilca, material suelto en la ladera. Se observa canchales, con. Bloques hasta de 3 m de diámetro aproximadamente. Roca intrusiva muy fracturada y alterada.	Aporta material al río Pativilca.
Ocos / Condorcocha Ocos, Ocos	Inactivo-joven	3	2	6	Se observa derrumbes en las laderas izquierda de la quebrada Yanamayco. Aguas debajo de Ocos. Derrumbes estabilizados, que pueden reactivarse por sectores.	Afecta terrenos de cultivo y pastos. Si se reactiva puede cargar el río Ocos.
Al pie de Catucancha Huaraz	Activo	3	2	6	Colapso en la margen izquierda del río Santa. El río erosiona el talud inferior provocando colapsos. Se observa depósitos fluvio-glaciares en el pie. Zona de arranque irregular en una longitud de 500 m.	Afecta canal; Se esta reforestando para proteger el canal de irrigación.
Marca, Recuay	Inactivo-joven	3	2	6	Talud de corte de carretera en la trocha carrozable a Marca, margen derecha del río Marca. Material proluvial. Talud de corte 90°, talud natural aproximadamente 70°.	Podría afectar tramo de trocha carrozable a Marca.
Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Derrumbe en talud de corte de carretera. El canal esta provocando los derrumbes. Material Coluvio-residual, con roca sedimentaria en la base.	Puede afectar trocha entre Marca-Huayllapampa, pastizales y canal.
Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Se observa derrumbe por talud de corte de carretera en las laderas del Cerro. Material coluvio-deluvial. En la parte superior del talud se observa agrietamientos y asentamientos	Afecta tramo de Trocha carrozable Marca-Huayllapampa.
Quebrada Tapacocha Tapacocha, Recuay	Activo	3	2	6	Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Tapacocha, puede represar el río Colaparraco.	Puede afectar terrenos de cultivo en margen derecha de la quebrada Tapacocha y represar el río Colaparraco.
Quebrada Jacan Tapacocha, Recuay	Activo	3	2	6	Se observa derrumbe de aproximadamente 300 m de longitud en el tramo de carretera km 61+100, derrumbe por corte de carretera	Afecta tramo de carretera en el km 61+100 al 61+400, unos 300 m.
Tapacocha, Recuay	Inactivo-joven	3	2	6	Derrumbe en las laderas del cerro, en el km 54+500 de la carretera Colaparraco-Pararín, en la ladera derecha de la quebrada Puquioran.	Afecta tramo de carretera en el km 54+500.
Quebrada Huayo Tapacocha, Recuay	Activo	3	2	6	Derrumbe por talud de corte de carretera de aproximadamente 200 m de longitud en tramo de carretera km 62+000.	Afecta tramo de 200 m de carretera.
Cerro Runtacuerno Huallanca, Bolognesi	Activo	2	3	6	Talud rocoso fracturado e inestable, rotura en cuña, planar, vuelco, de forma irregular, con bloques aislados y canchales, tamaño de bloques 1-5 m. Dimensiones: longitud 250 m, altura 25-40 m.	Afecta 250 m de carretera.
Culluchaca Ponto, Huari	Activo	2	3	6		Camino rural: 200 m.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cerro Palpín Cajacay, Bolognesi	Activo	2	3	6	Se observa un derrumbe en el talud de corte de carretera de la ladera del cerro Palpín. Roca volcánica muy fracturada y alterada, presencia de filtraciones.	Puede afectar tramo de carretera km 96+000 al 97+000 Lima – Huaraz.
Quebrada Palpín Cajacay, Bolognesi	Activo	2	3	6	Desprendimiento de rocas en el km 94+000 de la carretera Lima - Huaraz y derrumbe por corte de carretera. Roca intrusiva muy fracturada y alterada y depósitos proluviales	Puede afectar tramo de carretera km 93+800 al 95+000 Lima - Huaraz e interrumpir tráfico vehicular.
Puente Alpabamba Yanama, Yungay	Activo	3	2	6	Derrumbes o colapsos, talud rocoso fracturado, rotura en cuña, vuelco, corte artificial, zona de arranque irregular, continua, acumulación de bloques en la ladera, tamaño de bloques 0,30 - 2.0 m; 350 m de longitud de arranque y 30 m de altura.	Afecta levemente camino rural de 250 m.
Cerro Gallo Huaganan Yanama, Yungay	Activo	3	2	6	Derrumbes o colapsos, talud rocoso fracturado.	280 m de camino rural.
Loma Tarajirca Huayabamba, Sihuas	Activo	3	2	6	Gran área en cabecera de microcuenca con derrumbes de suelos, cara libre a cárcava.	Afecta áreas de cultivo y pasizales.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 1.2
Principales áreas afectadas por deslizamientos

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico		Daños a la vida y la propiedad
						Deslizamientos	
Gorgorillo - quebrada Jelle Ragra Primavera, Bolognesi	Activo	5	3	15	Deslizamiento en el flanco derecho de poblado de Gorgor, se observan grietas y material suelto en la cara del deslizamiento, este deslizamiento es por sectores. La cárcava afecta al poblado.	Afecta terrenos de cultivo y pastizales.	
Huashqui Tilillos, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Deslizamiento en la margen derecha de la quebrada Yanayaco. Al pie de este deslizamiento se localizan aguas termales. Grietas de aproximadamente 70 cm. de ancho. Involucra roca y material coluvio deluvial. Deslizamiento antiguo reactivándose por sectores.	Afecta terrenos de cultivo. Podría represar la quebrada y afectar aguas abajo poblado de Liaclla.	
Carretera a Llamac km 7+180 Pacllón, Bolognesi	Activo	5	2	10	Deslizamiento en la margen izquierda del río Llamac. Grietas en la carretera y en el talud de corte hasta de 20 cm. de ancho aproximadamente. Se observa abundantes filtraciones. Aguas arriba del deslizamiento hay una quebrada que aporta el agua para las filtraciones.	Afecta tramo de carretera a Llamac en tres desarrollos.	
Quebrada Pumac Huayllapampa, Recuay	Activo	4	2	8	Margen derecha de la quebrada Pumac. Deslizamiento activo que puede afectar carretera. Material coluvio-deluvial. Se observan grietas de aproximadamente 0,50 m de ancho.	Afectó carretera Marca-Huayllapampa.	
Cerro Carhuacui Tilillos, Bolognesi	Reactivado	4	2	8	Varios asentamientos y derrumbes. Se observa grietas hasta de 0,40 m de ancho aproximadamente.	Afecta pastizales y podría afectar tramo de carretera Ticillos-Corpanqui en un tramo de 240 m.	
Ticillos, Bolognesi	Activo	4	2	8	Deslizamiento activo en la margen derecha de la quebrada. Al pie de los deslizamientos se observa derrumbes que aportan material a la quebrada. Involucra roca y material coluvio-deluvial.	Puede represar el río, afecta terrenos de cultivo y aporta material a la quebrada.	
Quebrada Lanyaragra / Conchoyacu Chiquián, Bolognesi	Activo	3	2	6	Deslizamiento en depósitos fluvioglaciares y deluviales. Saltos de entre 0,50 a 2,0 m.	Afecta pastizales.	
Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Derrumbes y deslizamientos por talud de corte en la carretera a Antamina en el km 27+700. Pendiente natural de 20 a 35° y de corte aproximadamente 80 a 90°. Areniscas y lutitas muy fracturadas y alteradas Se han colocado cunetas.	Afecta tramo de carretera a Antamina km 27+000 al 27+700.	
Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Deslizamiento en la margen derecha de la quebrada Trompón que afecta la carretera. Material coluvio-deluvial con roca sedimentaria en la base.	Afecta tramo de trocha Marca-Huayllapampa.	
Pazca Pacllón, Bolognesi	Inactivo-joven	3	2	6	Material suelto en las laderas. Presencia de mantos de carbón. Se observan agrietamientos.	Afecta terrenos de cultivo y pastizales. Puede afectar la carretera a Pacllón.	

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cerro Pueblo Viejo Paclón, Bolognesi	Reactivado	3	2	6	Deslizamiento en la ladera del cerro Pueblo Viejo, margen izquierda del río Quero. Reactivado por sectores en la ladera inferior.	Podría afectar pastos y aporta material al río
Sector Matara / Cerro Huiquispunta Tillos, Bolognesi	Reactivado	3	2	6	Deslizamiento antiguo reactivado por sectores. Grietas hasta de 60 cm de ancho aproximadamente, material coluvio-deluvial.	Puede afectar terrenos de cultivo.
Quebrada Mangas, al pie de Mangas Mangas, Bolognesi	Activo	3	2	6	Deslizamientos y derrumbes en la margen izquierda de la quebrada Mangas. Abundante material suelto en las laderas. Zona muy movida	Afecta terrenos de cultivo, caminos; caminos: aporta material a la quebrada.
Quebrada Agumargo Santa Rosa, Pallasca	Activo	2	3	6	Cárcava activa muy desarrollada genera deslizamiento en ambas márgenes.	
Ancos Santa Rosa, Pallasca	Inactivo maduro	3	2	6	Escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua. Deslizamiento antiguo con reactivaciones por sectores.	
Deslizamiento compuesto						
Tres Cruces La Pampa, Corongo	Activo	4	4	16	Presencia de derrumbes activos por el viento, zona crítica. Escarpas múltiples, margen derecha de la quebrada Corongullo.	Daños severos, se llevó trazo de la carretera, obstruyendo totalmente el acceso a La Pampa por esa
Tres Cruces La Pampa, Corongo	Activo	2	3	6	Parte alta del deslizamiento de Tres Cruces, se observa agrietamiento retrogresivo. Zona crítica	Afecta moderadamente carretera a La Pampa.
Cerro Ullcutay Ragash, Sihuas	Activo	2	3	6	Deslizamientos rotacionales y traslacionales con escarpas múltiples, pueden afectar viviendas y terrenos de cultivo además de aportar material al cauce del río Sihuas, Margen izquierda del mismo.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Deslizamiento rotacional						
Pompey Chacas, Asunción	Activo	4	3	12	Escarpa irregular, activa; agrietamiento originado por sismo de 1970, se activo con lluvias excepcionales originando deslizamiento de masa que represó río Vesubio. Muestra reactivaciones recientes con derrumbes.	Afecta camino rural en tramo de 500 m.
Colcabamba San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	4	3	12	Asentamientos en terraplén de carretera, escarpas menores al talud y pie de la carretera.	Viviendas afectadas 3 a 5 y tramo de 600 m de carretera entre San Luis y Acochaca.
Mirador Bandera Chavín de Huántar, Huari		3	4	12	Escarpas sucesivas de forma semicircular, en talud inferior de carretera de acceso a Chavín.	Puede afectar 150 m de carretera, 12 a 15 viviendas en la parte inferior.
Cerro Yanacoto Huallanca, Huaylas	Activo	3	4	12	Zona crítica. Se observa una gran grieta en caso de sismo o lluvias intensas provocaría un gran deslizamiento lo cual represaría el cauce y afectaría la estación Duke Energy.	Daños severos.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cuspón Chiquián, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Se observa deslizamiento antiguo que se esta reactivando en las laderas del Cerro donde se ubica Cuspón. Grietas de grandes dimensiones. Se observa derrumbes. El deslizamiento compromete roca. Saltos en la parte superior hasta de 1 m aproximadamente. Zona crítica, se recomienda reubicación del poblado	Compromete el pueblo de Cuspón y afecta sus terrenos de cultivo.
km 18 carretera Conococho- Antamina Aquia, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Zona Crítica; deslizamiento antiguo reactivado por corte de carretera.	Obstrucción de vía por derrumbes actuales
Uranyacu Aquia, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Se observa deslizamiento rotacional irregular, con una superficie rotacional, actividad retrogresiva; movimiento en masa reactivado.	Los daños ocasionados son leves; reactivación del talud inferior compromete carretera a Aquia, Zona crítica
Matibamba Masin, Huari	Activo	3	3	9	Deslizamiento de Matibamba en la margen derecha de la quebrada. Managullay. Deslizamiento rotacional con las siguientes dimensiones: 100 m de longitud y 80 m de desnivel entre escarpa y pie; salto principal de 15 m y secundario de 5 m; presenta agrietamientos. Puede represar la quebrada.	Afecta la carretera y tomas de agua.
San Luis San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	3	9	Escarpas múltiples, de forma irregular discontinua, presenta superficie rotacional, velocidad de movimiento lento.	Agrietamientos en la plaza de armas y en varios tramos de la carretera.
Aczo Aczo, Antonio Raymondí	Reactivado	3	3	9	Escarpas múltiples de forma irregular de 250 m de longitud y 200 m de desnivel entre escarpa y pie. Presenta superficie rotacional con un salto principal de 20 m y un salto secundario de 10 m. Velocidad de movimiento lenta y moderada. Distribución progresiva. Asentamientos. Agrietamientos longitudinales y transversales. Deslizamiento muy activo. Reactivaciones en toda la ladera. Material plomo rojizo. Se observa repliación de suelos abundantes y deslizamientos pequeños, activos. Presencia de salitre. Cárcavas con derrumbes en sus márgenes. Zona crítica.	Compromete viviendas y cultivos.
Santa Cruz Huaraz, Huaraz	Activo	3	3	9	Deslizamiento por erosión del río Santa, afecta el unico acceso a Santa Cruz y la laguna Huiracochoa.	Afecta severamente 300 m de camino rural.
Cerro Sogopegan Huata, Huaylas	Activo	3	3	9	Escarpa única irregular, en el cuerpo una cárcava muy desarrollada que genera derrumbes. Margen izquierda de la quebrada Shaqui	
Tocopampa Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Inactivo joven a activo	3	3	9	Escarpas sucesivas, de forma semicircular. Presenta salto principal con 15-30 m y el secundario 15-20 m.	Afecta 300 m de carretera.
Huallanca Yuracmarca, Huaylas	Activo, Inactivo-joven	3	3	9	Deslizamiento de gran dimensión podría represar el cauce del río Santa, afectando a Huallanca y la Central Hidroeléctrica	Puede afectar a torres de luz que se encuentran sobre la escarpa.
Cerca de Huaylas Huaylas, Huaylas	Activo, Inactivo-joven	3	3	9	Presencia de cárcava en el cuerpo del deslizamiento en margen derecha, aguas debajo de la quebrada Huaylas	Podría afectar moderadamente terrenos de cultivo.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Tres Cruces La Pampa, Corongo	Activo	3	3	9	Cárcavas activas muy desarrolladas que generan deslizamientos	Afectan moderadamente terrenos de cultivo.
Cerro Huachaper Pampas, Pallasca	Activo	3	3	9	Bloques suspendidos hasta de 3 m de diámetro en ladera. Se observan restos de una labor. Trataron de estabilizarlo con troncos de 0,4 m de diámetro en el corte de carretera pero fue inútil.	Afecta 60 m de carretera Pampas-Laguna Pelagato y poste de luz.
Capuli San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	4	2	8	Escarpas múltiples, de forma irregular, superficie rotacional, velocidad moderado a lento, reactivación, asentamientos.	Afecta severamente 350 m de camino rural, cultivos.
Muyacuta y Lampas Tilillos, Bolognesi	Activo	4	2	8	Deslizamiento activo en la cabecera de la quebrada Yanayacu. Se observa cárcavas en ambas márgenes y flujos que bajan por la quebrada. Se observa grietas hasta de 70 cm. de ancho aproximadamente. Es un deslizamiento de grandes dimensiones. Presencia de oconales. Zona crítica.	Afecta tramo de carretera, pastizales, y una vivienda. Aporta material a la quebrada.
Castillo Huachis, Huari	Reactivado	2	3	6	Deslizamiento antiguo reactivado por construcción de carretera. Zona de deslizamientos en cortes de carretera hasta el puente Tambillos. Escarpa irregular de 200 m de longitud y 15 m de salto, desnivel de 50 m.	Afecta 300 m de trocha carrozable a Huachis.
Quebrada Uchupata/ Barrio Santa Rosa Aczo, Antonio Raymondí	Activo	2	3	6	Deslizamiento de gran dimensión de aproximadamente 800 m de longitud y 600 m de desnivel entre escarpa y pie: salto de 15 m. Presenta replajones, filtraciones, asentamientos. Cruza la Quebrada Uchupata. Es un deslizamiento antiguo que se reactiva en la parte inferior por sectores.	Afecta a viviendas ahora abandonadas. Afecta la carretera a Llamellin y terrenos de cultivo,
Chacas Chacas, Asunción	Activo	2	3	6	Encameionamientos en la plataforma de la carretera Chacas-San Luis, aparentemente, en la parte inferior se comporta como un flujo de tierra.	Viviendas afectadas: 2, camino rural: 450 m
Mitush Chacas, Asunción	Inactivo-maduro	2	3	6	Ocupación del depósito de suave pendiente por área rural, cultivos y trazo de carretera, escarpas pequeñas encima del corte de la carretera San Luis - Acochaca	Viviendas afectadas: 2, camino rural: 500 m
Jarahuarari San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Inactivo-maduro	2	3	6	Erosión fluvial en ambas márgenes: hacia el pie de la escarpa afecta terrenos de cultivo, aparente flujo de tierra.	Viviendas afectadas: 4, camino rural: 600 m
Huallhua Acochaca, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	2	3	6	Ladera cóncava convexa, con escarpas sucesivas y saltos entre 5 y 6 m de altura. Depósito a l pie y desviación de cauce fluvial de la quebrada Chucpin.	Camino rural: 350 m. Se ha reforestado la zona.
Huántar Huántar, Huari	Activo	3	2	6	Deslizamiento ubicado en la subida a Huántar, que afecta la carretera y pastizales naturales	Carretera: 1 km., camino rural 1,5 km.
km 73 (Machico) Yanama, Yungay	Activo	3	2	6	Escarpa única recta y semicircular, 300 m de longitud, superficie rotacional, con salto de 12-13 m, de velocidad lenta a muy lenta reactivada.	Afecta moderadamente 300 m de carretera, 3-4 viviendas afectadas, cultivos afectados.
San Luis San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	2	6	Escarpas sucesivas, de forma irregular, semicircular, discontinua, superficie rotacional, velocidad de movimiento lento.	Afecta moderadamente camino rural de 250 m, cultivos y pastizales.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Quebrada Cojup Independencia, Huaraz	Activo	2	3	6	Deslizamiento asociado a la falla de la Cordillera Blanca, desviación de cauce fluvial.	
Pariacancha Uco, Antonio Raymondi	Activo	3	2	6	Escarpa irregular de 200 m de longitud y 200 m de desnivel entre escarpa y pie. Presenta superficie plana con un salto principal de 20 m. De movimiento lento, progresivo. Asentamientos. Agrietamientos longitudinales. Se observa erosión por cárcavas en la cara del deslizamiento y pequeños derrumbes.	Afecta cultivos y tubería de agua. Daño moderado.
Collor Huaraz, Huaraz	Activo	3	2	6	Escarpa semicircular de 50 m de longitud, 150 m de desnivel y saltos de 50 m (principal) y 20 m (secundario), retrogresivo; se aprecia también erosión en cárcavas con profundidades de 5-10 m.	Afecta cultivos y canal,
San Nicolás Huaraz, Huaraz	Reactivado	3	2	6	Escarpas sucesivas de forma semicircular en una longitud de 70 m y desnivel al pie de 30 m, salto principal de 8 m y secundario de 5 m, con movimiento lento, progresivo, Agrietamientos transversales.	Afecta tramo de carretera a Huaraz (km 159 +050; deslizamiento antiguo afecta canal. Daño moderado.
Quebrada Acararanco Yungay, Yungay	Activo	2	3	6	Escarpa única semicircular continua, deslizamiento represó y formó una laguna. Margen izquierda de la quebrada Acararanco.	Afecta severamente.
Represa N°2 de Hidrandina Santa Cruz, Huaylas	Activo	2	3	6	Deslizamiento controlado por andenes de muros de contención	Puede afectar moderadamente represa.
Ayavina Cashapampa, Sihuas	Activo	2	3	6	Una cárcava en medio del cuerpo del deslizamiento cuya cabecera genera derrumbes.	Puede afectar terrenos de cultivo y 6 viviendas.
Margen derecha de la quebrada Mamapata Santa Rosa, Pallasca	Activo	2	3	6	Deslizamiento activo con escarpas irregulares sucesivas. Topografía muy irregular en el cuerpo. Vegetación con arbustos y terrenos de cultivo. Asentamientos de terreno discontinuos.	Puede afectar terrenos de cultivo.
Ancos Santa Rosa, Pallasca	Reactivado.	3	2	6	Gran deslizamiento con escarpas múltiples; se observan grietas en la carretera. Margen derecha del río Ancos	Afecta 300 m de carretera.
Taullera Chaccho, Huari	Reactivado	2	3	6	Deslizamiento antiguo reactivado por sectores. Puede represar el río. Escarpas sucesivas, asentamientos irregulares.	Afecta terrenos de cultivo.
Cerro San Cristóbal Paucas, Antonio Raymondi	Reactivado	3	2	6	Deslizamiento del cerro San Cristóbal. Escarpas sucesivas semicirculares. Presenta superficie rotacional con un salto principal de 100 m y un salto secundario entre 5 a 20 m. Velocidad de movimiento lento. Asentamientos. Agrietamientos longitudinales y transversales. Antiguo reactivado por sectores. Presenta cárcavas.	Afecta carretera y terrenos de cultivo en la margen derecha del río Pushca.
Huácar Huántar, Huari	Reactivado	3	2	6	Se aprecia una reactivación menor por el corte de la carretera, el terreno es escalonado	Afecta tramo de carretera, rural de 1,5 km.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Hangash (Huayllabamba) Huayllabamba, Sihuas	Reactivado	3	2	6	Deslizamiento, presenta escarpas sucesivas, de forma irregular, discontinua, presenta superficie rotacional, velocidad de movimiento rápido, retrogresivo.	Afecta tramo de carretera entre Sihuas y Quiches; terrenos de cultivo en el talud inferior.
Huaganga Huántar, Huari	Reactivado	3	2	6	Reptaciones recientes al pie de la quebrada; escarpas sucesivas con salto principal de 15-20 m y saltos secundarios de entre 5 y 10 m; desviación de cauce de quebrada; reactivaciones frescas al pie. Zona colindante con deslizamiento flujo que bajó del cerro Pittec.	Una reactivación podría represar el valle y afectar lo aguas abajo.
Ladera media. Quebrada. Palpin. Km 94+950 carretera a Huaraz	Activo	3	2	6	Escarpas sucesivas en forma semicircular, continua, superficie rotacional, movimiento lento, actividad retrogresiva. Asentamientos, depósitos de flujo.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstrucción de la vía 30 m.
Cajacay, Bolognesi						
Cerca de Pampas Chico. Km 98 (Puquiyacu), carretera a Huaraz	Activo	3	2	6	Escarpas sucesivas en forma irregular y elongada, superficie rotacional, movimiento lento, actividad progresiva. Asentamientos, agrietamiento longitudinal.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstrucción de la vía 70 m. Viviendas afectadas (1).
Cajacay, Bolognesi						
Deslizamiento traslacional						
Quebrada Huarachupa Tilillos, Bolognesi	Activo	5	2	10	Deslizamiento en la cabecera de la quebrada Huarachupa. Se observa grietas hasta de 0,5 m de ancho aproximadamente. Compromete roca volcánica. Material in consolidado	Afecta pastizales y carga de material a la quebrada.
Huaycho Lucma, Mar. Luzuriaga	Inactivo maduro reactivado.	3	3	9	Escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, superficie plana, velocidad del movimiento rápido, distribución progresiva.	Afecta moderadamente tramo de 1 000 m de carretera, viviendas, cultivos y pasizales.
Cerro Pasco, Km 69+420, 70+200, carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Activo	3	3	9	Escarpa única semicircular. Movimiento en masa antiguo reactivado. Superficie cóncavo-convexa identificada en la carta topográfica. Material de remoción identificable. Reactivación actual como derrumbes.	No se han registrado daños; podría obstruir tramo de carretera.
Pachi Huachis, Huari	Activo	4	2	8	Deslizamiento traslacional activo en la margen izquierda de la quebrada Yesoraqra. Material coluvial y residual aportan abundante material a la quebrada, zona movida. Escarpa irregular de 200 m de longitud, con escarpas principal y secundaria de 20 y 15 m de salto.	
Uchugagay Sihuas, Sihuas	Activo	4	2	8	Deslizamiento, con escarpas sucesivas de forma irregular discontinua, longitud de escarpa 100 m., desnivel entre escarpa y pie 200 m., superficie plana, salto principal 15-20 m, velocidad de movimiento rápido, distribución progresivo	Zona inestable que afecta frecuentemente tramo de 500 m de carretera Sihuas-Tayabamba y hacia el Marañón.
Aija, Aija	Activo	4	2	8	Obstrucción del cauce, río desborda en este sector afectando tramo de carretera, bloques de 3-5 m de diámetro.	

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Yauya Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	4	2	8	Escarpas sucesivas, de forma irregular, superficie plana, presenta salto principal de 35-40 m, asentamientos secundarios e irregulares por sectores, desviación de cauce.	Afecta severamente cultivos y pastizales.
Cerro Cruzjirca Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	2	6	Escarpa única y escarpas sucesivas, forma semicircular continua, superficie plana, velocidad de movimiento rápido distribución retrogresivo.	Una reactivación afectaría 400 m de carretera entre Yauya y San Nicolás.
Pie de Panos Paras, Huari	Activo	2	3	6	Deslizamiento traslacional al pie de Panos. Margen izquierda del río Mirgas. Puede represar el río. Escarpas sucesivas y asentamientos en un área de 150 m de longitud x 200 m de desnivel; escarpa principal de 20 m y secundaria de 5 m de desnivel.	Afecta pastos naturales y margen izquierda de la cárcava.
Quebrada Carinacoj San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Inactivo – Joven	2	3	6	Bloques inestables en laderas: depósito de remoción inestables en canales.	Camino rural: 65 m.
Río Rurichinchan (margen derecha) Huántar, Huari	Activo	2	3	6	Algunas viviendas abandonadas afectadas, se aprecia una escarpa mas antigua en la parte superior.	Viviendas abandonas, pastizales.
Puente Chactay San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	2	6	Deslizamiento en margen derecha de quebrada ha originado empuje de terreno afectando estribo derecho de puente. Substrato sedimentario de muy mala calidad. Derrumbes y reptación cara libre a quebrada aguas arriba y aguas abajo del puente.	Afecta moderadamente camino rural 30 - 40 m, puente y cultivos. Requiere cambiar puente.
Quinua Pira, Huaraz	Inactivo joven.	2	3	6	Escarpa única de forma irregular discontinua y superficie plana. Talud rocoso fracturado presenta rotura mixta, ladera, bloques aislados, tamaño de bloques < 5 m, ocasiona obstrucción de cauce.	
Ishanca San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	2	6	Escarpas sucesivas en ladera margen derecha aguas arriba de puente. Agrietamientos en los estribos de puente	Afecta moderadamente camino rural.
Chacuascancha Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Activo a inactivo joven	3	2	6	Escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, presenta saltos principal 5-6 m., secundario 2-5 m, velocidad de movimiento lento, distribución progresiva.	Afecta moderadamente pastizales.
Pacsajirca / Dispensa Llumpa, Mariscal Luzuriaga	Activo	3	2	6	Escarpas sucesivas, de forma semicircular, reactivación, asentamientos, movimientos en masa antiguos, deslizamiento reactivado, superficie cóncavo convexo identificada en la carta topográfica.	Afecta levemente y moderadamente 50 m de camino rural, 10 a 12 viviendas, cultivos y pastizales.
Quebrada Chauillin km 2+700 Pararín-Llaclín Pararín, Recuay	Activo	3	2	6	Se observa deslizamiento planar en rocas sedimentarias muy fracturadas y alteradas en tramo de carretera Pararín- Llaclín km 2+700. Talud de corte de carretera.	Afecta tramo de carretera Pararín - Llaclín km 2+700.
Cerro Pajap Huayllacayán, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa deslizamiento planar en la ladera del cerro Pajap. Se observa cuñas en un substrato rocoso intrusivo muy fracturado y alterado.	Puede afectar tramo de carretera Chasquitambo – Huayllacayán.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Acash Paclón, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa deslizamiento en la ladera del cerro en el sector Acash. Abundante material suelto en la ladera. Presencia de carbón en las rocas	Afecta terrenos de cultivo, carretera a Paclón y pastizales.
Quebrada Colpa Cashapampa, Sihuas	Activo	3	2	6	Deslizamiento, que presenta escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, y superficie plana, velocidad de movimiento rápido, progresivo. Otros deslizamientos en la misma microcuenca; podrían generar flujos de detritos aguas abajo.	Compromete 100 m de camino rural y puente.
Cerro Mesapata Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Deslizamiento traslacional, con reactivación y asentamientos, con una velocidad lenta, distribución progresiva.	Se han registrado daños en la carretera.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 1.3
Principales áreas afectadas por flujos

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Avalancha de detritos						
Puente Cajas, aguas arriba 3 Parobamba, Pomabamba	Activo	4	3	12	Avalanchas de detritos, chorreras, no canalizado, obstrucción de vía.	Afecta 3 km de carretera.
Cerro La Burra, km 46+120, 47+300 Aquia, Bolognesi	Latente	4	3	12	Se observa avalanchas de detritos, depósitos en abanico, flujo de material no canalizado.	Daños en la carretera, obstrucción en la vía 180 m.
Nevado Burro Aquia, Bolognesi	Latente	3	3	9	Depósitos glaciales en ladera de fuerte pendiente.	Podría generar daños en la carretera, obstrucción en la vía.
Cerro Tumaco Parobamba, Pomabamba	Activo	3	3	9	Avalancha de detritos, escombrera, chorreras, (bloques 20%, gravas 50%, arenas 30%), dimensiones del depósito (390 x 25 m, altura 25 m.), obstrucción de vía 390 m.	Afecta 390 m de vía.
Quebrada. Potaca, Ladera NE Nevado. Huichunganga Chacas, Asunción	Activo - Inactivo Joven	3	2	6	Se distinguen dos abanicos deluviales, unos mas antiguos con vegetación arbustiva; zonas inestables en el substrato rocoso muy fracturado y meteorizado mostrando varias zonas de arranque irregular.	Camino rural 330 m.
Sector Ullinpuquio - Windsor Huasta, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa gravas en las laderas del cerro, las cuales se encuentran sueltas. Podrían interrumpir la carretera Chiquián - Aquia	Podría afectar un tramo de aproximadamente 400 m de la carretera Chiquián – Aquia.
Avalancha de rocas						
Hda. Palmar. km 73+360 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Latente	3	3	9	Talud rocoso fracturado, planar, forma de la zona de arranque regular, discontinua. Flujos en escombreras no canalizados. Movimiento en masa antiguos reactivado; material de remoción identificable.	Carretera cruza depósito de avalancha antigua; bloques sueltos en ladera superior podrían caer con sismo.
Asnacancha San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Inactivo joven	3	2	6	Reactivación, talud rocoso fracturado, rotura vuelco, zona de arranque irregular, 150 m de longitud de arranque y 30 m de altura.	Afecta moderadamente 80 m de camino rural, 3-4 viviendas.
Jatopampa Chacas, Asunción	Inactivo-maduro	3	2	6	Cuñas en pizarras macizas con zonas de arranque discontinuas más o menos frescas.	Camino rural 330 m.
Flujo de detritos						
La Toma Acas, Ocos	Reactivado	5	3	15	Abundante material en el cauce del río Pativilca. Bloques hasta de 4 m de diámetro aproximadamente en el cauce. Se ha colocado protección arrojando material para proteger sus instalaciones.	Afectó bocatoma de la Central Hidroeléctrica de Cahua y afectó carretera a Cajatambo.
Quebrada. Potaca y Coyo Chacas, Asunción	Latente	4	3	12	Probables derrumbes o avalancha de detritos en zonas de morrenas en la quebrada Coyo	Viviendas afectadas: 15-20.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Ranrahirca Ranrahirca, Yungay	Latente	3	4	12	Como consecuencia de un sismo se desprendió la comisa Norte del Nevado Huascarán el cual arrasó con muchas poblaciones entre ellas Yungay y Ranrahirca, este último se ha vuelto a repoblar en el mismo lugar. Se puede observar bloques hasta de 10 m de diámetro, restos del pueblo sepultado.	Afectó totalmente carreteras, caminos rurales, viviendas, terrenos de cultivo, redes de energía, gran pérdida de vidas humanas. Podría afectar colegio ubicado en pleno cauce del aluvión.
Anexo Carcas Chiquián, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Fujos en la quebrada Ragracocha. Derrumbes y deslizamientos en la cuenca media y alta de la quebrada. Antes de 1997-1998 la quebrada amenazaba con cargar, sin embargo no se tomaron las medidas preventivas. El pueblo se encuentra rodeado por 2 quebradas en una terraza aluvio proluvial. La quebrada de la margen izquierda del pueblo podría también cargar y traer huaycos. Reforestar y poner protección en la margen derecha de la quebrada Ragracocha aguas arriba del poblado.	El huayco baja por la quebrada afectando al poblado de Carcas. Se llevó viviendas y terrenos de cultivo, perjudicó planta eléctrica, podría malograr la carretera Chiquián – Aquia.
Quebrada Cochay / Cerro Condorflana Paclón, Bolognesi	Latente	4	3	12	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Cochay. Bloques sueltos hasta de 5 m de diámetro aproximadamente en el cauce de la quebrada. Aguas arriba de la quebrada en la margen derecha hay derrumbes en la cabecera. Ocorre todos los años. En el cauce arrojan basura, se debe limpiar el cauce.	Con lluvias excepcionales puede destruir parte del pueblo de Lamac, terrenos de cultivo, carretera de acceso.
Llacla / Río Llacla Llacla, Bolognesi	Reactivado	4	3	12	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Yaroc y la quebrada Yanayaca. Abundante material suelto en el cauce de las quebradas. Al reactivarse afectaría pueblo de Llacla. En la cuenca media y alta se observan deslizamientos, derrumbes, cárcavas y flujos. Se observa también erosión fluvial del río Pativilca. Se han colocado defensas de material acumulado. Hacer defensas con enrocados.	Afectó en 1997-1998 viviendas del pueblo y terrenos del cultivo. El Huayco es periódico. Se llevó la carretera a Cahua, 3 puentes, canales y caminos
Río Pativilca Carhuapampa (Aco), Ocos	Reactivado	4	3	12	Se observa abundante material en el cauce del río Pativilca; bloques hasta de 3 m de diámetro aproximadamente, zonas de inundación.	Destruyó la carretera Cañón-Lipa y terrenos de cultivo por tramos.
Quebrada Huanaypampa Acas, Ocos	Reactivado	4	3	12	Flujo que discurrió por la quebrada Huanaypampa. Material proluvial constituido mayormente de barro, en la margen derecha del río Pativilca. Los últimos eventos han sido reactivaciones con el fenómeno del niño, pero no han represado al río.	Hace 25 años represó el río Pativilca provocando daños a la bocatoma aguas arriba
Quebrada Aco Acas, Ocos	Latente	4	3	12	Se observa huayco que baja por la quebrada Aco. Abundante material suelto en el cauce, bloques hasta de 3 m de diámetro aproximadamente. El huayco discurre todos los años. Quebrada activa. Se observa derrumbes en ambas márgenes de la quebrada. Zona crítica de Mayush, lo afectaron aluvión de Rapay, huaycos de la quebrada Aco y del río Pativilca	Puede afectar terrenos de cultivo y puede represar el río Pativilca. Aporta material al río. Puede afectar carretera. Afectó poblados de Mayush.
Racrachaca Aquia, Bolognesi	Latente	4	3	12	Flujo reciente tras una lluvia intensa; material de cascajo y lodo en la margen derecha del río Pativilca.	Afectó 50 viviendas, canal de derivación de agua a central hidroeléctrica

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Colpash Independencia, Huaraz	Latente	3	3	9	Huayco estacionales.	Afecta 3 m de puente, 30 m de carretera y 4 viviendas.
Oda. Río Secoo Huaraz, Huaraz	Latente	3	3	9	Flujo canalizado; acumulación de material y basura en el cauce de la quebrada; viviendas muy cercanas al cauce de quebrada. Presencia de cárcavas. Zona crítica. Reubicar viviendas.	Flujo afectaría viviendas. Daño severo.
Pueblo Llaclín, Jirón 28 de Julio Llaclín, Recuay	Latente	3	3	9	Quebrada por donde bajan flujos cuando hay épocas de lluvias intensas.	Afecta tramo de carretera Llaclín - Chaucayán, Podría afectar al pueblo de Llaclín, pudiendo llegar hasta la plaza de armas.
Chaucayán / Colegio de Chaucayán Llaclín, Recuay	Latente	3	3	9	Desembocadura de la quebrada Rari al río fortaleza, se observa material proluvial en el cauce de la quebrada.	En la desembocadura de quebrada, se ha construido colegio. Con reactivación de huayco, podría quedar seriamente dañado. Reubicar el colegio.
Puente Chasquitambo sobre el río Purísima Colquioc, Bolognesi	Latente	3	3	9	Se observa material proluvial con grandes bloques aislados en las márgenes del río Purísima. Enrocados en la margen izquierda que protegen al pueblo de Chasquitambo, aguas arriba del puente	Podría afectar terrenos de cultivo en ambas márgenes; el pueblo de Chasquitambo, puentes y carretera Lima - Huaraz. Necesita defensas de protección ribereñas.
Quebrada Umpay Chiquián, Bolognesi	Latente	3	3	9	En la cuenca de esta quebrada se presentan derrumbes y asentamientos que pueden proporcionar abundante material suelto que con lluvias fuertes podrían discurrir por el cauce de la quebrada Umpay.	Podría afectar la carretera a Chiquián y algunas casas de la ciudad.
Corte de Rinconada Ocos, Ocos	Reactivado	3	3	9	Se observa material de flujo en el cauce del río Ocos, con el fenómeno del niño del año 1997-1998 se llevó puente antiguo y viviendas aledañas, cambiar sitio del puente hacia aguas arriba.	Puede afectar puente sobre el río Ocos, viviendas aledañas y algunos terrenos de cultivo en la margen izquierda del río.
Marca / Quebrada Huiushu Marca, Recuay	Reactivado	3	3	9	Ocurrió un huayco que bajo por la quebrada Huiushu en el año 1993. Se aprecia material proluvial en el cauce y bloques sueltos. Con una reactivación afectaría viviendas en la parte baja de la quebrada	Afectó 40 viviendas (25 destruidas y 15 dañadas), 2 muertos. Destruyó canal de riego y molino hidráulico.
Río Marca Marca, Recuay	Inactivo-joven	3	3	9	Se observa material proluvial en el cauce del río Marca. Bloques grandes sueltos en el cauce. Con una lluvia excepcional se podría desbordar y afectar viviendas en ambas márgenes. No se tiene evidencias de estos peligros, pero la posibilidad de ocurrencia es alta. Se deben colocar defensas en ambas márgenes.	Con una reactivación con lluvias excepcionales se afectarían viviendas construidas en ambas márgenes.
Confluencia del río Achin con el río Pativilca Pacllón, Bolognesi	Latente	3	3	9	Se observa material proluvial y aluvional en el cauce del río Achin. Bloques grandes hasta de aproximadamente 4 m de diámetro sueltos en el cauce. Afectó con mayor intensidad la margen izquierda del río Achin. La caída del hielo del nevado Jirishinca sobre la laguna de Solterococha, rompió el dique frontal y provocó aluvión de gran magnitud, que bajó por el río Achin (Pacllón), hasta la cuenca baja del río Pativilca.	Puede afectar carretera a Pacllón, camino de herradura, pastos y chacras y cargar al río Pativilca

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Río Achin Pacllón, Bolognesi	Latente	3	3	9	Posteriormente al aluvión de 1932, huaycos y flujos de barro, mantienen activo el río Achin, las posibilidades de un nuevo aluvión son altas. En 1932, alud sobre la laguna Solterococha, ocasionó el desborde de esta y el aluvión. En 1945 derrumbes en la zona de Turpa.	Pérdida de tierras de cultivo, tomas de irrigaciones, canales de regadío y caminos.
Km 32+100 carretera Llacllín - Chaucayán Llacllín, Recuay	Latente	4	2	8	Se observa material proluvial en la quebrada Rari que interrumpe la carretera Llacllín-Chaucayán. Se observa grandes bloques sueltos en el cauce del río.	Afecta tramo de carretera Pararín-Chaucayán en aproximadamente 100 m (km 32+100 al 32+200).
Hacienda Pache Aquia, Bolognesi	Latente	4	2	8	Deslizamientos y derrumbes aguas arriba de la quebrada Saco Ragra, incrementan material a la quebrada, los cuales con lluvias fuertes producen huaycos.	Afecta tramo de carretera Chiquián - Aquia - y podría afectar terrenos de cultivo
Quebrada Carapatay Chiquián, Bolognesi	Latente	4	2	8	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Carapatay. Material suelto en el cauce. Se observa derrumbes en las laderas de la quebrada, en la margen derecha del río Pativilca.	Con una reactivación puede afectar terrenos de cultivo y cargar al río y canal de irrigación.
Quebrada Chaquis Chiquián, Bolognesi	Latente	4	2	8	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Chaquis. Abundante material suelto en el cauce. Bloques hasta de 2 m de diámetro aproximadamente. Se observa derrumbes en la parte superior de la quebrada en la margen derecha del río.	Puede afectar tramo de carretera a Pacllón y cargar al río Pativilca.
Quebrada Tingo / Turpuy Pacllón, Bolognesi	Latente	4	2	8	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Tingo. Abundante material suelto en el cauce de la quebrada. Bloques hasta de 4,5 m de diámetro.	Aporta material al río Achín; puede afectar pastos
Tingo Tillos, Bolognesi	Latente	4	2	8	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada. Bloques grandes sueltos en el cauce. Se observa derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Yanayaca.	Afecta terrenos de cultivo.
Acas, Ocros	Latente	4	2	8	Se observa flujos en depósitos coluvio-deluviales. Abundante material suelto en las laderas. Bloques grandes hasta de 2,5 m de diámetro aproximadamente. Con lluvias se producen flujos.	Afecta tramo de carretera a Cajatambo.
Managullay Masin, Huari	Latente	2	3	6	Huayco que se activa con las lluvias intensas, aguas arriba en el sector de Matibamba se observa derrumbes, cárcavas y deslizamientos que le aportan material.	Interrumpe 150 m de trocha carrozable a Llamellín.
Yesoracra Masin, Huari	Latente	4	2	8	Huayco que se activa con fuertes lluvias, puede llegar a represar el río. En su parte media y alta derrumbes y deslizamientos que aportan material.	Podría represar río Puchca.
Manis Ponto, Huari	Latente	3	3	9	Huayco que se activa con lluvias fuertes. Una de las causas es el material suelto producto de la carretera	Afecta tramo de 60 m de carretera que conduce a Llamellín y terrenos de cultivo.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Quebrada. Maria Huaita San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Latente	2	3	6	Erosión de laderas y varios derrumbes en las márgenes de cárcavas alimentan de material al curso de quebrada, tributaria al río Chucpin. Substrato sedimentario de muy mala calidad.	Afecta áreas de cultivo.
Quebrada. Chínco Ragra Pauca, Antonio Raymondi	Latente	3	2	6	Erosión en puente. Huayco que se activa con lluvias fuertes como las del Niño. Trae palizada, esta erosionando los estribos del puente, de Carretera que conduce a Huacaybamaba; se observan derrumbes en las márgenes de las cárcavas.	Puede afectar carretera al Maraño en 50 m y puente de Palo. Con una lluvia excepcional puede afectar una vivienda.
Plantano Independencia, Huaraz	Latente	3	2	6		Afecta severamente 30 m de carretera, 10 viviendas, terrenos de cultivos. Cuatro viviendas destruidas.
Paquishca Independencia, Huaraz	Latente	3	3	9	Flujo canalizado generado por cárcavas.	Afecta severamente 30 m de carretera, 5 viviendas, 5 m de puente, terrenos de cultivo.
Bellavista-Rataquenua Huaraz, Huaraz	Latente	3	3	9	Zona de cárcavas con flujos en la parte baja, con una escarpa de 1 m de salto con depósito de material en la carretera hacia la cruz (Rataquenua).	Puede afectar 400 m de carretera.
Cerro Tambo Huallanca, Huayllas	Latente	2	3	6	Abanico sobre el cual discurre pequeños flujos, margen izquierda del río Santa.	Puede afectar moderadamente a tres viviendas.
Cerro Shuste Aco, Corongo	Latente	2	3	6	Flujo no canalizado en ladera de pendiente muy fuerte.	Afecta 20 m de canal.
Quebrada. Ayavina Cashapampa, Sihuas	Latente	2	3	6	Flujo canalizado, en épocas de lluvias podría afectar moderadamente el canal y una vivienda.	Puede afectar canal.
Quebrada Lacabamba Lacabamba, Pallasca	Latente	2	3	6	Flujo canalizado.	Afecta tramo de 100 de carretera a Pampas.
Llaclín, Recuay	Latente	3	2	6	Se observa flujo, Aguas arriba del problema se tiene material suelto en las cárcavas.	Afecta tramo de carretera km 22+300 de Pararín a Chaucayán
Huromayoc Llaclín, Recuay	Latente	3	3	6	Se observa material de flujo en la quebrada Rari aguas arriba que corta tramo de carretera km26+100 de Pararín a Chaucayán	Afecta tramo de carretera km 26+100 de Pararín a Chaucayán
Huaquish / Quebrada Patap Pararín, Recuay	Latente	3	3	6	Se observa flujo en la margen izquierda del río Fortaleza, (quebrada Patap). Presencia de grandes bloques sueltos en la quebrada, evidencias de huaycos anteriores. Abundante material suelto en la cuenca de la quebrada	Podría afectar tierras de cultivo y viviendas en la margen izquierda del río Fortaleza, tramo de carretera Lima-Huaraz km 53+000 al 53+200, y también podría afectar al centro poblado Pocos ubicado en la margen izquierda.
Quebrada San Marcos Colquioc, Bolognesi	Latente	3	2	6	Se observa material de Huayco (proluvial) en el cauce de la quebrada San Marcos. Se observa abundante material suelto en el cauce de la quebrada. Se ha encauzado la quebrada con entrocados en ambas márgenes de la quebrada.	Puede afectar terrenos de cultivo, tramo de carretera Lima-Huaraz.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Quinchipata Chiquián, Bolognesi	Latente	3	3	9	Se observa material de huayco (prolivial) en el cauce de la quebrada que corta la carretera a Chiquián. Restos de antiguo puente.	Con lluvias excepcionales, puede afectar al puente que cruza la quebrada y a la carretera.
Quebrada Lanyaragra / Picush Chiquián, Bolognesi	Latente	3	2	6	Huayco en la quebrada Lanllaragra. Pendiente de 50° a 70° en la parte superior y en el cono de eyección de 5 a 20°. Deslizamientos, derrumbes y cárcavas en la cuenca media alta.	Afecta carretera de Chiquián-Huasta km 38+900 y terrenos de cultivo
Quebrada Jacay; laguna Mazarán Marca, Recuay	Inactivo-joven	2	3	6	Desborde de laguna de Mancharan por fuertes precipitaciones. La laguna de Mancharan está en la cabecera de la quebrada Jacay. El pueblo de Marca sobre el lecho del río.	Destruyó el 50% del pueblo y 200 desaparecidos. Implementar simulacros y sensibilizar a la población.
Quebrada Trompón Huayllapampa, Recuay	Reactivado	3	3	9	Se observa material de huayco en el cauce de la quebrada. Bloques grandes sueltos en el cauce de la quebrada.	Afecta tramo de trocha Marca-Huayllapampa, cuando se reactiva, corta el pase de la trocha.
Río Quero Pacllón, Bolognesi	Latente	3	2	6	Zonas de erosión de riberas y grandes bloques en su cono de eyección. Abundante bloques sueltos en el cauce.	Afecta tramo de carretera y puente.
Cancal Pacllón, Bolognesi	Latente	3	2	6	Se observa huayco en el paraje de Cancal. Material suelto en el cauce de la quebrada. Se observa derrumbes en la parte alta de la quebrada.	Con Lluvias fuertes puede afectar 6 viviendas del paraje Cancal
Quebrada Checchec Tifillos, Bolognesi	Latente	3	2	6	Material prolivial en el cauce de la quebrada Checchec, material suelto en el cauce. Quebrada de fuerte pendiente. Se observa derrumbes en la parte alta. Bloques hasta de 4 m de diámetro aproximadamente, en el cauce. Los derrumbes se presentan en ambas márgenes y también en la parte media de la quebrada	Afecta carretera en un tramo de 40 m aproximadamente en el km 29+720.
Gorgorillo, Bolognesi	Latente	3	2	6	Material prolivial en la confluencia con el río Pativilca. Presencia de derrumbes, cárcavas en la confluencia del río Huampay.	Sus materiales empujan al río Pativilca sobre terrenos de cultivo.
Quebrada Yarac San Miguel de Corpanqui, Bolognesi	Latente	3	2	6	Se observa material prolivial en el cauce de la quebrada. Material suelto en el cauce. Bloques hasta de 3 m de diámetro aproximadamente.	Carga de material a la quebrada y podría afectar antiguos terrenos de cultivo.
Quebrada Chinchis San Cristóbal de Rajan, Ocos	Latente	3	2	6	Se observa material de huayco en el cauce de la quebrada Chinchis. Abundante material prolivial suelto en la quebrada. Bloques hasta de 2 m de diámetro aproximadamente.	Puede interrumpir tramo de carretera Minallipa-Cajamarquilla.
Quebrada Caurajin Acas, Ocos	Reactivado	3	2	6	Material prolivial en el cauce de la quebrada Caurajin. Abundante material suelto en el cauce de la quebrada. Bloques hasta de 5 m de diámetro. También se observa erosión de riberas en ambas márgenes. En la cuenca alta se observa caída de rocas.	Afectó tramo de carretera a Acas. Aporta material al río. La erosión afecta terrenos de cultivo y Pastos, canales de irrigación, una vivienda.
Quebrada Jashijas Catac, Recuay	Latente	3	2	6	Material prolivial en el cauce de la quebrada Jashijas, en la margen derecha del río Santa. Abundante material suelto en el cauce (grava). Pequeños derrumbes en las márgenes de la quebrada.	Afecta pastos, excepcionalmente podría represar el río.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Yerba Buena Cochas, Ocro	Latente	3	2	6	Abundante material suelto en la cauce de la quebrada. Bloques y material suelto en el cauce.	Con una reactivación puede afectar tramo de carretera y aporta material al río Huanchay.
Caracha Cochas, Ocro	Latente	3	2	6	Posible huayco en la quebrada Uscapuna. Abundante material suelto en sus partes altas, se observan derrumbes en sus laderas	Puede afectar tramo de carretera a Barranca.
Quebrada Condón / Condón Cochas, Ocro	Inactivo-joven	3	2	6	Material de flujo en la quebrada Congón. Abundante material suelto y bloques en el cauce de la quebrada.	Puede afectar tramo de carretera Ocro- Barranca y terrenos de cultivo
Quebrada Huanchuy Cochas, Ocro	Latente	3	2	6	Se observa material suelto en el cauce de la quebrada, cerca de la desembocadura al río Pativilca; también erosión e inundación fluvial en ambas márgenes en la desembocadura al río Pativilca.	Puede afectar terrenos de cultivo y cargar al río Huanchuy, y tramo de la carretera Barranca-Ocro.
Quebrada Huayllillas Cochas, Ocro	Latente	3	2	6	Se observa material de huayco en la quebrada Huayllillas. Se observa abundante material y bloques sueltos en el curso de la quebrada.	Puede afectar terrenos de cultivo y tramo de carretera Ocro-Barranca.
Laguna Solterococha Paclón, Bolognesi	Latente	3	2	6	Peligro aumenta por desglaciación y presencia de dos lagunas en cadena, Solterococha y Jamacocha. La caída de masas de hielo sobre la laguna Solterococha, rompió morrena frontal y provocó un aluvión de gran magnitud por la quebrada Paclón (río Achín), provocando daños hasta la cuenca baja del río Pativilca.	Puede afectar carreteras, caminos de herradura, pastos, terrenos de cultivo, y la Central Hidroeléctrica de Cahua.
Laguna Suerochocha Paclón, Bolognesi	Latente	3	2	6	Grandes bloques sueltos en el valle de la quebrada Huayllapa. Posible ruptura de dique morrénico por caída de bloques de hielo	Sin reportes de daños o víctimas. Puede ser afectado Huayllapa.
Cerro Motocachi Nepeña, Santa	Latente	2	3	6	Como proluvial canalizado en la margen derecha del río Nepeña.	Puede afectar cuatro viviendas.
Quebrada: Pararín Huarmey, Huarmey	Latente	2	3	6	Acumulación de materiales torrenciales arcillo-limosos con presencia de grietas de desecación.	Puede afectar la carretera Panamericana Norte en 3 km (km 268+300 al 271+700) y postes de alta tensión.
Huallanca Yuracmarca, Huaylas	Latente	2	3	6	Depósito en abanico de flujo antiguo de la quebrada Quitaracsa.	Puede afectar siete viviendas.
Km 157+850 carretera a Huallanca Huallanca, Bolognesi	Latente	3	2	6	Flujo de detritos, material grueso >50%, cono abanico, tamaño de clastos, bloques 30%, 40% granos, 30% limos. Abanico antiguo de mayor dimensión y abanico reciente.	Periódicamente afecta tramo de carretera entre Mina Huanzála y Huallanca.
Flujo de lodo						
Cerro Huachaper Pampas, Pallasca	Activo	2	3	6	Flujo de lodo, arrasó a su paso con árboles	Afecta a 2 viviendas y terrenos de cultivo.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Quebrada Gramadal Huarmey, Huarmey	Reactivado	2	3	6	Se observa acumulación de materiales Arcillo-limosos con presencia de grietas de desecación en el cauce de la quebrada. En el Fenómeno de El Niño de 1997-1998 bajo un flujo de lodo lento que fue desviado y atenuado por 2 muros de contención hechos con maquinaria pesada.	En una reactivación puede llegar a la carretera Panamericana y afectarla.
Quebrada río seco de Jaupa / Hacienda La Zorra Huarmey, Huarmey	Inactivo-joven	2	3	6	Acumulación de materiales torrenciales arcillo-limosos con presencia de grietas de desecación, lentes de arena con estratificación cruzada subhorizontales.	Con una reactivación podría afectar la carretera Panamericana en aproximadamente 1km y terrenos de cultivo.
Flujo de tierra						
Llajirca Lurarára Parobamba, Pomabamba	Activo	4	2	8	Terreno inestable con procesos de reptación lenta y flujo de material residual-coluvial; abundantes filtraciones.	Afecta terrenos de cultivo y pastizales; tramo de carretera entre Parobamba y Quinuabamba

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 1.4
Principales áreas afectadas por movimientos complejos

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Huallobamba Chavín de Huántar, Huari	Colapso-deslizamiento	Activo	3	4	12	Zona crítica. Reforestación de laderas pero muy aislado.	Puede afectar moderadamente aproximadamente 1,5 km de carretera y cuatro viviendas.
Quebrada Sacabamba Parobamba, Pomabamba	Deslizamiento-flujo	Activo	4	3	12	Escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, superficie plana, velocidad del movimiento rápido, distribución retrogresivo, asentamientos y desviación de cauce o embalse, depósito de flujo.	Compromete tramo de carretera Sihuas-Tayabamba, Sihuas-Huacrachuco.
Laguna Canrash. km- 93+600 al 95+740 carretera a Antamina San Marcos, Huari	Vuelco y derrumbes	Activo	4	3	12	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de la zona de arranque continua; zona crítica.	Afecta talud superior de carretera en tramo de 1 km, por sectores.
Nevado Huascarán flanco SE Chacas, Asunción	Avalancha de rocas-flujo de detritos	Inactivo-Joven	3	3	9	Desviación de curso fluvial, agrietamientos en el glaciar.	Represamiento de la quebrada Ulla.
Cerro Uchujirca Llumpa, Mariscal Luzuriaga	Caída de rocas, flujo de detritos	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, rotura vuelco, mixto, zona de arranque irregular, discontinua, acumulación de bloques en la ladera aislados y; canchales con tamaños < 0,50 m.	Moderados; enterramiento de dos a tres viviendas, obstrucción de vía 400- 500 m.
Huallo Marca Casca, Mariscal Luzuriaga	Caída de rocas-colapso	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, rotura cuña vuelco, ladera corte artificial, zona de arranque irregular discontinua, altura 50 m,	Afecta carretera 800 m Y pastizales
Huashapampa- Runabamba Huayllán, Pomabamba	Deslizamiento - flujo	Inactivo joven, reactivado.	3	3	9	Escarpa única de forma irregular a elongada, continua, superficie rotacional, de movimiento rápido, distribución progresivo confinado, desviación de cauce y o embalse.	Probables de 8 a 10 viviendas; 600 m. de carretera, cultivos y pastizales.
Chachi Aczo, Antonio Raymondi	Deslizamiento - reptación	Activo	3	3	9	Escarpas sucesivas de forma irregular, con 100 m de longitud y 60 m de desnivel entre escarpa y pie. Superficie rotacional con salto principal de 20 m y salto secundario de 5 m. Agrietamientos longitudinales y transversales en las márgenes de la quebrada Chambera. Reptación de suelos y deslizamiento que afectó las viviendas de Chocchi, viviendas distribuidas. Se observa abundante reptación de suelos en todo el pueblo.	Afectó carretera, cultivos y viviendas. Daños severos. Zona crítica.

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Macabalaca Aquia, Bolognesi	Caída de rocas, avalancha de detritos	Latente	3	3	9	Se observa caída de rocas, avalanchas de detritos, depósitos en abanico, flujo de material no canalizado.	Compromete tramo de carretera; se ha banqueteado el talud.
Recuay Aquia, Bolognesi	Caída de rocas, avalancha de detritos	Latente	3	3	9	Talud rocoso fracturado mixto, acumulación de bloques de ladera, depósitos en canchales o talus de detritos. Avalancha de detritos depósito de escombrera; flujo de material no canalizado.	No se han registrado daños, Existen muros de contención; podría afectar por sectores tramo de carretera a Antamina.
Yamaulpa Parobamba, Pomabamba	Deslizamiento-flujo de detritos	Activo	4	2	8	Gran depósito de flujo en la quebrada Golush, frente a Parobamba.	Obstrucción de cauce de quebrada Mania, afluente del Marañón; erosión de tierras de cultivo.
Huayloc Chiquián, Bolognesi	Deslizamiento - colapso	Activo	4	2	8	Derrumbe por corte de carretera en tramo de carretera Chiquián - Huasta. Deslizamiento en lutita carbonosa y material deluvio - coluvial. Areniscas, lutitas carbonosas, lodolitas muy fracturadas y alteradas.	Afecta tramo de carretera Chiquián - Huasta en aproximadamente 300 m.
Chicabamba Yanama, Yungay	Deslizamiento - flujo	Activo a inactivo-joven	4	2	8	Escarpa única, de forma elongada, semicircular, superficie plana, desviación de cauce o embalse, depósito de flujo 850 m de recorrido, 450 de longitud de embalse	Afecta moderadamente 400 m de camino rural, dos postes de luz.
Uchuyacu / Capulimanacara San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Deslizamiento-flujo de tierra	Activo	4	2	8	Ladera con pendiente moderada; escarpas y saltos sucesivos de terreno irregulares y discontinuos; filtraciones en el cuerpo y pie del deslizamiento. Avance muy lento. Se activa con lluvias; asentamiento en plataforma de carretera. Reptación por sectores.	Afecta moderadamente 1 km. de camino rural, terrenos de cultivos, y puente. Se necesita drenajes superficiales
Shayahuay San Juan, Sihuas	Deslizamiento-flujo	Activo	4	2	8	Deslizamientos complejos, escarpas sucesivas, de forma irregular discontinua, reactivación, distribución retrogresivo ensanchándose, desviación del cauce/embalse.	Afecta tramo de carretera entre Sicsibamba y Sihuas.
Cauchos Piscobamba, Mcal. Luzuriaga	Deslizamiento rotacional-reptación de suelos	Activo	4	2	8	Escarpas sucesivas, de forma irregular, continua, superficie rotacional, longitud de escarpa de 5 - 15 m, velocidad de movimiento rápido, desviación de cauce y/o embalse. Abundantes filtraciones por sectores	Asentamientos discontinuos en trazo de carretera, desarrollo hacia localidad de Piscobamba; afecta terrenos de cultivos

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Huayanga Sihuas, Sihuas	Derrumbe-flujo	Activo	4	2	8	Derrumbe de suelo, ladera, con zona de arranque irregular. Flujos con finos <50%, heterogéneo, como abanico, canalizado.	Afecta periódicamente tramo de carretera entre Sihuas y Tayabamba.
Nevado Yanaraju Chacas, Asunción	Avalancha de Hielo - Flujo de detritos	Activo	2	3	6	Laguna glaciar: agrietamientos en el glaciar con metros de retroceso avanzado; glaciar colgado con fuerte pendiente.	Flujo de detritos podría comprometer márgenes del valle de la quebrada Potaca, aguas abajo, afectando carretera y terrenos de cultivo.
Pacosbamba Lucma, Mar. Luzuriaga	Caída de rocas-colapso	Activo	2	3	6	Derrumbes y caída de rocas, talud rocoso fracturado, cuña, zona de arranque irregular discontinua, tamaño de bloques 0,50 a 1 m., con	Afecta levemente 450 m de carretera.
Cerro Tumaco Parobamba, Pomabamba	Caída de rocas-colapso	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, zona de arranque irregular discontinua, acumulación de bloques en la ladera y canchales o talus de detritos, 2 m en tamaño de los bloques; longitud de arranque 650 m.	Afecta 650 m de carretera.
Achicay Liumpa, Mar. Luzuriaga	Caída de rocas-colapso	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, rotura mixto, ladera, corte artificial, zona de arranque irregular, discontinua, bloques aislados, canchales o talus de detritos.	Afecta moderadamente 380 m de camino rural, canal 400 m.
Huachis Huachis, Huari	Cárcavas - deslizamientos	Activo	2	3	6	La zona requiere reforestación de laderas.	Camino rural, terrenos de cultivo
Congar Shilla, Carhuaz	Cárcavas - Deslizamientos	Activo	3	2	6	Presencia de deslizamientos en ambas márgenes de cárcava.	Puede afectar 250 x 10 m de terrenos de cultivos y pastizales.
Cerro Chamana/puente de El Águila Sihuas, Sihuas	Colapso - flujo	Activo	3	3	9	Derrumbes, talud rocoso fracturado, zona de arranque irregular, canchales o talus de detritos, derrumbes de tierras, obstrucción de vía de 370 a 400 m.	Afecta 370 m de carretera.
Cerro Chinchamarca Huayllacayán, Bolognesi	Colapso - flujo	Activo	3	2	6	Derrumbe en las laderas del Cerro Chinchamarca; es un derrumbe-flujo, de clastos angulosos y bloques hasta de 3 m. de diámetro aproximadamente de roca volcánica.	Puede afectar tramo de carretera Chasquitambo – Huayllacayán.
Cerro Pajan - ladera Este. Yanama, Yungay	Colapso y caída de rocas	Activo	3	2	6	Derrumbes o colapsos, talud rocoso fracturado, rotura cuña, vuelco, zona de arranque irregular, 450 m de longitud de arranque y 25-30 m de altura, bloques aislados.	Afecta moderadamente 450 m. de camino rural.

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Km 100 Yanama, Yungay	Colapso y caída de rocas	Activo	3	2	6	Derrumbes y caída de rocas, altura 100-150 m, bloques aislados.	Afecta moderadamente 1-2 km. de camino rural.
Cerro Torre Parobamba, Pomabamba	Colapso y caída de rocas	Activo	3	3	9	Caída de rocas, talud rocoso fracturado, ladera, zona de arranque irregular, longitud de arranque 530 m, altura 25 m, discontinua, bloques aislados, acumulación de bloques en la ladera, canchales o talus de detritos.	Afecta 730 m de carretera.
Huinchus Casca, Mar. Luzuriaga	Colapso y caída de rocas	Activo	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo cuña vuelco, ladera corte artificial, zona de arranque irregular, longitud de arranque 700 m., altura 80-100 m.	Sin daños registrados.
Quebrada Tapacocha Tapacocha, Recuay	Deslizamiento - colapso	Activo	3	2	6	Se observa movimiento complejo Deslizamiento - Derrumbe en la margen izquierda de la quebrada, al pie del poblado de Tapacocha	Puede afectar terrenos de cultivo y represar el río.
Quebrada Mangas / Cerro Pucanpartec Canis, Bolognesi	Deslizamiento - colapso	Activo	3	2	6	Derrumbe-deslizamiento en la margen izquierda de la quebrada mangas en el cerro Pucanpartec. Abundante material suelto en la ladera	Aporta material a la quebrada y al río.
Muñapampa Ponto, Huari	Deslizamiento - flujo	Activo	2	3	6	Deslizamiento y flujos que afectan los pastos naturales. Se observan cárcavas. Escarpa pequeña de 40 m de longitud, irregular con salto de 10 m, desnivel de 20 m entre escarpa y pie.	Afecta pastos naturales
Pariaucro Huari, Huari	Deslizamiento - flujo	Activo	2	3	6	Deslizamiento rotacional con escarpas múltiples y flujo de material deslizado, aguas abajo hacia quebrada Huari. Substrato sedimentario de mala calidad (Chicama). Asentamiento en la carretera.	Camino rural: 160 m, terrenos de cultivo y pasizales naturales
Huagampa Huari, Huari	Deslizamiento - flujo	Activo	2	3	6	Asentamientos en el corte y plataforma de la carretera, abundantes filtraciones, inicio de reptación con inclinación de árboles.	Camino rural: 130 m, terrenos de cultivo.
Huallanca Huallanca, Bolognesi	Deslizamiento - flujo	Latente	2	3	6	Escarpa única de forma irregular semicircular, longitud de escarpa 100-150 m, depósito de flujo.	Sin daños registrados.
Urpay Huari, Huari	Deslizamiento - Flujo de tierra	Activo	2	3	6	Cuerpo de deslizamiento antiguo, con presencia de botedales, con pequeñas escarpas que van hacia la quebrada.	Camino rural 200 m, pasizales.

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Yauya Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Deslizamiento - flujo de tierra	Activo	3	2	6	Escarpas múltiples, reactivación, depósito de flujo, presenta desviación de cauce	Afecta severamente cultivos y pastizales.
Mallas Huari, Huari	Deslizamiento - Flujo de tierra	Activo	3	3	9	Movimiento que presenta una superficie cóncava convexa afecta varios tramos de la carretera.	Viviendas afectadas: 7-8, camino rural: 500 m
Huanaca Chaca Llamellín, Huari	Deslizamiento - reptación	Activo	3	3	9	Fuerte reptación de suelos. Deslizamientos considerables en la ladera superior y pequeños en la parte inferior; filtraciones. Arcilla limosa bien plástica. Zona movida con escarpas múltiples y asentamientos en un área de 150 m de longitud y 80 m de desnivel; escarpa principal de 20 m y secundaria de 5 m.	Afecta canales de agua, pastizales y carretera.
Parte alta de Tarapampa Masin, Huari	Deslizamiento - flujo	Reactivado	3	3	9	Deslizamiento antiguo en la margen izquierda del río Mosna, con reactivación; escarpa semi-circular, de 200 m de longitud, 50 m de alto, superficie rotacional, salto principal de 10 m, depósito de flujo en la carretera que podría afectar en unos 600 m en el pie se comporta como flujo.	Afecta 600 m de camino rural.
Cerro Peñacocha Conchucos Pallasca	Deslizamiento -flujo	Inactivo-joven	2	3	6	Pasando la divisoria de aguas que divide la cuenca del Pacífico del Atlántico, se observa un plano de rotura traslacional y un depósito de avalancha de rocas al pie. Buzamiento de rocas favorable al talud. Podría estar asociado al sismo de Quiches de 1946.	Cierre parcial del valle, afectó áreas de pastizales.
Cerro Agua Salada La Pampa, Corongo	Deslizamiento-Avalancha de rocas	Activo	3	3	9	Avalancha originada por alteración de la roca; en la parte baja actúa como flujo, represando el cauce del río por ambos lados, margen derecha de la quebrada Huampis.	Se llevó tramos de la carretera.
Allaucan Corongo, Corongo	Deslizamiento-Caída de rocas	Activo	2	3	6	Escarpas múltiples, cárcava activa genera caída de rocas y deslizamientos, así como pequeños flujos. Zona inestable	Afecta moderadamente.
Huancash Piscobamba, Mariscal Luzuriaga	Reptación de suelos - flujo de tierra	Activo	3	3	9	Escarpa única circular, superficie rotacional, velocidad de movimiento muy lento, reactivación; reptación, ladera suave, saltos y discontinuidades pequeñas en la ladera	Afecta moderadamente carretera y seis postes de alumbrado público cultivos y pastizales.

Paraje Distrito Provincia	Nombre específico	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Km 98+650; 99+150, carretera a Huaraz Cajacay, Bolognesi	Derrumbe y vuelco	Activo	3	3	9	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, corte artificial, forma de la zona de arranque discontinua, depósitos de canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstrucción de la vía 500 m. Bloques inestables necesitan desquinchar.
Km 53+700, 54+800 carretera a Antamina Aquia, Bolognesi	Derrumbe y vuelco	Activo	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de zona de arranque regular y continuo, bloques aislados.	Daños leves en la carretera. Obstrucción de vía, bloques de roca de 0,40 m de diámetro.
Canchagaba San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Replación de suelos, deslizamiento	Activo	3	3	9	Escarpas sucesivas, de forma circular, discontinua, asentamientos. Ladera suave, avance cara libre a quebrada, saltos y discontinuidades pequeñas. Inclinura pastizales, corte artificial.	Afecta levemente 400 m de camino rural.
Saucepampa San Luis, Carlos F. Fitzcarrald	Replación-deslizamiento	Activo	3	3	9	Replación, ladera suave, desgarrado de cobertura vegetal, saltos y discontinuidades pequeñas, zonas involucradas pastizales, corte artificial, área urbana rural.	Su evolución compromete siete a ocho viviendas, pastizales.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 1.5
Principales áreas afectadas por reptación

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Urpay Independencia, Huaraz	Activo	3	3	9	Reptación considerable por corte de carretera, pequeñas grietas en terrenos de cultivo, árboles pequeños inclinados.	Puede afectar moderadamente 300 m de carretera, cinco viviendas y terrenos de cultivo.
Quebrada Vacaspampa Casca, Mcal. Luzuriaga	Activo	4	2	8	Ladera suave, avance cara libre a quebrada, desgarre de cobertura vegetal, saltos y discontinuidades pequeños en la ladera, saturación y remoción de suelo superficial.	Afecta una extensa área de pastizales y cultivos.
Cuchicancha Parobamba, Pomabamba	Activo	4	2	8	Avance cara libre a quebradas y cortes de carretera, presenta desgarre de cobertura vegetal, saturación y remoción de suelo superficial.	Afecta área extensa de pastizales y bofedales, avance cara libre hacia cortes de carretera.
Cerro Mishcahuayunca Ocos, Ocos	Activo	3	2	6	Se observa reptación de suelos en la margen derecha del río Ocos, ladera este del cerro Mishcahuayunca, frente a Janque	Esta dañando terrenos de cultivo y puede dañar canales de irrigación.
Paccha Huaraz, Huaraz	Activo	3	3	9	Reptación que afecta camino Real, posiblemente por mal uso de canales de riego, se observan árboles inclinados y grietas en la carretera.	Puede afectar 100 m de carretera, dos viviendas y terrenos de cultivo.
Liagui Ragash, Sihuas	Activo	2	3	6	Reptación de suelo en ladera suave con saltos o discontinuidades pequeñas.	Afecta bofedales, terrenos de cultivo y dos viviendas.
Vista Alegre Aczo, Antonio Raymondi	Activo	2	3	6	Zona con saltos y ondulaciones. Suelos arcillosos.	Afecta al puente y terrenos de cultivo.
Al pie de Mirgas Mirgas, Antonio Raymondi	Activo	3	3	9	Flujo de material con reptación que interfiere la vía a Mirgas.	Camino rural: 75 m.
Huallauya Piscobamba, Mcal. Luzuriaga	Activo	3	2	6	Ladera suave, avance cara libre a quebrada, saltos y discontinuidades pequeñas en la ladera, saturación y remoción de suelo superficial.	Involucra un área importante de pastizales y terrenos de cultivo.
Yacuhualea Huaraz, Huaraz	Activo	3	3	9	Reptación de suelo en la margen izquierda de la quebrada. Se observa pequeños deslizamientos en la parte reforestada. Área afectada de 2-4 hectáreas, con desgarre de cobertura vegetal,	Afecta terrenos de cultivo y pastizales.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 1.6

Principales áreas afectadas por erosión de laderas

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Cari Huaraz, Huaraz	Activo	4	4	16	Cárcava que desestabiliza bloques sueltos y caen, poniendo en riesgo dos viviendas ubicadas a orillas del río Santa, se observa bloques suspendidos a punto de caer.	Puede afectar 2 viviendas y terrenos de cultivo.
Tres Cruces La Pampa, Corongo	Activo	4	4	16	Cárcavas activas muy desarrolladas que generan deslizamientos en la cabecera, margen derecha de la quebrada Corongullo.	Daños severos.
Cerro Cocalopunta Primavera, Bolognesi	Activo	4	3	12	Erosión en las márgenes de la cabecera de la quebrada Jelleragra. Derrumbes en las márgenes de las cárcavas las cuales son poco desarrolladas a profundas. Zona de deslizamientos.	Afecta pastizales, terrenos de cultivo y a la quebrada Jelleragra, la cual afecta al pueblo de Gorgorillo
Quebrada Huarachupa Tilillos, Bolognesi	Activo	4	3	12	Cárcavas en la margen derecha de la quebrada Huarachupa. Material suelto en las laderas. Con lluvias fuertes podría discurrir flujo por la cárcava. Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada. Huayco registrado en enero-marzo del 2002.	Afecta tramo de carretera a Ticlos, puente, pastizales.
Quebrada Uchupata Aczo, Antonio Raymondi	Activo	3	4	12	La cárcava-flujo nace en Uchupata debido a las fuertes lluvias. Derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes que le aportan material. Cárcava en una longitud de 1 500 m y profundidad de 20 m.	Afecta terrenos de cultivo.
Cerro Pariacalqui Huata, Huaylas	Activo	3	3	9	Cárcavas muy desarrolladas generan flujos en época de lluvias.	Puede afectar población.
Sihuas Cashapampa, Sihuas	Activo	3	3	9	Erosión de laderas, tipo cárcavas, área urbana dañada.	Afecta moderadamente 15 viviendas
Huachi Bajo Cashapampa, Sihuas	Activo	3	3	9	Erosión de laderas, cárcavas, con una profundidad de 5-12 m.	Afecta severamente ladera.
Gorgorillo Gorgorillo, Bolognesi	Activo	4	2	8	Cárcavas bien desarrolladas en toda la quebrada Jelle Ragra, también se observan pequeñas cárcavas en su cuenca. Problemas en los terrenos de cultivo de Gorgorillo. Aumento de sólidos y material al río Pativilca. Presencia de derrumbes y deslizamientos en las laderas de la quebrada.	Afecta terrenos de cultivo.
Canis / Quebrada Jagahuain Canis, Bolognesi	Activo	4	2	8	Abundante material suelto. Las cárcavas presentan derrumbes. Con lluvias excepcionales podría producirse flujo por la cárcava.	Podría afectar terrenos de cultivo, caminos y canales. Aporta material a la quebrada.
Gorgorillo, Bolognesi	Activo	4	2	8	Cárcavas en las laderas de la margen izquierda del río Pativilca. Con lluvias fuertes podría discurrir flujos por las cárcavas. Algunas presentan derrumbes.	Carga de material al río Pativilca. Puede afectar terrenos de cultivo abandonados

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Acchas Masin, Huari	Activo	3	3	9	Cárcavas en la margen izquierda del río Puccha que con lluvias fuertes se producen flujos, debido a que las cárcavas se encuentran medianamente a bien desarrolladas (3 m de profundidad, en una longitud de 100 m). Estas presentan derrumbes en ambas márgenes.	Afecta 400 m de la carretera a Llamellín.
Soquilloraqra Ponto, Huari	Activo	3	3	9	Cárcavas de 3 m de profundidad y procesos de bad lands en una longitud de 100 m. Presenta flujos, reptación de suelos deslizamientos pequeños.	Afecta terrenos de cultivo, pastos naturales y camino rural a Rambrán.
Chocopampa/Quebrada Chachonapampa Llamellín, Antonio Raymondi	Activo	2	3	6	Cárcavas bien desarrolladas a medianamente desarrolladas (4 km de longitud y 5 m de profundidad). Derrumbes en sus márgenes que le aportan material. Con intensas lluvias puede producir flujos por las cárcavas.	Afecta a viviendas, terrenos de cultivo.
Puente Acochaca Acochada, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	2	3	6	Puente de madera afectado, acumulación de material en ambas márgenes, siembra de árboles de eucalipto en la ribera.	Viviendas afectadas: 5-8, Camino rural: 20-30 m
Ponto Viejo Ponto, Huari	Activo	2	3	6	Cárcavas en ladera en capas rojas alteradas, afectando a la carretera.	Afecta 2 km de carretera.
Atipallán Independencia, Huaraz	Activo	3	2	6	Erosión laminar y en cárcavas en un área de 3 a 1 km de longitud, con profundidades de 5-20 m	Afecta tramo de carretera y cultivos. Daño leve.
Huanchuc Huaraz, Huaraz	Activo	3	3	9	Ladera con pendiente moderada a fuerte con escasa vegetación; cárcavas y surcos en amplia zona; en parte terrenos de cultivos y pastizales. Substrato con material incompetente, meteorizado, fácilmente erosionable. Derrumbes hacia las cárcavas principales.	Afecta ocho viviendas y áreas de pastizales.
Estanque Pampa Huata, Huaylas	Activo	3	2	6	Cárcava en ladera muy desarrollada genera derrumbes en ambas márgenes.	Afecta camino de herradura y áreas de cultivos.
San Mateo Huata, Huaylas	Activo	3	2	6	Cárcavas muy desarrolladas generan derrumbes, se observan grietas en ladera de pendiente muy fuerte.	Puede afectar una vivienda.
Chincho Yauya, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	3	2	6	Erosión en cárcavas y surcos. Derrumbes en la conjunción de áreas con cárcavas y también hacia caras libres. Depósito antiguo de flujo al pie de ladera.	Afecta severamente pastizales y áreas de cultivo.
Huaracayoc Musga, Mar. Luzuriaga	Activo	3	2	6	Erosión intensa en cárcavas y surcos, en amplio sector de ladera del cerro Huaracayo.	Afecta laderas con pastizales y cultivos.
Quebrada Pumapacha Llumpa, Mar. Luzuriaga	Activo	3	2	6	Erosión de laderas, cárcavas, profundidad afectada 10-12 m, pastizales.	Afecta moderadamente cultivos.
Yuracayacu-Changa Parobamba, Pomabamba	Activo.	3	2	6	Erosión en cárcavas y surcos en ladera con ausencia de vegetación. Substrato de Capas Rojas muy susceptibles a erosión.	Afecta severamente laderas con pastizales.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Huayllauran Quinuabamba, Pomabamba	Activo.	3	2	6	Rocas en laderas de moderada pendiente y escasa vegetación, erosionadas por cárcavas.	Afecta laderas enriazas en parte y zonas de pastizales.
Uchugagay Sihuas, Sihuas	Activo	3	2	6	Erosión de laderas, bad lands .	Afecta pastizales.
Sihuas	Activo	3	2	6	Erosión de laderas, tipo cárcavas. Generan flujos en la margen derecha del río Sihuas.	Sin daños registrados.
Cashapampa, Sihuas	Activo	3	2	6	Se observa erosión por cárcavas en la ladera del cerro Llantén Punta, margen izquierda del la quebrada Rari	Puede afectar terrenos de cultivo
Km 28+800 carretera Llaclín - Chaucayán	Activo	3	2	6		
Llaclín, Recuay	Activo	3	2	6	Las cárcavas son del tipo cárcava-flujo. Se observan pequeños derrumbes en las partes altas de las cárcavas.	Puede afectar tramo de trocha carrozable a Marca.
Cerro Huana Cayan Marca, Recuay	Activo	3	2	6	Con lluvias fuertes discurre flujo por la cárcava. Se observa abundante material suelto. Pequeños derrumbes en la parte superior de la cárcava.	Puede afectar tramo de trocha carrozable Marca-Huayllapampa.
Huayllapampa, Recuay	Activo	3	2	6	Cárcavas en la ladera de la margen izquierda de la quebrada Jenuaragra. Las cárcavas aportan material a la quebrada produciéndose flujos con lluvias fuertes.	El flujo afecta tramo de carretera y las cárcavas aportan material a la quebrada. Afecta pastos.
Quebrada Jenuaragra / Muyacuta y Lampay Títilos, Bolognesi	Activo	3	2	6	Erosión de laderas por cárcavas en la cabecera de la quebrada Rupacuta, margen derecha, laderas del cerro Culquipunta. Cárcavas desarrolladas que aportan material a la quebrada. Material coluvio-deluvial.	Afecta área de pastizales y carga de material a la quebrada.
Quebrada Rupacuta / Cerro Colquipunta	Activo	3	2	6	Erosión de laderas por cárcavas en las laderas del cerro en la margen izquierda del río Pativilca, en el poblado de Tauripón. Las cárcavas se encuentran bien desarrolladas; con una lluvia excepcional podrían traer flujo.	Afecta terrenos de cultivo y excepcionalmente podría afectar a Tauripón.
Títilos, Bolognesi	Activo	3	2	6		
Tauripón	Activo	3	2	6		
Llacla, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa cárcavas flujo en la margen derecha de la quebrada. Pequeños derrumbes en las márgenes de las cárcavas. Abundante material suelto en las cárcavas.	Afectó canales de irrigación.
Rajan viejo - Corimanta Llapa, Ochos	Activo	3	2	6		
Cerro Cuncapunta Llapa, Ochos	Activo	3	2	6	Se observa erosión de laderas por cárcavas en la margen derecha del río Pativilca, con lluvias fuertes se producen flujos por las cárcavas. Se observa material suelto en el cauce de las cárcavas.	Puede interrumpir en varios tramos la trocha carrozable Cañón-Llpa y aportar material al río

Fuente: Base de Datos Geocientífica de INGENMET – Peligros Geológicos.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

ANEXO 2
DATOS MACROSÍSMICOS OCURRIDOS EN LA REGIÓN ANCASH

PÁGINA EN BLANCO

Anexo 2

Datos macrosísmicos ocurridos en la región Ancash

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
1725-01-06	Yungay, Trujillo	VII	Terremoto que ocasionó diversos daños en la ciudad de Trujillo; en los nevados de la Cordillera Blanca originó la rotura de una laguna glaciaria, que se desbordó, arrasó un pueblo cercano a Yungay, muriendo 1 500 personas, este sismo fue sentido en Lima, fue similar al sismo de 1 970, con intensidades de VII (MMI) en Trujillo.
19/01/1932	Lima	V - VII	Violento temblor que hizo caer cornisas, tapias y paredes viejas. En el puerto del Callao el temblor fue tan fuerte como en la capital y ocasionó diversos daños en las edificaciones. Se sintió fuerte en Huacho, ligeramente en Cañete, Chincha, Ica, Pisco, Trujillo y Chiclayo. En la ciudad de Huaraz, en Callejón de Huaylas, el temblor fue recio.
10/11/1946	Pallasca, Pomabamba	VII	Terremoto que ocurrió en las provincias de Pallasca y Pomabamba, asociado a un visible caso de dislocación tectónica. Causó 1 386 víctimas, el movimiento sísmico tuvo un área de percepción de 450,000 km ² , la región epicentral fue situada entre las coordenadas: 8°10' a 8°26' de latitud sur y 77°27' a 77°52' de longitud oeste fue el escenario de grandes efectos destructores, en donde ocurrieron transformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del pueblo de Quiches, donde se produjo una escarpa de falla de 10 km de longitud con rumbo promedio de N 42°O y buzamiento del plano de dislocación de 58°SO. Se reportaron grandes derrumbes en las quebradas de Pelagatos, Shuitococha, Llama y San Miguel, que ocasionaron represamientos, por otro lado se produjeron numerosos agrietamientos en el terreno cerca a Quiches, Mayas, Huancabamba, Conchucos y Citabamba. Su efecto en las construcciones en el material de adobe y tapial de las edificaciones de Quiches, Sihuas, Mayas y Conchucos fue grande, las intensidades percibidas en los cerros Paltas y Sillapata (Tayabambita) fue de XI (MMI); en Mayas y San Miguel de X (MMI); en Sihuas, Quiches y Conchucos de VIII (MMI); y en Chimbote y Trujillo de V (MM).
01/11/1947	Satipo	VIII	Las isosistas de este terremoto muestran intensidades de III a V en el área de estudio.
14/02/1948	Quiches	VII	Fue un violento temblor en Quiches y pueblos aledaños del río Marañón, fue la réplica más violenta del sismo del 10 de noviembre de 1946, las intensidades observadas fue de VII (MMI) en Quiches; VI (MMI) en Sihuas; y de V (MMI) en Pomabamba, Taucá, Corongo y Cabana.
17/02/1956	Chimbote	VII	Este temblor fue sentido en todas las poblaciones de los departamentos de La Libertad y Ancash: fue sentido con una intensidad de V (MMI) en la ciudad de Chimbote
17/02/1956	Callejón de Huaylas	VI	Sismo destructor sentido en todo el Callejón de Huaylas, causando daños en Carhuaz y en los caseríos de Amascha, Shilla, Lipa y Hualcán, con intensidades de VI (MMI), y donde los deslizamientos y escarpas fueron muchos; a la altura de Recuay se represó el río Santa; en la zona de la costa se agrietó el suelo con eyección de agua, arena y lodo, hasta una altura de 1 m.
09/02/1955	Lima		Temblor fuerte, resultaron 10 personas accidentadas. Aceleración promedio 27 cm/seg ² con períodos de 0,2 seg. Desprendimiento del material suelto en los barrancos de los balnearios y en el sector de Pasamayo (Lima). Ligeramente destructor para los edificios y viviendas de la ciudad de Cañete. Sentido en Huaraz.
03/07/1961	Chimbote	VI	Violento temblor en Chimbote ocasionó rajaduras en muchas paredes y roturas de vidrios en edificios y viviendas. Grado VI. Alarma en Trujillo y Huaraz. Agitación del mar en Chimbote, Salaverry y Buenos Aires.
24/09/1963	Cordillera Negra	V - VI	Sismo destructor en los muelles situados en la cordillera Negra en la latitud 10°. Ocasionó daños en los poblados de Huayllacayari, Cajacay, Malvar, Carforaco, Cajamarquilla, Ocos Raquia, Congas y Lipa del departamento de Ancash. Además en los canales de irrigación y caminos, deslizamientos de materiales sueltos de los cerros. El desplome de una pared causó una muerte en Malvas. Destrucción de viviendas contiguas de adobe en el puente y ciudad de Huarmey. Sentido con fuerte intensidad en Chimbote y Salaverry.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
17/10/1966	Lima	VIII	Uno de los sismos más intensos desde 1940. Dejó un saldo de 100 muertos y daños materiales ascendientes a mil millones de soles oro. El área de percepción cubrió aproximadamente 524 000 km ² y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. En el tramo 169 de la carretera Panamericana Norte se observaron otras de dirección N75O, con un salto notorio hasta de 15 cm en material aluvial. Unos 50 minutos después del terremoto se produjo un tsunami moderado, registrándose la primera onda en los mareógrafos de La Punta, Chimbote y San Juan. En Casma y Tortugas hubo inundación, sufriendo grandes pérdidas varias fábricas pesqueras. El mapa de isosistas muestra intensidades de VI y VII en la región costera de Ancash.
31/05/1970	Costa de Lima e Ica	V - VI	Un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú y posiblemente del hemisferio occidental. Murieron 50 000 personas, desaparecieron 20 000 y quedaron heridos 150 000, según un informe de la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la zona afectada. La mayor mortalidad se debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay. Se sintió en casi toda la costa del Perú hasta las cordilleras, con diferentes intensidades. Al sur y ESE fue de grado VI MM en Lima. Fuerte en Pisco e Ica. El área más afectada abarcó todo el departamento de Ancash y el sur del departamento de La Libertad. Fue destruida Casma y sufrió grandes daños Chimbote. Los daños fueron severos en el Callejón de Huaylas sobretodo Huaraz. Gran destrucción se observó en las construcciones rurales de los pueblos y caseríos situados en las vertientes de la cordillera Negra así como en los ubicados en las vertientes de la cordillera Blanca. La intensidad pudo haber llegado a IX en Chimbote, en el Callejón de Huaylas grado VII-VIII. Efectos secundarios: a consecuencia del terremoto se produjo un aluvión que arrasó la población de Yungay, en el Callejón de Huaylas. La cornisa norte del nevado Huascarán se desprendió, arrasando piedras, hielo y lodo y cubrió a Yungay y parte de Ranrahirca, ya arrasada en 1962. La ciudad de Yungay y los pequeños pueblos vecinos al distrito de Ranrahirca quedaron desaparecidos. En Yungay, en donde solo se salvaron quienes corrieron hacia el cementerio de la ciudad (antigua fortaleza preíncá), los niños que asistieron a un circo itinerante, y 300 personas en el estadio. Se salvaron por estar en los únicos puntos más seguros de la ciudad desaparecida. La provincia de Yungay alcanzó las cifras más altas en cuanto a mortandad: 22 000. Otros aludes de menor magnitud se produjeron sobre la laguna glaciar de Llanganuco y sobre la de Parón. Los más grandes deslizamientos, según Ericksen (1970) estuvieron concentrados en los cursos bajos del río Santa y tributarios. Se activó el deslizamiento de Recuay el cual cerró el valle y ocasionó inundación en el pueblo. En el río Aija un deslizamiento represó el río.
05/05/1971	Sihuas-San Miguel	VI	Fue un violento sismo local que sacudió la provincia de Sihuas en Ancash, el sismo tuvo su origen en el mismo foco del terremoto de 1946, se observó intensidades de VI (MM) en San Miguel y Quiches.

Fuente: SILGADO, 1978; IGP, 2005.

ANEXO 3
PRINCIPALES SECTORES AFECTADOS POR PELIGROS
HIDROLÓGICOS

PÁGINA EN BLANCO

Anexo 3.1 Principales áreas afectadas por inundaciones

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Aquia / Callao Distrito Bolognesi	Activo	4	3	12	Erosión de la margen izquierda del río Pativilca. Afecta el pueblo de Aquia. Hubo inundación del sector Collao en el año 2000.	Si se reactivara podría afectar tramo de carretera Chiquián-Aquia-Huánuco. La inundación afectó viviendas y terrenos de cultivo.
Cusco Huarmey, Huarmey	Activo	3	3	9	Erosión en ambas márgenes del río Huarmey. Se observan zonas inundables en ambas márgenes. Se ha colocado protección en las márgenes por medio de entrocados.	Si se desborda, puede afectar terrenos de cultivo y tramo de la carretera Huarmey-Ajja (km 4+075) y entrada de la bocatoma Huarmey.
Puente Carretera-Litoral Casma, Casma	Latente	3	3	9	Se colocaron terraplenes de tierra para encauzar el río. Confluencia de ríos Sechin y Casma.	Afecta principalmente áreas de cultivo.
Sectores Entre Huanchuy y Buena Vista Casma, Casma	Latente	3	4	12	Desbordes del río Sechin con lluvias excepcionales en una longitud de 5 y 2 km por sectores aproximadamente.	Afecta principalmente áreas de cultivo.
Hacienda Tanguiche hacia aguas abajo Santa, Santa	Latente	3	3	9	Desbordes del río Santa con avenidas ocasionales a excepcionales.	Afecta principalmente áreas de cultivo en ambas márgenes.
Pueblo Joven Florida Alta y Baja, Miramar. Chimbote, Santa	Latente	3	3	9	Aparente marejazo.	En 1996, dejó 40 viviendas inundadas y una embarcación varada; perjudicó enseres domésticos de las viviendas.
Km 28+900 carretera Huarmey-Ajja Huarmey, Huarmey	Latente	3	2	6	Zona de inundación en la margen derecha del río Huarmey; entrocados artesanales en la margen derecha como defensa de carretera	Puede afectar tramo de la carretera km 28+900, tierras de cultivo y algunas viviendas en la margen derecha
Racrachaca Aquia, Bolognesi	Activo	3	2	6	Zona de posible inundación en ambas márgenes del río Pativilca. Zona de erosión fluvial. La quebrada Pampas podría incrementar la peligrosidad. Se recomienda reforzar ambas márgenes, principalmente la margen izquierda para proteger al poblado. El puente nuevo puede ser erosionado.	Con lluvias excepcionales se podría inundar el caserío de Racrachaca y afectar la carretera Chiquián - Aquia - Huánuco, pastos y puente nuevo.
Huaraz, sector SO Huaraz, Huaraz	Latente	3	3	9	Erosión del río Santa en ambas márgenes.	En 1994 arrasó 12 viviendas en ribera del río Santa, pese a prohibición de construir viviendas con extensión menor de 100 m del río.
Coy coy San Pedro, Ocrois	Latente	2	2	4	Zonas de inundación en ambas márgenes de la quebrada Julquillas. Se observa zonas de erosión en ambas márgenes	Afectó una casa y terrenos de cultivo. Podría afectar trocha carrozable a Coy coy.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Entre Choloque y Puente Panamericana Casma, Casma	Latente	3	2	6	Desbordes del río Casma principalmente en la margen por colmatación del cauce y falta de defensas.	Compromete extensas áreas de cultivo.
Cuchi Rumi Copa, Ochos	Latente	2	2	4	Zonas de inundación y erosión fluvial en ambas márgenes de la quebrada Julquillas.	Afectó tierras de cultivo y algunas viviendas.
Mai Paso Huarmey, Huarmey	Latente	2	2	4	Zona de inundación en la margen derecha del río Huarmey, durante el Fenómeno de El Niño 1997-1998.	Puede afectar terrenos de cultivo.
Aeropuerto Anita Carhuaz, Carhuaz	Latente	2	2	4	Inundación excepcional en la margen izquierda del río Santa.	Puede comprometer pista de aterrizaje de aeropuerto.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Anexo 3.2
Principales áreas afectadas por erosión fluvial

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Chaucayán / km 64+000 al 66+000 carretera Lima-Huaraz Llacllin, Recuay	Activo	4	3	12	Zonas de erosión e inundación en ambas márgenes del río; grandes bloques en ambas márgenes. Protegidos con enrocados que no funcionarían con una lluvia como la de 1983. La erosión afecta 2 km aguas abajo y 1 km aguas arriba. Este problema podría acrecentarse con un posible huayco en la quebrada Puri (Llacllin).	Podría afectar el caserío de Chaucaayán, puente sobre el río Fortaleza y un tramo de la carretera asfaltada Lima – Huaraz.
Ticapampa Independencia, Huaraz	Activo, Inactivo-Joven	3	3	9	Erosión fluvial del río Santa, afectando el puente Santo Domingo, con erosión de sus bases.	Afecta severamente 15 viviendas y 40 m de puente.
Parco Catac, Recuay	Activo	3	3	9	Erosión del río Santa a la pista Catac-Recuay, por la zona donde termina el muro de contención.	Afecta 15 m de carretera.
Huaraz, Huaraz	Activo	3	3	9	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Santa; extracción de áridos (cantera), desvía el río hacia la margen derecha; inundación en margen izquierda	Se ha colocado gabiones para proteger carretera.
Aguas debajo de la confluencia del río Quero y el río Pativilca Pacllón, Bolognesi	Activo	3	3	9	Se observa erosión fluvial en la margen izquierda del río Pativilca. La erosión afecta la carretera. Podría inundarse la carretera si se desborda el río	Afecta tramo de carretera a Pacllón en aproximadamente 300 m.
Quebrada Shimcuy/ Aguas Abajo del Puente. Aczo, Antonio Raymondi	Activo	3	3	9	Erosión fluvial en la margen derecha de la quebrada Shimcuy (500 m) con lluvias fuertes crece el nivel de agua erosionando la margen derecha. Aguas abajo puede inundar chacras si la Erosión continua puede afectar la carretera.	Afectaría la carretera y el puente que conduce a Llamellín.
Sector Cochas Cochas, Ocos	Activo	4	2	8	Se observa erosión fluvial en ambas márgenes del río Pativilca, en los taludes de las terrazas. La erosión provoca derrumbes en las terrazas de la margen izquierda.	Puede afectar terrenos de cultivo en ambas márgenes; se ha arrimado material fluvial como protección.
Fundo Alpas Cochas, Ocos	Activo	4	2	8	Erosión fluvial en ambas márgenes del Río Pativilca. Pendiente del río baja. Posibles zonas de inundación en la margen derecha.	Puede afectar canal de irrigación y terrenos de cultivo.
Fundo Alpas Cochas, Ocos	Activo	4	2	8	Se observa erosión fluvial en ambas márgenes del río Pativilca. Posibles zonas de inundación. Terrenos de cultivo destruidos por anteriores inundaciones, se han colocado defensas con arrimados de material del río.	Puede afectar canal de irrigación y terrenos de cultivo y bocatoma de Purnacana.
Huaquish / km 54+500 / Pocos Colquioc, Bolognesi	Activo	4	2	8	Erosión fluvial en la margen izquierda del río Fortaleza, la dinámica fluvial hace que el río se pegue a la margen izquierda del río. Se han colocado enrocados incipientes y en mal estado.	Puede afectar tramo de carretera km 54+500 de la carretera Lima-Huaraz.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Soledad Ocos, Ocos	Activo	4	2	8	Zona de inundación en la margen derecha del río Ocos. Con lluvias fuertes el río crece y erosiona e inunda la margen derecha. Se observa también huayco que baja por el río Ocos.	Puede afectar tramo de carretera Ocos - Barranca en aproximadamente 85m. Afecta pastizales.
Llacla Llacla, Bolognesi	Activo	4	2	8	Se observa erosión fluvial en la margen derecha del río Pativilca. El río erosiona las terrazas donde hay terrenos de cultivo. Con lluvias fuertes el río se llevaría los terrenos de cultivo.	Afecta terrenos de cultivo.
San Telmo Cochas, Ocos	Activo	4	2	8	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Pativilca en aproximadamente 1 km.	Puede afectar tramo de carretera Barranca-Ocos en un tramo de 1 km y también puede afectar puente colgante
Tzapampa Acochaca, Carlos F. Fitzcarrald	Activo	2	3	6	Erosión e inundación fluvial en ambas márgenes del río Chacupato, afecta terrazas bajas y altas.	Camino rural: 80 m, Cultivos: 350 x 10 m
Al frente de Huanja Ponto, Huari	Activo	2	3	6	Pequeños derrumbes por socavación del río Puchca a la altura de la quebrada Sautuy, podrían represarlo. Tramo erosionado 200 m.	Su avance compromete tramo de carretera.
Río Santa Recuay, Recuay	Activo	3	3	9	Erosión fluvial en margen izquierda del río Santa debido a la intensidad de las lluvias, en tramo de 200 m.	Afecta viviendas y carretera.
Huantume Olleros, Huaraz	Activo	3	2	6	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Santa, en tramo de 1 km.	Afecta puente peatonal
Aco Olleros, Huaraz	Activo	3	2	6	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Santa (700 m). Se observa algunos colapsos de dos zonas inundables en ambas márgenes.	Puede afectar terrenos de cultivo,
Entre Ampu y Toma Carhuaz, Huaraz	Activo	3	2	6	Inundación en ambas márgenes por sectores, 800 m de longitud erosionada.	Puede afectar terrenos de cultivo, 100 m de carretera y 2 viviendas. Daño moderado.
Km 26+100 frente a Cerro Blanco Huarmey, Huarmey	Activo	3	2	6	Se observa erosión en la margen derecha del río Huarmey y zonas de inundación.	Puede afectar tramo de la carretera km 26+100 al 26+500 y terrenos de cultivo.
Km 30+000 carretera Llaclín - Chaucayán Llaclín, Recuay	Activo	3	3	9	Erosión fluvial en ambas márgenes de la quebrada Rari de una longitud aproximada de 300 m. Se observa material de huayco en el cauce de la quebrada. Se han hecho defensas con enrocados.	Puede afectar en la margen derecha el talud inferior de la carretera Pararín - Chaucayán en el tramo km 30+000 al 30+300
Chasquitambo Colquioc Bolognesi	Activo	3	2	6	Erosión en ambas márgenes del río Fortaleza y zonas de inundación. En la margen izquierda se han colocado muros de contención de concreto y arriamado de material por sectores. Se observa posible desprendimiento de roca con sismo en la margen izquierda	Podría afectar terrenos de cultivo.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Km 52+000 Carretera Lima Huaraz	Activo	3	3	9	Erosión fluvial en ambas márgenes del río Fortaleza y zonas de posible inundación con crecida del río. Se han colocado obras de defensa en ambas márgenes del río con arriado de material.	Podría afectar terrenos de cultivo y tramo de carretera km 52+000 al 53+200 Lima- Huaraz, puente colgante y viviendas.
Colquioc, Bolognesi	Activo	3	3	9	Se observa erosión en la margen izquierda del río Fortaleza. Posible inundación con lluvias excepcionales en la margen izquierda.	Puede afectar la carretera Lima - Huaraz en el km 59+600 al 60+200 y bocatomas rústicas de agua de irrigación.
Ochocolca / km 59+600 carretera Lima-Huaraz	Activo	3	3	9	Erosión fluvial margen izquierda del río Fortaleza, zonas de posible inundación con lluvias excepcionales. Se han colocado defensas ribereñas con arriado de material, muros de contención. Tramo crítico km 61+900 al 62+250, puede afectar carretera y mineraducto (km 171+859 del mineraducto de Antamina)	Puede afectar tramo de carretera km 61+000 al 62+300 y tramo de mineraducto de Antamina km 171+859.
Llaclín, Recuay	Activo	3	2	6	Erosión de riberas en ambas márgenes del río Purísima. Material de huayco (proluvial) en el cauce del río. La erosión es producto de las intensas precipitaciones que en el año 2000 discurrieron como huayco por el río Purísima. Se han colocado defensas con enrocados y patas de gallo en la margen izquierda del río Purísima.	Afectó terrenos de cultivo y la antigua carretera Chasquitambo-Llumpe, con una reactivación podría afectar la nueva carretera Chasquitambo-Llumpe
Chasquitambo Colquioc, Bolognesi	Inactivo-joven	3	2	6	Erosión fluvial en la margen izquierda del río Purísima como consecuencias de fuertes lluvias que discurrieron por el cauce del río en forma de huayco.	Afectó antigua carretera a Llumpe y terrenos de cultivo
Esperanza Huayllacayán, Bolognesi	Inactivo-joven	3	2	6	Se observa erosión de riberas producida por lluvias intensas que bajan por el río Purísima en forma de huayco.	Afectó bocatoma, acequias y terrenos de cultivo. Podría afectar colegio en la margen izquierda
Puente mellizo Cajacay, Bolognesi	Activo	3	2	6	Erosión de riberas en la margen izquierda del río Fortaleza. Se ha construido gaviones que no han funcionado y enrocados in situ.	Puede afectar tramo de carretera km 102+100 al 102+500 de la carretera Lima - Huaraz
Anexo Pampan Huasta, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa erosión fluvial en ambas márgenes del río Pativilca. Se debe reforzar con enrocados, ambas márgenes del río.	Puede afectar terrenos de cultivo. Con una crecida del río, se podría afectar la carretera Chiquián - Aquia-Huánuco.
Huarancayo Pacllón, Bolognesi	Activo	3	2	6	Se observa erosión fluvial en la margen izquierda del río Llamac. Cuando el río crece con lluvias fuertes erosiona la margen izquierda. Se debe colocar protección para la carretera.	Afecta pastos, si la erosión continua puede afectar carretera a Llamac en un tramo de aproximadamente 200 m.
Carretera Huarmey-Alja Km 7+800 Huarmey, Huarmey	Activo	3	2	6	Erosión en la margen derecha del río Huarmey. El río se ha pegado hacia la margen derecha, puede afectar la carretera, se ha colocado protección en la margen derecha.	Afecta tramo de carretera km 7+800 al 8+280.

Paraje Distrito Provincia	Actividad del movimiento	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños a la vida y la propiedad
Km 15+200 carretera Huarmey- Ajja Huarmey, Huarmey	Activo	3	2	6	Erosión fluvial en la margen derecha del río Huarmey, aguas arriba de la quebrada Pedregal. También se aprecia inundación.	Erosión fluvial que afecta tramo de la carretera Huarmey-Ajja (km 15+200 al 15+800) y canal de irrigación.
Aguas arriba puente Ouitaraca Sicsibamba, Sihuas	Activo	3	2	6	Erosión de riberas, longitud erosionada 300 m, ambas márgenes, afectando terraza terraplén de carretera.	Afecta levemente 300 m de carretera.
Julquillas Copa, Ocros	Activo	3	2	6	Se observa zonas de inundación en ambas márgenes de la quebrada Julquillas. Se observa zonas de erosión en ambas márgenes de la quebrada.	Afecto tramo de carretera a Julquillas, viviendas del pueblo de Julquillas, colegio y posta médica.

Fuente: Base de Datos Geocientífica de INGEMMET – Peligros Geológicos.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

ANEXO 4
**CRONOLOGÍA DE EVENTOS HISTÓRICOS DE PELIGROS QUE
PRODUJERON DAÑOS EN LA REGIÓN ANCASH**

PÁGINA EN BLANCO

Anexo 4
**Cronología y relato histórico de desastres por movimientos en masa, sismos e inundaciones
producidos en la Región**

Fecha	Descripción del peligro
04/03/1702	Inundación en la ciudad de Huaraz: El relato del padre Beltrán menciona hasta varias varas de altura alcanzadas.
06/01/1725	Aluvión en Huaraz: Sismo ocasiona avalanchas de hielo y ruptura de lagunas que destruyeron la ciudad de Huaraz; se derrumbó el templo de los padres franciscanos Jesús, María y José. Desaparecieron 1 500 habitantes quedando solo 300.
10/02/1869	Aluvión en Huaraz: Entre las 8 y 9 de la noche se precipitó un enorme aluvión por encima de la colina que domina la planicie de los Baños de Monterrey. Con una formidable fuerza arrasó lo que encontraba a su paso (baños, fábricas, caseríos, etc.). Murieron 11 personas que se encontraban en los baños termales.
06/03/1870	Deslizamiento de Rampac Chico: El pueblo de Rampac Chico en Carhuaz, comenzó a deslizarse a las 4 de la mañana, desapareciendo 99 casas, su capilla y dos tercios de su población de 600 habitantes. Se originó por filtraciones de agua de una laguna ubicada en la falda del cerro que le servía de fuente.
22/02/1878	En Huari en la mañana del 22 de febrero, los ríos se salieron de su albeo, saltaron los pantanos y terrenos acuosos, se desbordaron las lagunas, arrasando todo. <i>El Diario Nacional</i> refiere además: «... tienen que laborar nuevos terrenos de cultivo, fabricar nuevas habitaciones, levantar nuevos y numerosos puentes».
	Este mismo día quedó semidestruida la localidad de Sihuas.
	En Chimbote, las lluvias ocasionaron un improvisado río que descendió de las alturas de Lacramarca y Santa Ana y se dirigió al mar dividiéndose en dos formidables brazos, uno de los cuales inundó la hacienda "El Puente" y el otro pasó por la parte sur de Chimbote.
24/06/1883	Aluvión en Macasha: A consecuencia del desborde de la laguna de Tambillo (Rajucolta), quedó destruida la escuela, casas y sementeras, muriendo muchos pobladores.
1891	Evento de El Niño en la región Ancash: El departamento de Ancash resultó gravemente afectado por flujos de detritos, quedando Huaraz aislada durante 80 días. Chimbote muy pequeña por entonces, quedó destruido en un 95%, Samanco resultó también seriamente castigado por las lluvias. Casma quedó en ruinas (Tomado de López Martínez, 1983).
10/10/1910	Asentamientos de tierras en el poblado de Socosbamba, originando tres sistemas de fracturas (Galdos 1974); estos se reactivaron en 1975.
15/02/1911	Aluvión de Marca: Desborde de la laguna Mazarán, destruyó el 50% del pueblo de Marca, 200 desaparecidos. La laguna esta en la cabecera de la quebrada Jacay.
10/12/1911	Inundación en Carhuaz: Se desborde el río Chucchun causando el arrastre de tomas de aguas y puentes.
22/01/1917	Un desprendimiento de hielo del nevado Huascarán del cerro Puchgoy, se precipitó arrasando muchas casas del entonces caserío de Sacas y Ranrahirca. No se reportó la magnitud de los daños, como tampoco el número de víctimas.
1925	Chimbote soportó 60 días de lluvias torrenciales, a consecuencia de ello quedó destruido en un 95%, en esta fecha también fueron afectados durante el mismo lapso las ciudades de Trujillo y Chiclayo, acompañados de otros fenómenos meteorológicos (truenos, relámpagos).
01/04/1925	Inundación en Pautan: Desborde del río Casma destruyó pueblos y los dejó incomunicados, servicios de telégrafos destruidos.
1925	Deslizamiento frente a Miraflores: En la margen derecha de la quebrada Causacap, existe una escarpa de deslizamiento que corre paralela a la quebrada en una longitud de 500 m con salto de 10 m; los pobladores mencionan que data de 1925 (1945?) (Cossío, 1963).

Fecha	Descripción del peligro
14/03/1932	Aluvión Quebrada Pacllón: Caída de hielo del nevado de Jirishanca sobre laguna Solterococha; se rompió dique que provoco aluvión por la quebrada Pacllón. Afectó con mayor intensidad la margen izquierda del río Achín, llegando hasta la cuenca baja del río Pativilca. No se tiene conocimiento de pérdidas humanas.
20/01/1938	Aluvión en la quebrada Ulta: Ruptura de la laguna Artesa, en la quebrada Ulta, Carhuaz, originó un aluvión que destruyó el puente sobre el río Buin, que comunica Carhuaz con Mancos (Kinzi), causando daños menores en terrenos de cultivo y puentes de caminos de herradura. No se reportaron víctimas.
1938	Aluvión sobre el poblado de Conchucos: Ruptura de la laguna Magistral produjo un aluvión destruyendo 32 viviendas y 13 puentes. No se reportaron víctimas.
20/04/1941	Ruptura de la laguna Suerococha en el Alto Pativilca (cordillera de Huayhuash). Daños en áreas de cultivo, sin pérdidas de vidas humanas.
13/12/1941	Aluvión en Huaraz: Ruptura de las lagunas Acoshacocha (Palcacocha) y Jircacocha, a las 6:45 horas, generó un flujo aluviónico por la quebrada Cojup hacia Huaraz, dejando un saldo de 4 000 muertes. Se calculó un volumen de material de 4 000 000 de m ³ de material.
01/03/1942	Huayco en Tapacocha: Inundó el pueblo, casas inhabitables. 300 familias damnificadas.
1943	<p>Deslizamientos en Pariacancha (Uco, Huari): Se distinguen dos deslizamientos: el primero en la dirección de la pendiente hacia el río Pushca abarca un área de 12 km², y una profundidad mayor de 80 m; se producen varios saltos escalonados, y segundo a los que se dirigen hacia las quebradas laterales (Monteragra, Pichuyllan, Panoragra), hacia el Norte existen tres zonas donde se producen deslizamientos y son Chaparreja, Tío y Yanapachu. En la quebrada del sur las de Quillehuayonga, Buenos Aires, Cabracancha, Asiac y Huanchay, con grandes movimientos que abarcan una extensión de 3 km² y forman fuertes escarpes.</p> <p>Deslizamiento en poblado de Atacadero (Carhuaz): Área afectada por el movimiento en una extensión de 750 000 m², con saltos secundarios hasta de 15 m. Causó la pérdida de sembríos y las construcciones de las viviendas, iglesia, cabildo, cárcel, escuela, varias viviendas afectadas. Los lugareños se dieron cuenta del fenómeno el 19 de abril de 1943 hasta el 7 de junio del mismo año que es cuando se produce el mayor movimiento. El autor llega a la conclusión que este deslizamiento se ha producido en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. (Indacochea, 1946).</p>
17/01/1945	Aluvión de Chavin de Huántar: Ruptura de las lagunas Ayhuinyaraju y Carhuacocha por avalancha de hielo y roca del nevado Ayunilla, generó un flujo aluviónico que destruyó el pueblo de Chavín, el que incluye 300 muertos, cubriendo además completamente el complejo arqueológico.
10/11/1946	<p>Deslizamiento de Pillipampa: Se vincula al terremoto de Sihuas de 1946, sin embargo hay evidencias de campo (grietas) que sugieren la existencia de grietas de edad más antigua.</p> <p>En la quebrada Huagor se produjo con el sismo de 1946 una grieta en la cumbre del cerro del mismo nombre (Carrillo, 1962),</p> <p>Deslizamientos en las quebradas de Pelagatos, Suitococha, Llama y San Miguel: A consecuencia del terremoto que afectó las provincias de Pallasca y Pomabamba el área fue escenario de grandes efectos destructores, en donde ocurrieron transformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del pueblo de Quiches, donde se produjo una escarpa de falla de 10 km de longitud. Se reportaron grandes derrumbes en las quebradas de Pelagatos, Suitococha, Llama y San Miguel, que ocasionaron represamientos de valles, por otro lado se produjeron numerosos agrietamientos en el terreno cerca a Quiches, Mayas, Huancabamba, Conchucos y Citabamba (Silgado, 1978).</p>
1946	Agrietamientos en el sector de Emcayoc: Situada a 10 km al E de Yungay, margen izquierda del río Saquiariuri; se hace mención de ruidos producidos en la parte alta de los cerros. Se evidencia agrietamientos en el terreno y ruidos pueden deberse a un deslizamiento lento que comprende casi toda la extensión de Emcayoc, con un área de 37,4 hectáreas. Testimonios de pobladores de la zona que, por esa quebrada bajaron dos aluviones en las fechas 02/01/1915 a las 5 pm y el 30/12/1930 a las 9 pm.
14/02/1948	A consecuencia de un sismo en el sector de Quiches, derrumbes en cerros produjeron interrupción de tramos de caminos y siete personas murieron.

Fecha	Descripción del peligro
20/10/1950	Aluvión en la quebrada Los Cedros: Ruptura de la laguna Jancarurish produjo un flujo de detritos por la quebrada los Cedros destruyendo instalaciones en construcción de la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, carretera entre la central y Caraz y numerosos tramos de la línea férrea Chimbote Huallanca.
1950	Deslizamientos en Yauya (Huari): Afectan terrenos de cultivo en la margen izquierda del río Maribamba a unos 1 000 m a SE del pueblo, el deslizamiento tiene una longitud de 1200 m y 600 m, de ancho, un área de 720 000 m ² , con un salto vertical de 30 m, y una longitud e 400 m, en el sector de Conchos, la superficie es irregular, existen numerosas grietas, el desnivel del deslizamiento es de 70 m. La zona afectada comprende los terrenos de Puihuan, Gallarpana, Condortocya, Conchos, Guayronga, el castillo, Funde, Muña y Pacobamba. (Castro, 1950).
17/01/1951	Huayco de la quebrada Ulca: Huayco que también ocasiono inundación, a las 9 pm en la quebrada de Ulca, cerca a Carhuaz, se produjo un huayco sobre el río Buin que provocó embalse de 500 m en el río Santa.
12/06/1951	Desbordes de la laguna Artesoncocha depósito sobre la laguna Parón sin mayores consecuencias volúmenes de material calculados en 1 200 000 m ³ y 2 800 000 m ³ .
28/10/1951	
03/03/1952	Inundaciones de los poblados de Jangas, Jungar y Anta: El río Santa inunda pueblos y destruye puentes de Quechcap y Jangas (30 m). Se estiman 500 casas afectadas y pérdidas muy grandes en la agricultura.
06/11/1952	Ruptura de la laguna Milluacocha, al fondo de la quebrada Ishinca (Huaraz) generó depósito de aproximadamente 30 000 a 50 000 m ³ de material, con escasos daños.
1953	Desborde de la laguna Tullparaju, ubicada en la cabecera de la quebrada Quilcayhuanca (Huaraz), a consecuencia de deslizamientos en la morrena lateral hacia la laguna.
1954	Agrietamientos y asentamientos en San Luis: Sistemas de grietas en el lado oriental con dirección S-N, y en el lado suroccidental SE-NO los cuales convergen en las faldas de los cerros Tucush y Cóndor, el perímetro formado por los dos sistemas de grietas alcanzan una longitud de 3 km, las aberturas llegan tener 0,20 m, y los desplazamientos verticales llegan a 1 m. La plaza, la iglesia y otros edificios están sometidos a un continuo asentamiento y erosión de los detritos hacia los lados E y O del pueblo. El deslizamiento más destacado es el ubicado en el sector de Parish a 1 km al NO de San Luis que tiene una extensión de 1710 de hectárea con un salto de 12 m, desplazamiento horizontal de 20 m. (Indacochea, 1954)
1955	Deslizamientos en Huari: Deslizamientos que afectan en general a terrenos de cultivo, producidos por la intensa filtración de agua que satura los suelos; las aguas provienen desde los puquiales de Cushin, Pishcarraque y la quebrada Virá, el deslizamiento tiene un carácter de hundimiento y expansión lateral, se han encontrado dos zonas con procesos de deslizamiento, la primera con una extensión de 2,5-3 km ² con un salto de 15 m, la segunda de 2,5 km ² , también existen otros deslizamientos cerca del río Huari en las vecindades del puente de la región de Bombón y Huamanmarca. Derrumbes en la parte baja en la zona de Condoryoc los cuales estrechan y represan el río Huari, cuyo embalse de gran magnitud y posterior desembalse afectaría posiblemente al poblado de Pomachaca (Castro, 1955).
18/02/1956	A consecuencia de un sismo, deslizamientos en un cerro de Shapasmarca y en un sector del cerro frente a Shilla, en el Callejón de Huaylas.
25/02/1957	Inundación del barrio de Chongoyape (Huarmey): El desborde del río Huarmey inundó casas y destruyó otras.
08/12/1959	Desborde de la laguna Tullparaju, en las nacientes de la quebrada Quilcayhuanca, afluente del río Quilcay: Como consecuencia de deslizamientos en los taludes inferiores del dique morrénico de la laguna, produjeron oleadas con la consiguiente sobrecarga del riachuelo y erosión del cauce. No se produjo la ruptura total del dique, ni se reportaron víctimas; solo daños menores en terrenos de cultivo.

Fecha	Descripción del peligro
27/02/1960	Deslizamiento en el caserío de Pauca (Parobamba, Pomabamba): Ubicado en el extremos sur del poblado en el sector de Miraflores, hacia la quebrada San Francisco destruyendo 3 hectáreas de cultivos y poniendo en peligro varias viviendas en las inmediaciones (2 a 3) y un tramo de 60-70 m de acequia; tiene una longitud de 130 – 150 m, con una escarpa de 8-10 m de altura, comprometiendo material de ladera (Bellido, 1960).
/04/1960	Deslizamientos en el cerro Chuchispunta (Copín y Llanlamey, margen izquierda del río Aija): Abarcan un área de 22 hectáreas de terrenos de cultivo (alfalfa y cebada), con un volumen aproximado de 11 millones de m ³ . En Copín el deslizamiento es de forma triangular con una superficie de 1 000 m de ancho, en la parte alta con muchas escarpas, fracturamiento secundario, la zona se encuentra sembrada por eucaliptos los cuales no han permitido el avance del deslizamiento, las causas son la filtración de agua y el suelo arcilloso y la pendiente. En Llanlamey, se presentan grandes fracturas transversales, longitudinales y radiales con desprendimientos de grandes bloques, los desplazamientos son del orden de 2 a 20 m horizontales y 5 a 8 m en la vertical, este deslizamiento ha causado una represamiento del río Aija; afectan el camino de herradura hacia Huarmey, un campo deportivo, terrenos de cultivo (Arizola, 1960).
10/01/1962	Aluvión de Ranrahirca: Avalancha y flujo de detritos proveniente del Huascarán Norte (6 300 msnm), donde murieron 4 000 personas y destruyó nueve poblados, entre ellos Ranrahirca.
28/02/1962	Huayco en el distrito de Conchucos (Pallasca): Flujo que bajó por la quebrada Conzuso con material de aporte del deslizamiento del cerro Huagor. Murieron dos niños y resultaron afectados el barrio de Conzuso; el huayco se debió a las fuertes lluvias caídas en la zona, arrasando la parte central del barrio de Conzuso, afectando 8 puentes. (Carrillo, 1962). Asimismo represó temporalmente el río Llamacocha (Mosquito playa); afecta periódicamente los parajes Toldobamba, Magistral, Hacienda Mayas, etc. (Cossio, 1963).
31/08/1962	Avalancha proveniente del lado Suroeste del nevado Tocllaraju y desborde de la laguna Milluacocha en la quebrada Ishinca (Huaraz): Destruyó puentes peatonales, camino de herradura y afectó puente Pallay que une la carretera principal Huaraz-Caraz.
1962	Deslizamiento en el cerro Mushuquino (Pallasca): Escombros de material deslizado cubren un área de 20 000 m ² , y una altura promedio de 3 m, con bloques hasta de 2 m de diámetro; agrietamientos y basculamientos en el terreno cuya substrato son pizarras negras fracturadas, salto principal de 2 m. Deslizamiento progresivo de dimensión mayor en un anfiteatro al sur de Pallasca. Afectó terrenos de cultivo y compromete algunas viviendas (Wilson, 1962).
1963	Deslizamiento en el paraje Las Cuevas (Conchucos): Escarpas en una extensión de 400 m, al sur del poblado de Conchucos, con saltos desde pocos centímetros hasta 4 m. Ocasiona la pérdida de tierras de cultivo y podría represar el río Taulis; se estimó un área de 26 000 m ² (Cossio, 1963).
	Deslizamientos en el paraje Joyo de Muermo (Conchucos): Ladera suroeste del cerro Colparaju, que afecta substrato de cuarcitas muy fracturadas. En épocas pasadas afectó totalmente a tierras de cultivo, en el espolón rocoso que desciende a la laguna San Lorenzo (Cossio, 1963).
	Deslizamiento de Shugurvalle (Conchudos): Puede ocasionar embalse del río Conchudos, cuya ruptura posterior de presa causaría daños en casas y sembríos aguas abajo; substrato de cuarcitas en la ladera del cerro Uscuccancha (Cossio, 1963).
01/06/1963	Deslizamientos en Santa Rosa: Procesos de deslizamiento que datan desde 1946, con el Sismo de Sihuas. Con el temblor del 1º de junio de 1963 aparecieron nuevas grietas y se produjeron algunas rajaduras en algunas casas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpas sucesivas encima del pueblo y en el lado suroeste con longitudes entre 300 a 400 m y desplazamientos verticales hasta de 1 m.
	<ul style="list-style-type: none"> • Agrietamiento en la plaza de armas con una abertura de 0,50 m, por más de 150 m.
	Los movimientos de tierras no representan peligro para el pueblo y es muy probable que se estabilicen (Cossio, 1963).

Fecha	Descripción del peligro
23/06/1963	Deslizamientos en Pillipampa: Antecedentes de activación en noviembre de 1946, con el sismo de Sihuas, y aún procesos más antiguos en la zona. Afecta una extensión de 1 km ² , en un área próxima al pueblo de Pillipampa:
	Extremo SE debajo del pueblo y lado Norte: agrietamientos desde pocos metros hasta 240 m de longitud, con saltos desde pocos cm. y un máximo de 10 m hacia la quebrada Chaco;
	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpas en la parte alta del pueblo (longitudes de varios centenares de metros y saltos entre pocos centímetros y más de 20 m.
	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpas en el paraje Casa Quemada, de forma circular con salto principal de 15 m y saltos secundarios hasta de 2 m.
24/09/1963	Sismo en la región: Sismo de grado 4 a 5 en la Escala Mercalli, con efectos en los pueblos andinos cercanos a la costa, sobre todo en aquellos emplazados en laderas de relieve pronunciado (Salazar, 1963):
	<ul style="list-style-type: none"> • Malvas: Agrietamientos en las paredes de las viviendas, desplome de techos con caída parcial de tejas, estimándose un 10 % de casas destruidas incluyendo la iglesia; reactivación del antiguo deslizamiento en el cerro Ranrashkirca, en la margen derecha de la quebrada del mismo nombre, con un desplazamiento de 0,30 m y ligeros agrietamientos. Según los pobladores este se ha producido hace 30 años (1933?), moviéndose con saltos variables y presenta un desnivel hasta el pie de la quebrada de 100 m.
	<ul style="list-style-type: none"> • Huayán: Algunas grietas en las paredes de antiguas y nuevas viviendas; 1 % de casas destruidas no habitables y 10 % afectadas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Coris: No presenta daños de consideración; algunos desperfectos en los tejados, cinco casas parcialmente destruidas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Daños menores en Huaclán, Succha, Aija, Recuay, Ticapampa y Chiquián, con desperfectos en los tejados, agrietamientos de muros, algunas casas inhabitables (menos de cinco) y locales públicos (municipio, escuelas, iglesias y puesto policial) • Desprendimientos de rocas y terreno que cubrieron algunos tramos de caminos de herradura.
15/05/1964	Deslizamiento de Aczo: Movimientos producidos en ocho días, más activo los primeros cuatro continuando con desplazamientos más suaves. Es un deslizamiento antiguo reactivado, de forma alargada con un ancho variable entre 20 y 105 m y una distancia inclinada de 420 m afectando el manto mueble así como areniscas y lutitas de la Fm. Santa Rosa; agrietamientos con aberturas de 0,90 m y profundidad mayor de 1 m con longitudes hasta de 210 m. Destrucción de 8 hectáreas de cultivos, dos viviendas, interrupción de acequias en tramos de 100 y 300 m; los agrietamientos en otros sectores inutilizaron algunas parcelas de cultivos y causaron rajaduras en una vivienda (BALLÓN, A., 1964).
19/12/1965	Avalancha de hielo del nevado Tumarinaraju sobre la laguna Tumarina (quebrada Carhuascancha, distrito de Huántar, Huari), produjo un aluvión: Causó 10 muertos, destrucción de dos casas y un molino en Acopara; destrucción de acequias y caminos de herradura en la zona.
21/02/1967	Inundación en Huarmey: Desborde del río Huarmey inundó 400 casas. Más de 700 familias damnificadas, cultivos y ganado afectado.
31/05/1970	Aluvión de Yungay: Como consecuencia del sismo, avalancha de roca y hielo proveniente del Huascarán Norte, sepultó la ciudad de Yungay en su totalidad y destruyó parte de Ranrahirca, afectando también la central hidroeléctrica del Cañón del Pato y poblaciones del valle medio e inferior del río Santa. Asimismo destrucción de la vía férrea Huallanca-Chimbote. Total de muertos: 18 000 aprox. Se produjeron además numerosas avalanchas en diferentes puntos de la Cordillera Blanca que no fueron reportadas.
	Avalancha de hielo-roca en el mismo pico Norte (de la pared norte hacia la quebrada Llanganuco) que se depósito entre las lagunas Llanganuco baja y Alta, represando la laguna superior. La elevación de las aguas alcanzó 8,5 m sobre su antiguo nivel. Se reportaron 14 muertos, miembros de una misión checoslovaca, un dirigente deportivo de montaña de Chile y un número no precisado de turistas nacionales.

Fecha	Descripción del peligro
	<p>Alud en la pared Noroeste del nevado Artesonraju sobre una pequeña laguna en formación, sobre un valle transversal muy empinado de la quebrada Santa Cruz. El material generado por esta avalancha fue depositado sobre un cono de escombros cercano a la orilla superior de la laguna Jatuncocha.</p> <p>Avalancha de hielo desde la pared oriental del nevado Hualcán sobre una laguna ubicada en la parte superior de la laguna Librón, quebrada Huichajanca (cuenca del río Marañón), evacuando completamente sus aguas que fueron absorbidas por la extensa cubeta de la laguna inferior.</p> <p>Numerosas avalanchas menores en otras zonas de la Cordillera Blanca que no sobrepasaron el límite inferior de los glaciares.</p> <p>Deslizamiento de Huancapampa: Importante deslizamiento en el cerro Huancapampa, frente a la ciudad de Recuay, que se produjo a consecuencia del sismo y que causó el represamiento de las aguas del río Santa, con la consecuente inundación de parte de la población.</p>
31/05/1970	Deslizamiento de Llaclla: Afecto tierras de cultivo y algunas casas de la localidad de Llaclla.
05/05/1971	Deslizamientos en el caserío San Miguel de Chingalpo y pueblo de Quiches (Sihuas), como consecuencia de un sismo, causaron 5 muertos y daños en vías (Perales et al. 1972).
18/04/1972	Deslizamiento en el poblado de San Cristóbal: Afecto viviendas, 70 familias sin casa y terrenos de cultivo 27 has, produjo el represamiento del río Mashuan entre la confluencia de la quebrada Hishca y el río Mashuan (Ibarra, 1974).
/04/1972	Deslizamiento en el cerro Potosí, Buenavista (San Luis): Tiene una longitud de 80 m, escarpa de 6 m y un volumen de material movilizado de 24 000 m ³ , destruyendo pequeñas parcelas de cultivo, sin desgracias personales (Taype y Galdos, 1972).
1972	Deslizamientos en el caserío de Llaymucha: Desplazamientos de material mueble en los cerros Chucallaque y Llangar, con saltos verticales de 2 y 5 m. Agrietamientos en las viviendas en las inmediaciones (50 dañadas) y la destrucción de 20 de tierras de cultivo, interrupción de acequias de riego de los barrios de Cayaycara, Cochicolda, Llaymucha y Colmavalle y obstrucción de puquios para abastecimiento de agua (Ortiz y González, 1972).
1972	Inundación en el sector de Taucache: Desborde del río Sechín en ambas márgenes; vestigios de ensanchamiento y bordeo del cauce en una longitud de 9 km aproximadamente.
1972	La ciudad de Chimbote se vio afectada por el desborde inesperado e imprevisto del río Lacramarca, el cual siguiendo la naturaleza de su cauce, desviado artificialmente, afectó a la población de las urbanizaciones 21 de Abril, El Carmen, el Pueblo Joven Miramar Bajo, desembocando por la zona denominada Zanjón (comprendida entre la avenida Aviación y el jirón Balta) llegando a afectar el Casco Urbano en buen porcentaje, principalmente la Plaza de Armas, y las avenidas Pardo y Bolognesi, ocasionando cuantiosas pérdidas en las viviendas, especialmente en las ubicadas en el Zanjón, obligando a los moradores a trasladarse a una zona más segura, que actualmente es el Pueblo Joven de Miraflores-Zona de Reubicación.
/03/1973	Deslizamiento en el poblado de Shongo Huarco (Sihuas): Agrietamientos y asentamientos iniciados en marzo de 1971, en el sector de Huayllapo (oeste del poblado), generaron en el período de lluvias en 1973 asentamientos con saltos hasta de 2 m y movimientos lentos hacia la quebrada Colpa, estimándose un volumen de 25 000 m ³ . Destruyó 3 hectáreas de cultivos y cuatro viviendas del sector de Chunhuarco (Pérez, 1973).
/03/1974	<p>Agrietamientos en el sector de Yauyapampa: Al sur de la localidad de Yauya se observan numerosos agrietamientos con una extensión de 300 m y ancho promedio de 10 cm., afectando tierras de cultivo (Pérez, 1974).</p> <p>Derrumbes y agrietamientos en la quebrada Culparagra: Erosión retrogresiva en el período de lluvias generan derrumbes comprometiendo viviendas y terrenos de cultivo; han desaparecido dos hectáreas de cultivos y dos viviendas (Pérez, 1974).</p>

Fecha	Descripción del peligro
25/03/1975	Deslizamiento de tierras en Pompey-Chacas: Se origina a raíz de un agrietamiento presentado en material morénico producto del sismo del 31/05/1970, con una longitud de 500 m en la margen derecha de la quebrada Vesubio, cabecera del pueblo de Pompey (sector Pachacza), que luego por infiltración de lluvias saturó el material originando el desgarramiento de una masa considerable (800 000 m ³), originando el represamiento de la quebrada Vesubio. La ruptura del dique al día siguiente generó erosión aguas abajo e inundación de algunas áreas del poblado de Pompey, así como la desaparición de seis personas, 15-20 hectáreas de terrenos de cultivo en la zona del deslizamiento, canales rústicos (Veliz, 1975).
1974	Agrietamientos, derrumbes y reptación de suelos en el sector suroccidental del área, que afectó los barrios de Alma Pampa, Chaupihuarán y la parte central de Socosbamba. Generó la inhabilitación de más de 160 hectáreas de cultivos, destrucción parcial e inhabilitación del local del instituto agrario, escuela primaria y 14 viviendas, derrumbes en la carretera (km 1 y 8) desde Piscobamba y afectación del estribo de un puente (Galdos, 1974)
09/08/1976	Deslizamiento de Quecas y Canchas: Deslizamiento de 300 m de longitud, corona de 200 m, y escarpa de 4 m; desprendimiento de rocas y suelo; movimiento de rocas y tierras con un volumen aproximado de 240 000 m ³ , sepultando siete viviendas en Quecas y 17 en Canchas, así como la destrucción de dos tramos de canales de agua (Fidel y Mayta, 1980).
1976	Deslizamiento de Pariaucro: Ocurrido el año 1976. Deslizamiento rotacional movimiento lento, antiguo reactivado. Interrumpió carretera Huari-Malles, compromete terrenos agrícolas, puede represar río Huari con graves consecuencias.
14/02/1981	Aluvión de Sarapacocha: Caída de depósitos morrénicos sobre laguna Sarapacocha provocó desborde de agua y aluvión por quebradas de Huayllapa y Rapay. Destruyó tierras de cultivo, caminos, puentes y tramo de 4 km en la Carretera Barranca-Cajatambo (sector Tunac).
31/08/1982	Avalancha proveniente del lado sur del nevado Tocllaraju.
13/03/1983	Chimbote sufrió la inundación más intensa y peligrosa, ocasionada por el río Lacramarca. Fueron afectados los Asentamientos Humanos San Juan, Villa María, 3 de Octubre y 1ro de Mayo. A la altura de Tres Cabezas, un ramal del río, cortó a las avenidas Pardo y Panamericana Norte, y durante todo el mes de marzo hasta los primeros días de abril, la crecida del río, imposibilitaba la comunicación y tráfico vehicular nacional y local, entre el norte y sur de la ciudad y del país respectivamente.
12/04/1983	El 12 de abril, por la mañana, una impestiva lluvia torrencial, por más de 90 minutos, alarmó a la población, quien aterrada consideraba a tal fenómeno como un diluvio, pues este tiempo bastó para que el 100 % de viviendas se inunden, con las consecuentes pérdidas materiales, incluso se lamentó la pérdida de una vida humana, en el Pueblo Joven Miraflores Alto, quien por tratar de salvar sus enseres, pereció ahogado al ser absorbido por un buzón. Las actividades económicas e industriales se paralizaron, al ser afectadas las instalaciones de Siderperú. El canal de Irrigación Chimbote (IRCHIM), hoy CHINECAS, fue destruido en más de 25 km, lo que significó se dejara de irrigar más de 6,000 hectáreas de cultivo, y dejar sin servicio de agua potable a la población del cono sur; también paralizó sus actividades la zona industrial del 27 de Octubre y la Base Naval, a todo ello, se sumó el deterioro completo de un gran tramo de la Av. Pardo y la carretera Panamericana Norte. En resumen, las pérdidas fueron cuantiosas e importantes.
16/12/1987	Avalancha de hielo-roca originada en el área del Huascarán Norte (Yungay). Se estimó un volumen de material de 3 500 000 m ³ . Recorrió 5,2 km, llegando hasta la confluencia de los ríos Sacas y Armapampa, donde represó por 17 horas. El brusco desembalse posterior produjo la interrupción del tránsito en la carretera Carhuaz-Yungay. Pérdidas de ganado vacuno.
20/01/1989	Avalancha de hielo-roca originada en el Huascarán Norte (6 400 msnm), con volumen no precisado de material que recorrió 15 km hasta la desembocadura del río Ranrahirca al río Santa. Obstruyó totalmente el badén de la carretera Carhuaz-Yungay y provocó algunos daños en terrenos de cultivo (Zapata, 2002).
05/04/1989	Huayco de Huarococha (Masin, Huari): Dos personas fueron arrastrados por la masa de lodo y piedras hasta el río Pushca; afectó carretera, sembríos y viviendas.

Fecha	Descripción del peligro
10/02/1993	Deslizamiento de Maiqui (Tarica): El área se mantiene inestable necesita que se ejecuten obras de corrección y estabilización de la zona que den seguridad al pueblo de Tarica.
10/03/1993	Huayco de Marca: Ocurrió un huayco que bajo por la quebrada Huiushu que afectó 40 viviendas (25 destruidas y 15 dañadas), hubo dos muertos. Destruyó canal de riego y molino hidráulico.
28/12/1993	Inundación de Chanasgán: Siete viviendas arrasadas, 20 afectadas y tierras de cultivo inundados, con daños en los sembríos.
16/01/1994	Erosión e inundación fluvial en el sector de Tallana: Incremento de caudal río Santa por fuertes lluvias, causó erosión fluvial dejando 100 m. de cultivos inundados; erosión de carretera Huaraz – Monterrey.
01/03/1994	Deslizamiento en el sector de Janojllpa: Afectó 20 viviendas, destruyó otras 50 y afectó 40 hectáreas de terrenos de cultivo; 200 damnificados.
04/02/1994	Huayco en Racrachacra (Bolognesi): 10 viviendas destruidas y 50 damnificados.
01/03/1994	Deslizamiento en Yanacolpa, Barrio Canario (Parobamba): 50 viviendas destruidas y 20 afectadas, 40 hectáreas de cultivo dañadas; 220 damnificados.
	Huayco en Ocshapachan, Shupluy (Yungay): 10 viviendas destruidas y 40 afectadas, 15 hectáreas de cultivo afectadas; 200 damnificados.
04/03/1994	Inundación en Huaraz: Arrasó 12 viviendas en ribera del río Santa, pese a prohibición de construir viviendas con extensión menor de 100 m. del río.
05/04/1994	Huayco en Tarapampa (San Luis): 14 viviendas destruidas, 70 damnificados.
07/03/1994	Huayco de Huacchis: Arrasó 20 casas y murieron dos niños; 40 has. de cultivos de pan llevar arrasadas.
09/03/1994	Huayco en el sector de Punap, Quillo (Yungay): 28 viviendas afectadas, 50 hectáreas de cultivos dañadas; 102 damnificados.
13/03/1994	Deslizamiento de Viscas (Cerro Loma Jacha Jirca): Destruyó 18 viviendas dejando 90 damnificados.
15/04/1994	Deslizamiento en la localidad de Cruz Mayo (Pueblo Libre, Huaylas): Dejó 18 viviendas destruidas y 40 hectáreas de cultivos dañadas; 375 damnificados.
	Huayco en la localidad de Shumay-La Florida (Maracará, Carhuaz): Cuatro viviendas destruidas, 15 hectáreas de cultivo dañadas; 240 damnificados.
17/04/1994	Huayco en Ullulluco (Alfonso Ugarte, Sihuas): Afectó 30 viviendas y 70 hectáreas de cultivos; 150 damnificados.
18/03/1994	Deslizamiento en el sector de Huanayoc (Shangara): Destruyó 18 viviendas, afectó seis y dañó 30 hectáreas de terrenos de cultivos de panllevar, dejando 300 damnificados.
	Deslizamiento en el sector de Macrán Bajo: Destruyó cinco viviendas, afectó otras 10 y afectó 30 hectáreas de terrenos dejando 226 damnificados.
	Deslizamiento en el sector de Chiclin: Afectó 35 hectáreas de terrenos y 77 viviendas; 385 damnificados.
	Huayco de Riurín (Pueblo Libre, Huaylas): Arrasó 25 viviendas rurales dejando 125 damnificados; afectó 180 ha de terrenos.
	Huayco en el caserío Progreso (Pueblo Libre, Huaylas): Afectó siete viviendas y destruyó 14; 30 hectáreas de cultivos afectados y 240 damnificados.
	Huayco en el caserío de Pueblo Libre (Restauración, Huaraz): Destruyó 25 viviendas y afectó 180 hectáreas de cultivo; 125 damnificados.
24/03/1994	Deslizamiento en Huayobamba-Musga-Canrash (Musga, M. Luzuriaga): Destruyó 30 viviendas y afectó 80; afectó 30 hectáreas de cultivos. 550 damnificados.
24/03/1994	Huayco en la comunidad de Pedro Pablo Atusparia, sector Tomapampa (Restauración, Huaraz): Destruyó 31 viviendas y afectó 77 250 hectáreas de cultivo afectadas y nueve muertos; 590 damnificados.
05/04/1994	Deslizamiento en el cerro Intipanhuin (CPM Llama, Chiquián): Afectó 40 viviendas y 5 hectáreas de cultivos; 3 000 damnificados,
16/04/1994	Deslizamiento en el sector de Rangracancha (Chavín, Huaraz): Afectó 18 viviendas y 3 has de cultivos; 90 damnificados.
18/04/1994	Huayco en el sector de Hualcor, sector Poncán (Restauración, Huaraz): Destruyó 41 viviendas y afectó 20; 30 has de cultivos afectados y 270 damnificados.

Fecha	Descripción del peligro
/04/1994	Huayco en el distrito de Huayllán (Pomabamba): Destruyó 30 viviendas y afectó otras 15 dejando 225 damnificados.
14/01/1995	Derrumbe de nieve y rocas entre los Nevados Parón y Huascarán bloqueó 200 metros de la carretera Yungay-Yanama.
19/02/1995	Huayco de Pacarasca (Yanama): Tres viviendas destruidas, arrasó animales, malogró sembríos de trigo, maíz, papa y cebada (1,5 km de cultivos).
04/01/1996	Deslizamiento en la localidad de Umbe (Sicsibamba, sihuas): Dejó un saldo de dos muertes, 120 damnificados (20 casas destruidas y 20 hectáreas de cultivo afectados).
11/01/1996	Deslizamiento en el caserío de Shongonarco (Cashapampa, Pomabamba): Ubicado a una hora de camino; saldo de una vivienda destruida y 5 ha de cultivos dañados; seis damnificados.
13/01/1996	Deslizamiento en el barrio de Cocha-Mallupampa (Ecash; caseríos de Rampac Chica y Grande, Maulla pampa y Cochac; Carhuaz): Deslizamiento de grandes proporciones que dejó 144 damnificados (55 viviendas destruidas, 60 ha de cultivo y canales afectados).
05/02/1996	Huayco de Aco (Carhuapampa, Ocros): 15 viviendas destruidas, ocho heridos y 60 has. de terrenos agrícolas y frutales arrasados; iglesia y local municipal invadida por lodo y piedras. 450 damnificados. Huayco de la quebrada Pimachi (Aco): Localidad de Pimachi y terrenos agrícolas aledaños afectados.
21/02/1996	Tsunami en Chimbote: Durante la ola del maremoto, que se registró pasada las 9:00 de la mañana, los instrumentos alcanzaron a registrar una elevación del mar hasta de 9 pies (2.8 m.) permaneciendo fijo a ese nivel durante media hora. En el área de Chimbote el maremoto causó más problemas que en otras áreas debido a la geografía del lugar. En la Bahía de Chimbote la inundación cubrió casi 800 m de muelle en su longitud hacia tierra. En la playa La Caleta la salida del mar tomó 200 m de playa causando varios daños a pescadores y puestos artesanales. Los muelles fueron cerrados y todo el personal fue evacuado. Viviendas también fueron afectadas aunque no hubieron fatalidades en tierra
06/03/1996	Inundación en Pallasca: Desborde del río Pachachaca, inundó viviendas en las orillas del río dejó tres muertos, 8 desaparecidos, una vivienda destruida y 11 damnificados.
12/03/1996	Deslizamiento en el cerro Punya (Carhuaz): 100 damnificados (cuatro viviendas destruidas y 13 afectadas; caminos de herradura y canales afectados).
19/04/1996	Deslizamiento en la localidad de Pashpa (Tarica, Huaraz): Ocasiónó la destrucción de cinco viviendas, afectó otras 10; 90 damnificados.
29/05/1996	Inundación por maretazo dejó 40 viviendas inundadas y una embarcación varada; perjudicó enseres domésticos de las viviendas en los PPJJ. Florida Alta y Baja, Miramar.
1996	Deslizamiento en la localidad de San Luis: Reactivación de antiguo deslizamiento en forma lenta, iniciado aparentemente en 1972. Agrietamientos en la plaza de armas.; compromete sectores de la ciudad (Fidel & Valenzuela, 1996).
06 /01/1997	Desborde de la laguna Pacliascocha en la quebrada Honda (Carhuaz), debido a la ruptura de una parte de la lengua glaciar y deslizamiento de la morrena lateral izquierda. Ocasiónó la destrucción de un tramo de la carretera carrozable Marcará-Mina Toma la Mano, destruyó dos pequeños puentes de esta vía, afectando reducidas áreas de pastoreo. No se registraron víctimas.
20/05/1997	Deslizamiento de una parte de la morrena lateral derecha en la zona de la boquilla de desagüe de la laguna Artizón Baja, en la quebrada Santa Cruz: Produjo el represamiento temporal de la laguna y posteriormente el desborde parcial de la misma. Un flujo aluviónico de regular volumen llegó hasta las inmediaciones de la parte posterior de la laguna Jatuncocha. Hubo daños en un tramo del camino de herradura de la laguna Jatuncocha-Punta Unión (Zapata, 2002).
20/06/1997	Deslizamiento en el caserío Colla (Cusca): deslizamiento en un cerro que afectó a 18 personas, tres viviendas afectadas; centro educativo e iglesia con rajaduras; derrumbe del local de madres.
27/06/1997	Alud del nevado Huascarán: Originado en la parte norte de la cumbre sur. El alud cubrió el Campo N° 2 (5 900 msnm), bajando hasta el glaciar Raymondi, en una extensión de 200 m de ancho y 450 de largo. Dos personas fallecidas (un guía y una ciudadana francesa)
30/11/1997	Huayco en Pueblo Libre Viejo (Caraz): Aisló el poblado.

Fecha	Descripción del peligro
17/12/1997	Huayco de Quillo (Yungay): Tras intensas lluvias flujo de lodo y piedras destruyó 20 viviendas y afectó otras 60 en el caserío de Quillo; colegio y centro de salud afectados. 100 damnificados.
10/12/1997	Avalancha de hielo y roca proveniente del nevado Huascarán Norte.
29/12/1997	Huayco de Tapacocha: Lluvias intensas produjeron huayco que afectó poblado de Tapacocha (Recuay), dejó cuatro viviendas destruidas, dos hectáreas de cultivos perdidos y 20 damnificados.
31/12/1997	Deslizamiento en Pamparomás: Dos personas fallecidas, nueve viviendas destruidas y 45 damnificados.
17/01/1998	Huayco de Yuracmarca: Destruyó 15 viviendas, 75 damnificados y 15 hectáreas de cultivos dañados.
27/01/1998	Huayco en San Nicolás (Carlos F. Fitzcarrald): Caída de huayco que dejó un saldo de tres muertes, 10 viviendas destruidas, 30 hectáreas de cultivos destruidos y 96 damnificados.
12/02/1998	Huayco en el caserío San Andrés (Sanachgan): Dejó como saldo cuatro muertes, arrasó con 8 hectáreas de cultivo y caída del puente Pisacha.
17/02/1998	Inundación en el sector de Fidel Olivas Escudero (Mariscal Luzuriaga): Desborde del río Sanachgan arrasó con 45 viviendas y 13 puentes, las fuertes precipitaciones dañaron decenas de hectáreas de cultivo.
25/02/1998	Huayco en Casma: Flujo de lodo que afectó el poblado de Casma afectando 86 viviendas y destruyendo 120 hectáreas de cultivos; 432 damnificados.
	Huayco en Buenavista Alto (Casma): Afectó 448 viviendas, destruyó 162 hectáreas de cultivos dejando 852 damnificados.
	Huayco en Yaután (Casma): Afectó 160 viviendas, destruyó 96 hectáreas de cultivos, dejando 996 personas damnificadas. Afectó agua potable del lugar (18/02/1998).
26/02/1998	Inundación del río Nepeña: Desborde del río Nepeña a la altura del km. 404 de la Panamericana Norte. Bloqueó la carretera, destruyó 50 m de badén provisional e hizo caer postes de alumbrado eléctrico y de servicio telefónico.
27/02/1998	Huayco de Quillo (Carhuaz): Dejó 225 damnificados, 200 hectáreas de cultivo y 50 viviendas destruidas.
	Huayco en Pariacoto: Caída de huayco tras fuertes lluvias que destruyó dos viviendas, afectó 70 y una ha de cultivos; 375 damnificados.
	Inundación en Huarmey: Desborde del río Huarmey dejó cerca de 250 hectáreas de cultivo que fueron arrastradas y más de 50 rústicas viviendas inundadas.
03/03/1998	Huayco en Cabana: Afectó población de Cabana destruyendo 40 viviendas; 200 damnificados.
04/03/1998	Inundación en Jimbe: Desborde del río Jimbe (afluente del Nepeña) arrasó con viviendas y dejó el único centro educativo del lugar totalmente destruido.
	Erosión fluvial en el sector de Llamarrumi Cajacay (Bolognesi): Huayco ocurrido originó desborde y erosión del río fortaleza destruyendo la carpeta asfáltica en los kilómetros 59 y 67.
05/03/1998	Inundación en Samanco (Nepeña): Desborde del río Nepeña originó la inundación de 100 viviendas.
08/03/1998	Huayco en Chiquián: Caída de huayco afectó población dejando 170 damnificados; 34 viviendas destruidas y una persona herida.
09/03/1998	Inundación y erosión fluvial en el sector de Burgos (Recuay): Desborde del río Santa afectó terrenos de cultivo y se agrietaron 40 viviendas.
11/03/1998	Huayco en Carcas (Bolognesi): Afectó 34 viviendas y destruyó el sistema de agua potable.
13/03/1998	Huayco en Huarmey: Intensas lluvias originaron huayco que dejó dos muertos y cuatro heridos (Sector las Zorras).
16/03/1998	Inundación en Yauyas (Mariscal Luzuriaga): Colapso del puente Chuspín.
18/03/1998	Desborde del río Maya: Arraso con 30 viviendas de la comunidad campesina de Ecash
	(Carhuaz).
22/03/1998	Huayco en Chiquián: Caída de huayco afectó población dejando 81 damnificados; 13 viviendas destruidas, tres afectadas y 4 hectáreas de cultivo destruidos.
12/05/1998	Huayco de Shilla (Carhuaz): Destruyó cinco viviendas y 7 hectáreas de cultivos. 22 damnificados.
23/02/1999	Huayco en Copa Chico (Carhuaz): Huayco de considerables dimensiones que dejó un saldo de cuatro muertos, tres viviendas destruidas y dos afectadas; 30 damnificados.

Fecha	Descripción del peligro
24/02/1999	Huayco en Cajamarquilla (La Libertad, Huaraz): Gigantesco huayco provocó daños materiales y personales; destruyó siete viviendas en la localidad de Archas y 7 km de carretera de acceso a la ciudad fueron destruidos. 50 damnificados.
25/02/1999	Huayco en Malvas (Huarmey): 18 viviendas destruidas, carretera de acceso al distrito quedó bloqueada; 96 damnificados.
	Huayco en Huayán (Huarmey): 20 viviendas destruidas, carretera de acceso al distrito quedó bloqueada; 120 damnificados.
	Huayco en Cochapetí (Huarmey): 20 viviendas destruidas, carretera de acceso al distrito quedó bloqueada; 115 damnificados.
03/03/1999	Huayco en Chiuro (Huallanca): Causó la destrucción de tres viviendas, la muerte de cuatro personas y 18 damnificados.
12/01/2001	Deslizamiento en el sector de Ushno (Pomabamba): Colapso de viviendas (08) dejando 40 damnificados. El 16/02/2001 volvió afectar la zona tras fuertes lluvias dañando ocho viviendas.
27/03/2001	Huayco en el sector de Conchucos: Avenida de huaycos que causó daños a viviendas (50) y un centro educativo; 300 damnificados.
18/11/2001	Se desborda la laguna Mullaca, por encima de la presa de seguridad, como consecuencia de una avalancha de hielo, proveniente del glaciar Vallunarraju Sur, sin registrarse víctimas.
30/12/2001	Huayco en Cardonoyoc (Cajay, Huari): Huayco de regulares proporciones afectó el caserío de Cardonoyoc dejando un muerto, un desaparecido, 16 viviendas afectadas y el saldo de 70 damnificados.
13/03/2002	Huayco en Corongo: Dejó cuatro viviendas afectadas, 14 hectáreas de cultivo dañadas, trocha a Huarochiri interrumpida; 20 damnificados.
	Inundación en Pallasca: Desborde de río afectó población en el distrito de Conchucos, destruyendo cuatro viviendas, 14 hectáreas de cultivo y 24 damnificados.
18/03/2002	Huayco en el distrito de Piscobamba: A consecuencia de fuertes lluvias en la zona un huayco causó daños en un centro educativo y un centro de salud; no se registraron daños personales.
/04/2002	Avalancha de roca y material de escombros sobre la laguna Safuna Alta.
05/04/2002	Huayco en Lucma: Fuertes lluvias en el Callejón de Conchucos que dejó doce damnificados; una vivienda destruida, 20 afectadas y daños en un centro educativo.
10/04/2002	Inundación en Huatumay: Desborde del río Santa en el CPM de Huantumey (Huaraz) afectó dos viviendas, un local comunal y 12 damnificados.
19/03/2003	Derrumbe parcial de la parte posterior de la morrena lateral izquierda de la laguna Palcacocha (este de Huaraz), que provocó el rebalse, quedando el 60% de la población de Huaraz desabastecidas de agua potable por 6 días (Zapata, 2002).
14/10/2003	Se produjo una avalancha de hielo proveniente del nevado Huandoy, registrándose nueve víctimas.

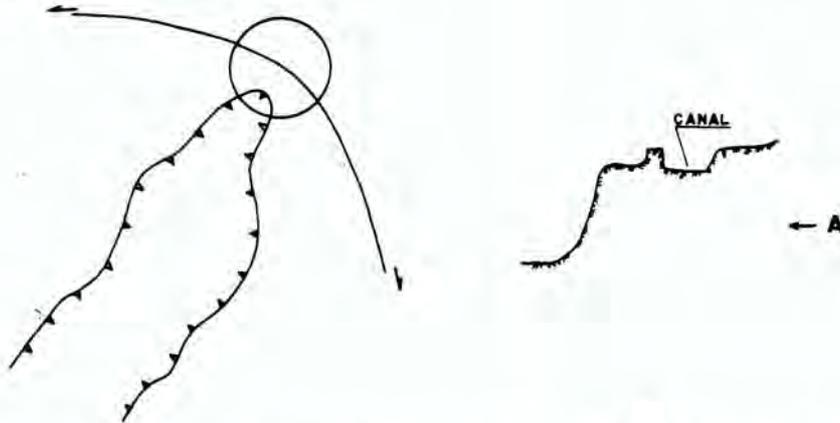
Fuente: Elaboración propia con datos del Ex-Servicio de Geología y Minería, INGEMMET, INDECI (1995 al 2004), PREDES y otros autores.

PÁGINA EN BLANCO

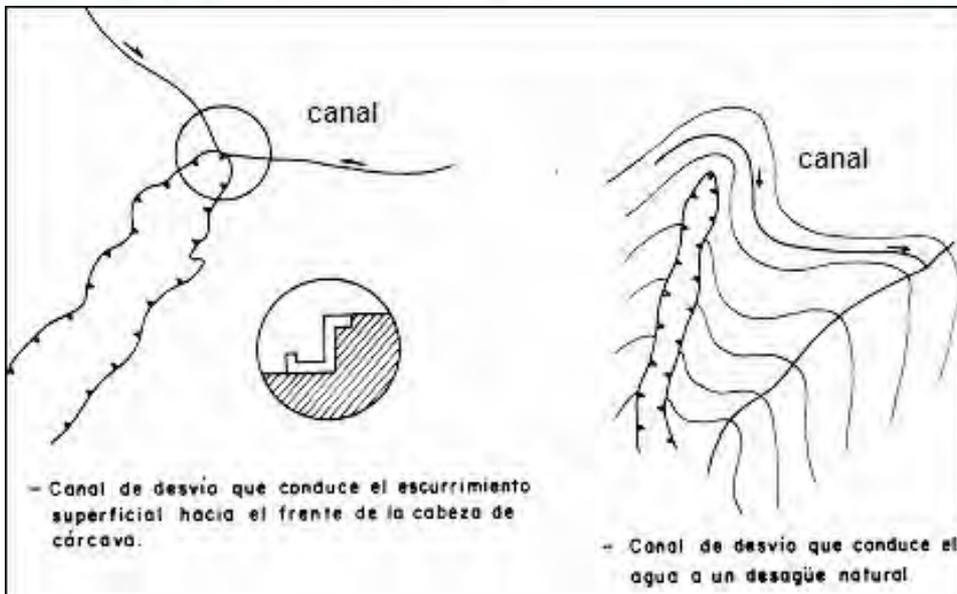
ANEXO 5
MEDIDAS DE PROTECCIÓN A NIVEL DE CUENCA, LADERA
Y VALLE

PÁGINA EN BLANCO

Medidas de protección en las cabeceras de cárcavas y huaycos



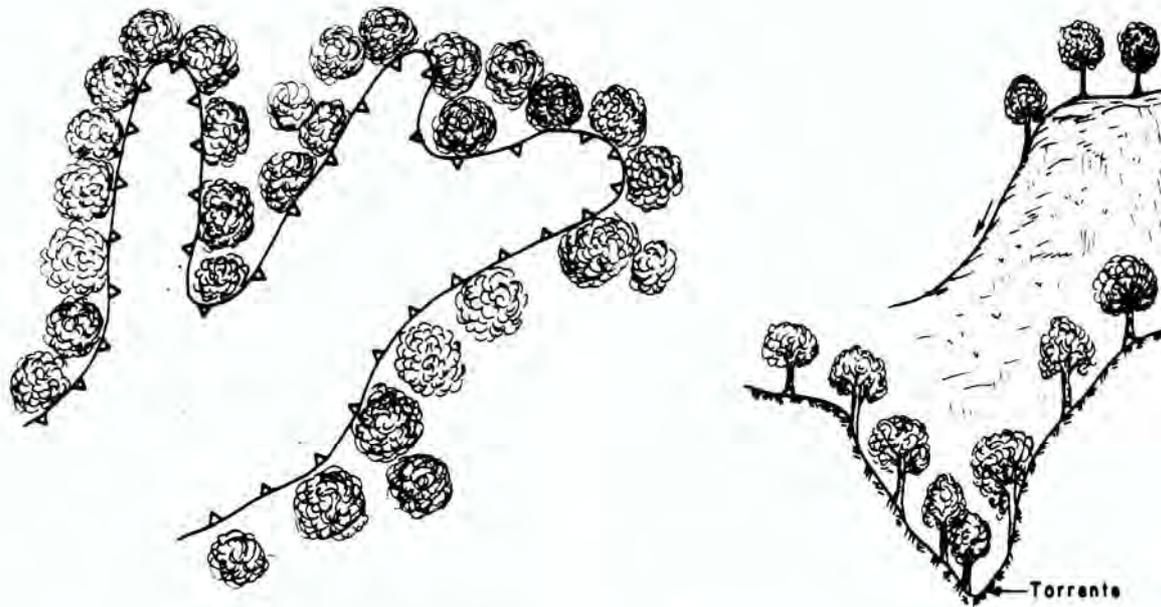
- Canal de desvío que conduce el escurrimiento superficial retenido hacia afuera del inicio de una cárcava.



- Canal de desvío que conduce el escurrimiento superficial hacia el frente de la cabeza de cárcava.

- Canal de desvío que conduce el agua a un desagüe natural.

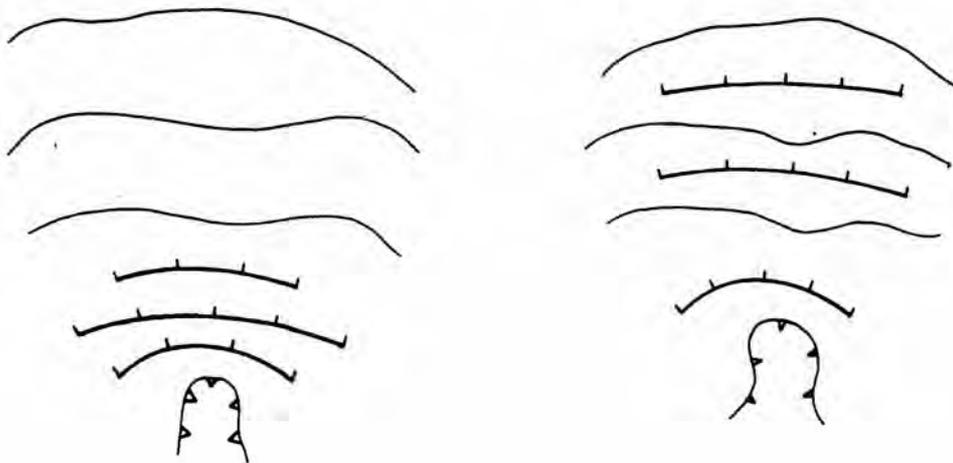




- Vistas en planta y en perfil de los procesos de forestación en las cabeceras y márgenes de áreas inestables.



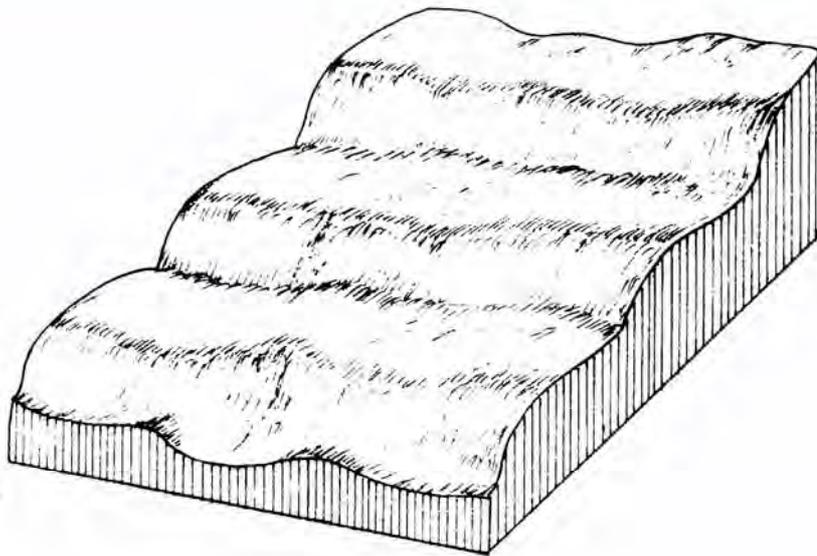
Control de erosión en cárcavas en las cabeceras del río Quilcay y río Seco (Huaraz).



- Diques o muros de contención a ubicar en la cabecera o inicios de una cárcava o huaycos



Medidas de control de deslizamientos, derrumbes y caída de rocas

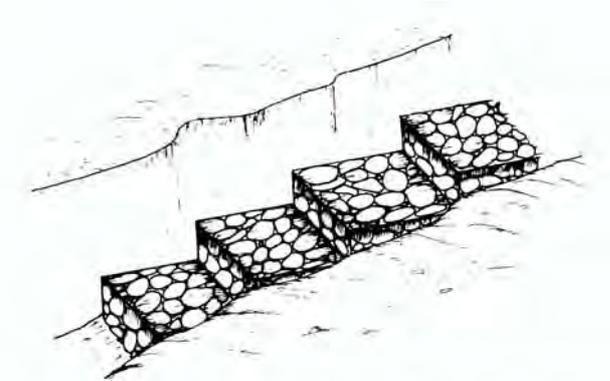


- Escalonamiento de la cabecera o ladera de una área inestable formando terrazetas.

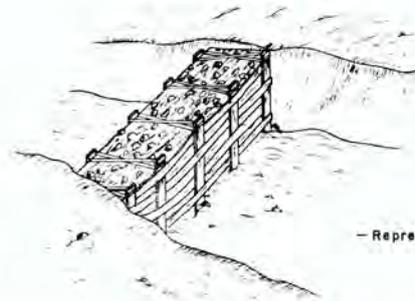


Terrazo o banqueteo de talud afectado por deslizamiento en el sector de Chacas (carretera Chacas-San Luis).

TIPOS DE PRESAS ESCALONADAS PARA LA PROTECCION DE FONDO DE CARCAVAS Y HUAYCOS INCIPIENTES

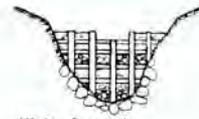


- Protección del lecho de la Qda. con muros escalonados (andenes) utilizando bloques de roca o concreto armado.



- Represa combinada

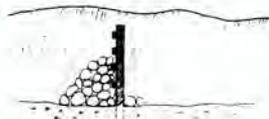
MURO DE RAMAJE Y ROCA



- Vista frontal



- Vista en planta

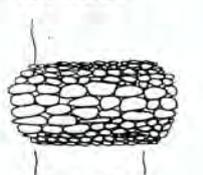


- Vista en perfil

MURO DE ROCA



- Vista frontal

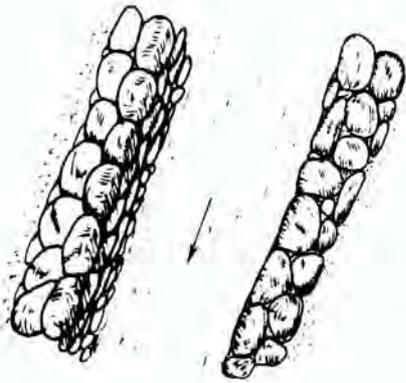


- Vista en planta

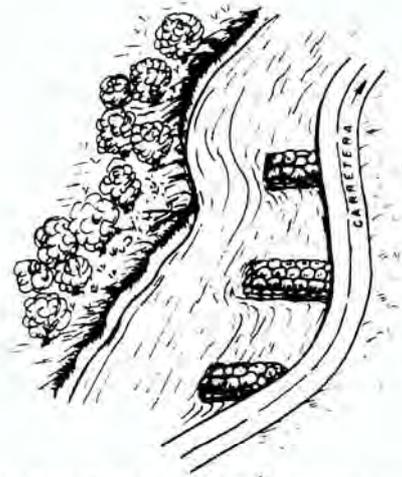


- Vista en perfil

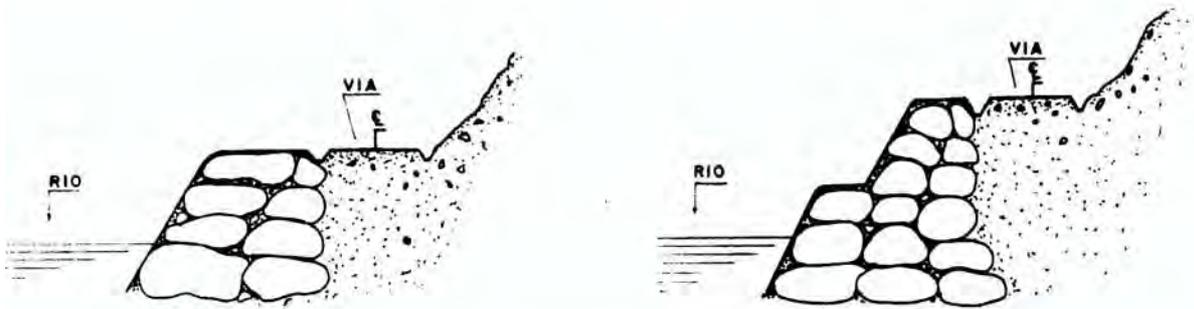




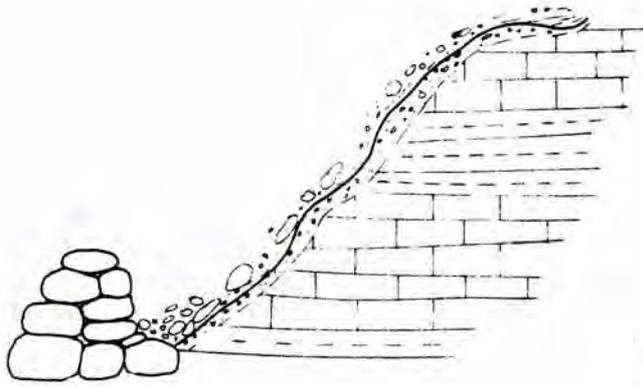
- Protección de las márgenes con enrocados.



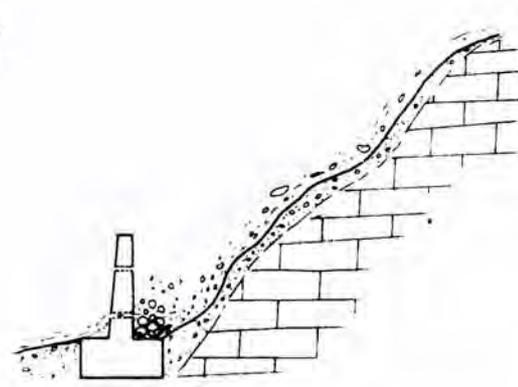
- Protección de una margen con espigones.



- Uso de enrocados para protección de riberas.



- Construcción de muros secos al pie del talud.



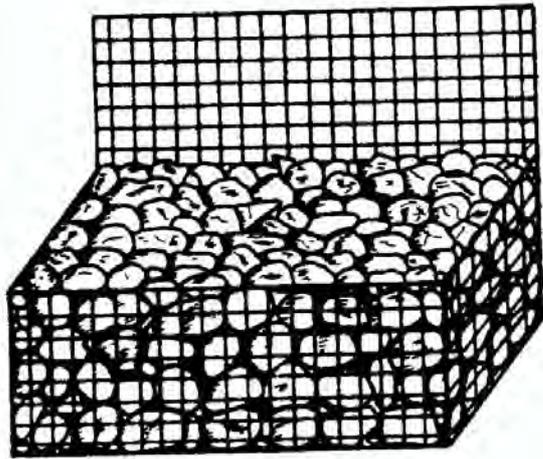
- Construcción de muros de cemento cíclopeo o concreto armado.



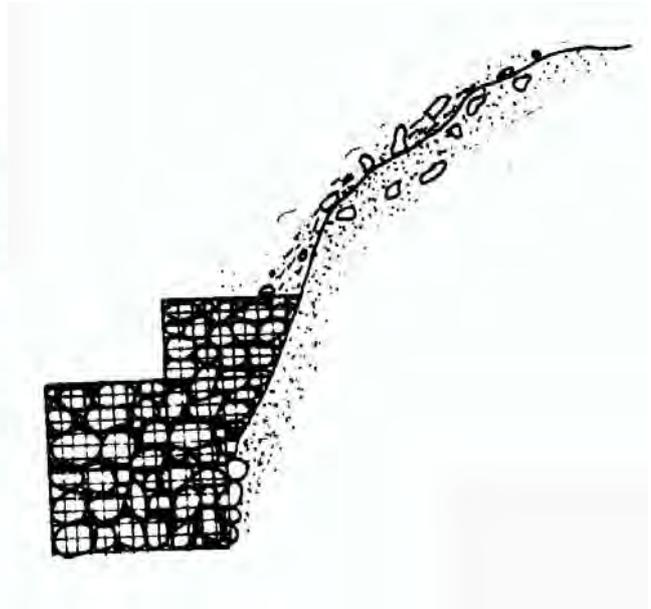
Control de talud inferior de carretera afectado por deslizamiento y asentamiento de plataforma (carretera a Quiches); muro de contención en cabecera de deslizamiento. Esto debería combinarse con otras técnicas para el control y estabilidad de laderas.



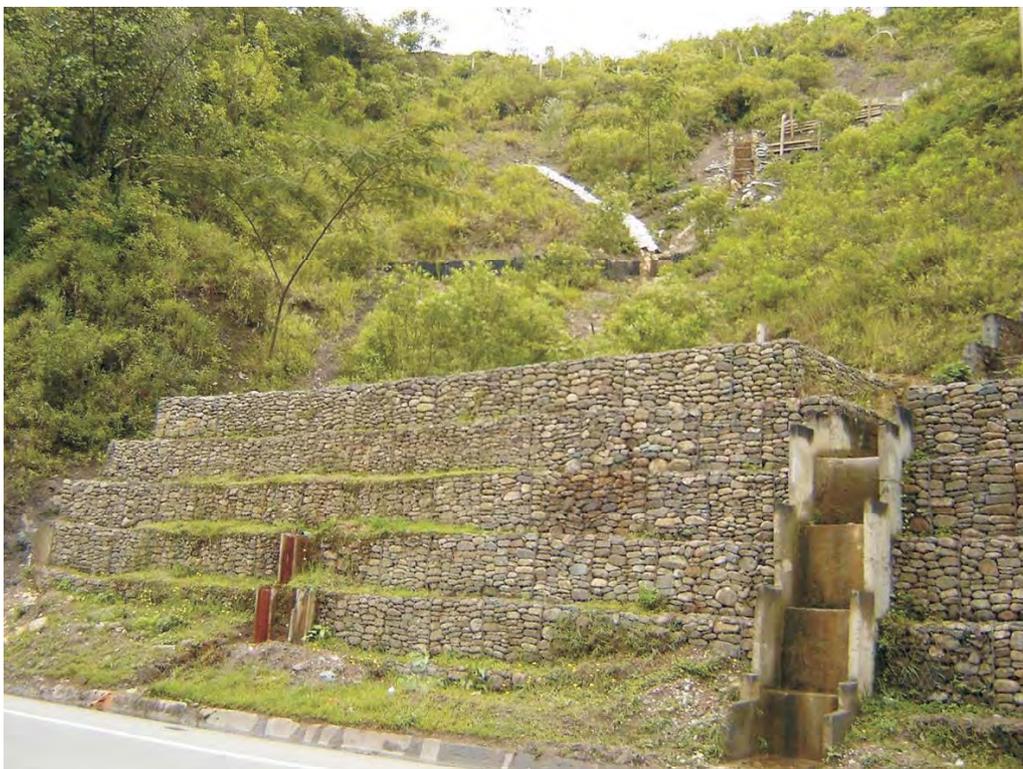
Muro de enrocados contra derrumbes de talud en la carretera Conococha-Antamina.



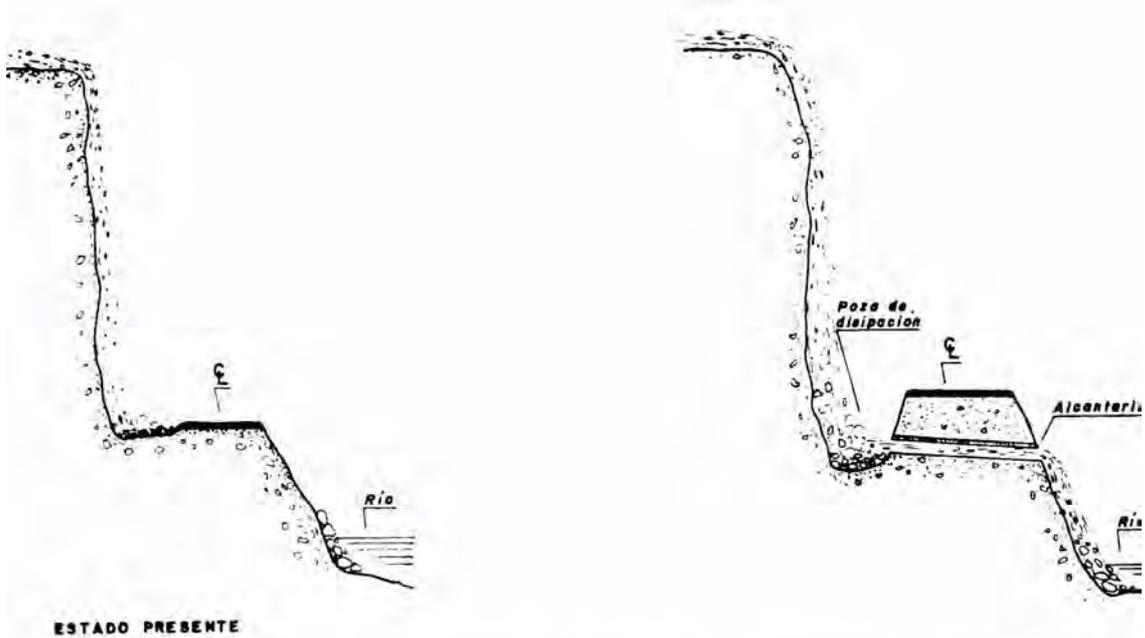
Gavión empleado en obras de protección de laderas o erosión en cárcavas.



Empleo de gaviones al pie del talud.



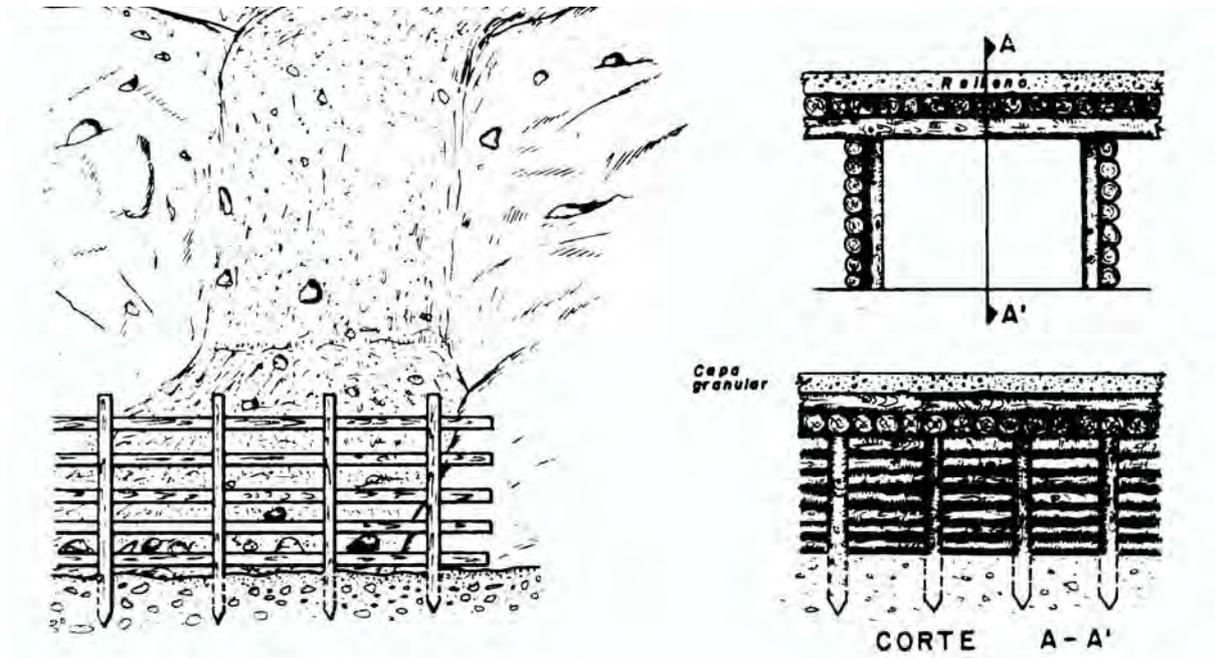
Ejemplo de construcción de muro de gaviones combinado con drenajes en talud de carretera.



ESTADO PRESENTE

- Captación del agua que discurre por torrenteras colgadas en el talud superior de una vía.

Terraceo de taludes y drenaje de aguas pluviales en taludes de corte de carreteras.



- Utilización de tablestacados para acumulación de material al-pie del talud en áreas inestables.

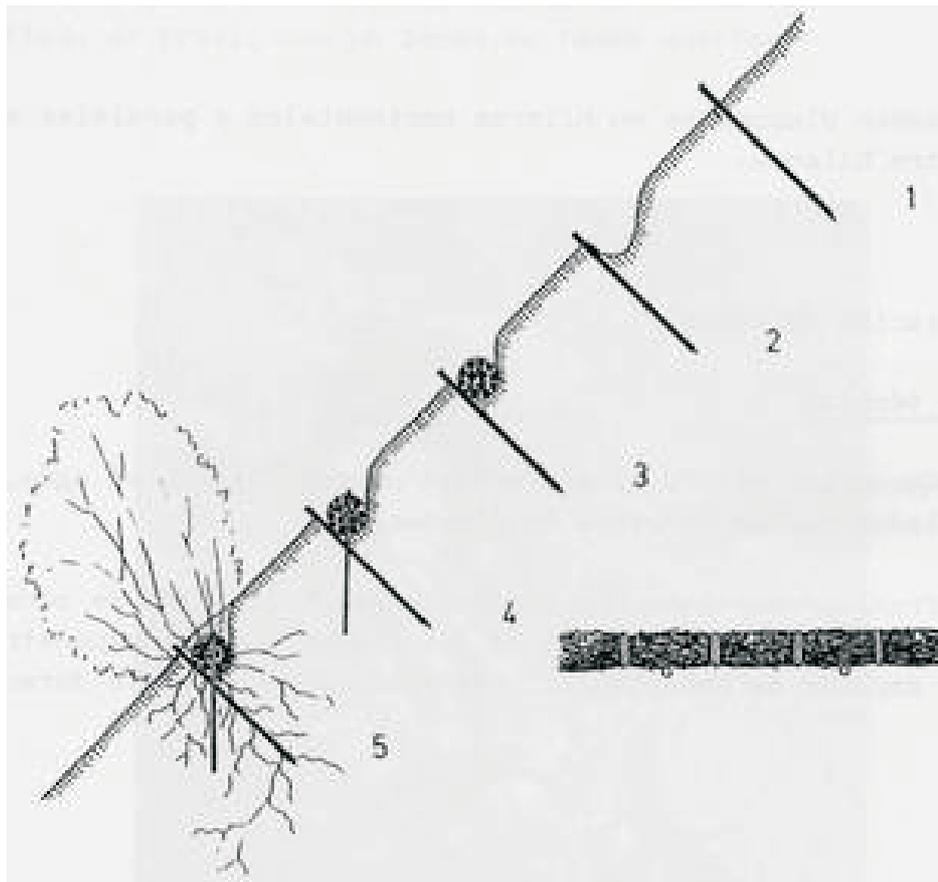
- Alcantarilla o pontón de tronco



Construcción de trinchos para estabilización de laderas susceptibles a derrumbes (margen izquierda del río Santa, Huaraz).

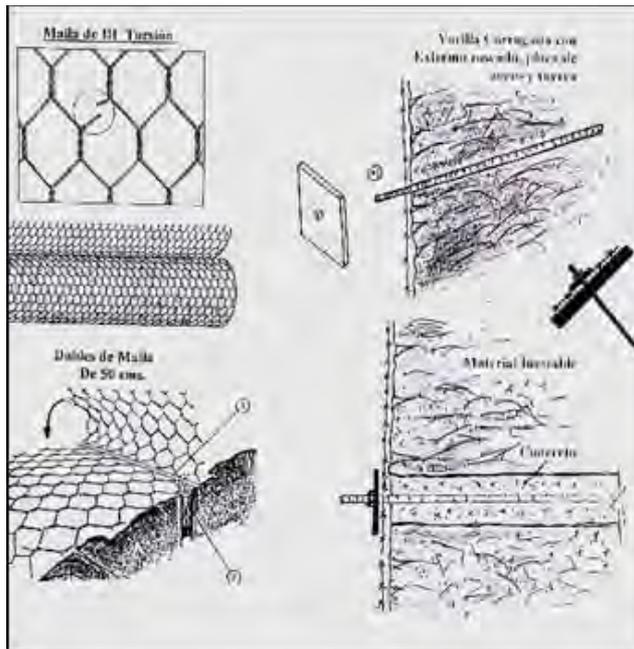


Evacuación de aguas superficiales y control de erosión en cárcavas, mediante trinchos escalonados.



Construcción de empalizadas con fajas de vegetación.

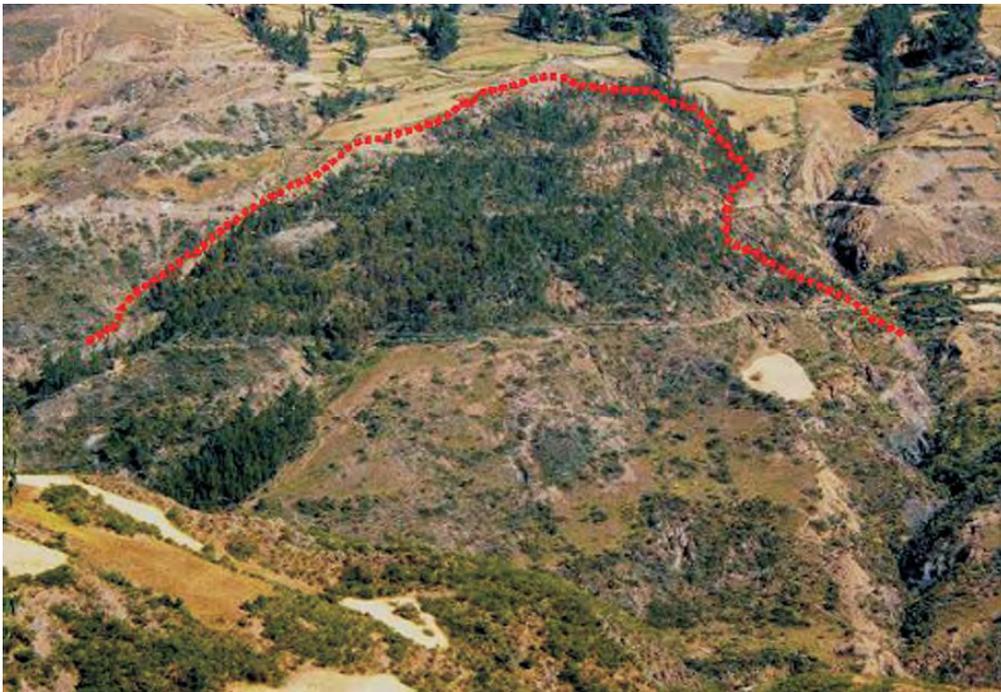




Mallas de protección con anclajes para caída de rocas o derrumbes (carretera Conococho-Antamina); zanjas de coronación para evacuación de aguas pluviales y muros de contención en los taludes.



Forestación de laderas. Zona de plantación de árboles o barreras vivas.



Forestación de laderas para estabilización en cuerpo de deslizamiento



Construcción de filtro vivo en forma de espina de pez.