

Informe Técnico N° A6766

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE-CAJAMARCA



Por:
Segundo Núñez Juárez
Daniel Torres González
Julio Lara Calderón
Dante Soberón Ortiz

Agosto 2017

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE-CAJAMARCA

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO.....	14
3.1 GENERALIDADES.....	14
3.2 CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS DE CULTIVO.....	18
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS.....	50
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS.....	51
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS	56
ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS	75

RESUMEN

En las costas de Perú y sur de Ecuador “El Niño Costero” es un fenómeno climático regional-local, en comparación con el “Fenómeno El Niño” que se desarrolla a lo largo de las costas del Pacífico, causado por el recalentamiento del agua de mar debido a que las corrientes de aire frías (anticiclón del Pacífico sur) que recorren las costas del Pacífico sur (dirección sur a norte) se debilitan. Este proceso permite que las corrientes cálidas provenientes de Ecuador ingresen con mayor intensidad, lo que origina el calentamiento anómalo del mar. Ocurre en verano (diciembre-marzo) generando mayor humedad y como consecuencia el incremento de las precipitaciones pluviales. Estas lluvias desencadenaron el presente año la ocurrencia de diversos peligros geológicos como: flujos de detritos (huaicos) o flujos de lodo, deslizamientos, caídas de rocas, derrumbes, etc.; inundaciones y erosión fluvial, que afectaron a la población y obras de infraestructura de diferentes regiones del país.

En nuestro país las regiones más afectadas por este fenómeno durante el reciente Niño Costero 2017 son: Lambayeque con 41,237 damnificados, 93,486 afectados y 4,483 viviendas colapsadas; Piura con 18 996 damnificados, 225,492 afectados y 2 250 viviendas colapsadas; Lima con 4972 damnificados, 17,320 afectados y 1085 viviendas colapsadas; La Libertad con 3606 damnificados, 17,071 afectados y 542 viviendas colapsadas y Tumbes con 380 damnificados, 21 792 afectados y cinco viviendas colapsadas; las cuales se encuentran bajo declaratoria de Estado de Emergencia por el Gobierno Nacional.

Ante esta problemática de desastre nacional, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental realizó la evaluación geológica sobre los efectos de “El Niño Costero” 2017, en la región Lambayeque, una de las zonas más afectadas este año; que incluye además parte de las cuencas superiores de La Leche, Chancay-Lambayeque y Zaña en territorio de la región Cajamarca. El trabajo fue realizado por dos brigadas de geólogos especialistas en riesgo geológico, durante 60 días de trabajo de campo (dos brigadas de campo) y consistió en: el cartografiado de peligros geológicos (escala a semidetalle) que afectaron centros poblados, carreteras y obras de infraestructura (reservorios, puentes, canales, bocatomas, etc.), la identificación de zonas críticas ante dichos eventos, con el objetivo de definir cuáles son las medidas correctivas generales a tomar en cuenta para la futura reconstrucción que emprenderá la Autoridad Nacional para la Reconstrucción con Cambios.

Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se evaluaron 36 poblados de los cuales 19 necesitan ser reconstruidos y 17 reubicados; de estos 28 son afectados por flujos (huaico) uno por erosión fluvial y uno por inundación fluvial. Se tienen un total de 86 tramos de vías (Carreteras y trochas) afectadas, de las cuales 42 son por flujos (huaico); 28 por deslizamientos; 14 por inundación fluvial y dos por erosiones fluviales. Por otro lado, a nivel de infraestructura los mayores daños fueron producidos por procesos de flujos que afectaron severamente canales de regadío erosión fluvial en puentes y muros de encauzamiento.

El presente estudio con información geológica y geodinámica para la Gestión del Riesgo de Desastres, contiene mapas que muestran las zonas afectadas (poblados, carreteras u obras de infraestructura) según el tipo de evento causado por el fenómeno de El Niño Costero entre la región Lambayeque-Cajamarca. Se emiten conclusiones y recomendaciones generales que deben ser tomadas en cuenta en los trabajos de reconstrucción que se llevaran a cabo. Así mismo es importante mencionar que algunos sectores identificados en este estudio requieren

de estudios de detalle, para poder definir adecuadamente las obras de prevención o mitigación a nivel de diseño e ingeniería, trabajos que se están realizando y se entregarán oportunamente.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) en el marco del cumplimiento de sus funciones, efectúa como ente técnico-científico y parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) el estudio de los peligros geológicos que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura en el territorio nacional, brindando información oportuna en apoyo al Gobierno Nacional, gobiernos regionales, locales y comunidades.

Ante la inusual ocurrencia del evento climático denominado “Niño Costero”, la magnitud del desastre registrado en nuestro país el presente año, el INGEMMET, en cumplimiento del Decreto de Urgencia N°004-2017 Artículo 14.3 y su modificatoria en el Decreto de Urgencia N° 008-2017 Artículo 7 del 21 de abril de 2017 que literalmente dice:

Modifícase el inciso 14.3 del artículo 14 del Decreto de Urgencia N° 004-2017, en los siguientes términos:

*“14.3 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial, podrá declarar las zonas de alto y muy alto riesgo no mitigable en los casos que los Gobiernos Locales no lo hayan declarado. Para tal efecto, se debe contar con la evaluación de riesgo elaborada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres–CENEPRED, con la **información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú–IGP, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico–INGEMMET** y la Autoridad Nacional del Agua–ANA, entre otros. Por norma del Ministerio al cual se encuentre adscrito el CENEPRED se establecerán las disposiciones que correspondan.”*

Se realizaron coordinaciones con los organismos señalados en los mencionados decretos de urgencia Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; CENEPRED; así como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones manifestándoles nuestra disposición a iniciar los trabajos, de nuestra competencia, lo más pronto posible. Disponiendo la realización de evaluaciones geológicas en las zonas afectadas por este evento meteorológico. Para ello designó dos brigadas de dos geólogos por cada región afectada (Tumbes, Piura, Lambayeque-Cajamarca; La Libertad-Cajamarca, Ancash, Ica y Lima provincias) para identificar, evaluar y analizar las zonas desde el punto de vista geológico-geomorfológico, los tipos de procesos geodinámicos y geo-hidrológicos que sucedieron como resultado de las fuertes precipitaciones pluviales y el incremento del caudal de los ríos y quebradas, causantes principales de los daños.

Los trabajos en la región Lambayeque y parte colindante a la región Cajamarca (parte de las cuencas medias-superiores de La Leche, Chancay-Lambayeque, Zaña y Jequetepeque), se sectorizaron en dos áreas, del cual se dispuso de dos profesionales geólogos en cada una de ellas:

- Daniel Torres y Dante Soberón: Lambayeque, Motupe, Jayanca, Pacora, Moorope, Olmos, Ferreñafe-Incahuasi-Cañaris, Carretera Panamericana Norte, Panamericana Norte Antigua: Lambayeque-Motupe-Olmos-Ñaupe, carretera Olmos-Abra Porcuya.
- Segundo Núñez y Julio Lara: Chiclayo, Reque, Pimentel, Chongoyape, Zaña, Oyotún, Catache, Santa Cruz. Carreteras Chiclayo-Chongoyape-Llama, Chongoyape-Catache-Santa Cruz, Zaña-Oyotún. Zona arqueológica de Pampa Grande. Carreteras de

interconexión: Patapo–Pucala-Pampagrande, Tablazos-Huaca Blanca-La Ramada, Oyotún-Macuaco-El Espinal, Oyotún-El Espinal, Catache-Tallapampa, Llama-Limoncarro-Checopón-Timón, etc.

Los trabajos de campo fueron realizados en campañas de 30 días y fueron supervisados por el Mag. Ricardo Aniya K. y revisados por la Jefatura de la DGAR y el Coordinador de Geología del INGEMMET especialistas en riesgo geológico.

La información geocientífica que se consigna en el presente reporte, es un avance de un informe completo que se encuentra en proceso, que sirva de orientación en los trabajos y proyectos que emprenderá la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, como resultado de nuestros trabajos de campo y gabinete, la cual se pone a disposición, así como a los Ministerios de Vivienda y Construcción, Transportes y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Gobiernos Regionales e instituciones del SINAGERD.

2. ANTECEDENTES

El Niño Costero, se manifestó con fuertes lluvias, que se presentaron desde fines de enero del presente hasta mayo, abarcando de sur a norte los departamentos entre Ica hasta Tumbes, afectó a miles de personas y causó daños en diferentes magnitudes a viviendas, carreteras, líneas de transmisión eléctrica-telefónica, obras de infraestructura vial e hídrica; principalmente por el desborde de ríos y activación de quebradas que permanecen secas por largos periodos.

La intensidad y magnitud de las precipitaciones pluviales no se registraba desde hace 19 años (Fenómeno El Niño 1997-1998), y que, por las fuertes lluvias asociadas y daños causados similares a las de un fenómeno El Niño, se le denominó Niño Costero, por ubicarse además frente a las costas de Perú y Ecuador.

Cuando ocurre un fenómeno El Niño extraordinario, la temperatura del agua del mar aumenta en toda la franja ecuatorial del océano Pacífico, hasta la costa norte de Estados Unidos y los efectos se sienten en todo el mundo (Ejm. Lluvias amazónicas débiles en India, inviernos más fríos en Europa, Tifones en Asia y sequías en Indonesia y Australia; WWF, 2017). Pero cuando este calentamiento en las aguas del mar se da solo en las costas de Perú y Ecuador, las anomalías como lluvias fuertes, se restringen a estos dos países, a este evento se denominó “Niño Costero”.

La evolución de este evento frente a las costas del Perú, puede ser visto en los comunicados oficiales proporcionados por el comité multisectorial encargado del “Estudio Nacional del Fenómeno el Niño” (ENFEN):

- En un primer comunicado del 16 de enero, manifestó que la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa peruana tenía un aumento ligero por encima del promedio, y da la probabilidad de ocurrencia de un “Niño Costero débil” en un 30%.
- Un segundo comunicado del 24 de enero considera condiciones favorables para que se dé un evento “El Niño Costero débil” para el presente verano e inicia un estado de vigilancia.
- Un tercer comunicado el 02 de febrero, señala que se consolidaron las condiciones para un evento El Niño Costero débil, con condiciones que favorecen un aumento de la frecuencia de lluvias de magnitud fuerte, especialmente en la costa norte del país, por lo que establece pasar a un estado de “Alerta de El Niño Costero”. La condición de un evento costero débil continuó hasta la quincena de febrero, con la probabilidad de ocurrencia de lluvias fuertes.
- Esta condición cambia a un “Niño Costero de magnitud débil a moderada” a inicios del mes de marzo, asociada a una alta probabilidad de lluvias fuertes en las zonas medias y bajas de Tumbes, Piura y Lambayeque; se mantiene estado de “Alerta de El Niño Costero”.
- En la quincena de marzo el ENFEN le otorga al evento el Niño Costero una “magnitud moderada”, con alta probabilidad de lluvias muy fuertes en las zonas medias y bajas de la costa, principalmente en Tumbes, Piura y Lambayeque hasta el mes de abril, y se mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”.

- Finalmente, en su comunicado 08-2017 del 20 de abril, el ENFEN prevé la continuación del evento El Niño Costero por lo menos hasta el mes de mayo, aunque con menor intensidad respecto al verano y no descarta lluvias aisladas y de moderada intensidad en las zonas medias y altas de Tumbes durante el mes de abril; mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, pero ya manifiesta la declinación del evento.

Las lluvias fuertes se presentaron en el mes de marzo, se desbordo el río La Leche afectado seriamente a Illimo y caseríos aledaños como Las Juntas, Colche, Progreso y San Juan. Que los dejaron completamente inundados y sin conexión con Lambayeque. Sin embargo, estas localidades no fueron las únicas afectadas, también se produjeron daños en los distritos de Zaña, Chongoyape, las vías de Chongoyape-Llama, Chongoyape-Santa Cruz, entre otros.

En la región Lambayeque, según cifras oficiales del INDECI hasta el mes de junio, los daños causados por el evento El Niño Costero fueron de 54 069 damnificados, 131 419 personas afectadas, 9 personas fallecidas y 5 heridas. En cuanto a los daños en viviendas se tiene 11 728 destruidas y 29 456 afectadas e inhabitables; los daños en carreteras alcanzan los 98 km destruidos y 120 km afectados; 336 km de caminos rurales destruidos y 568 km afectados. El número de puentes destruidos es de 63 y 80 puentes afectados; en la agricultura se tiene 2 301 Ha de cultivo perdido y 2 563 Ha de cultivo afectada (INDECI, 2017).

En la región Cajamarca, la zona que colinda con Lambayeque, fue afectado severamente las carreteras Cumbil-Llama y Cumbil-Santa Cruz.

El impacto de El Niño Costero también se vio reflejada en la economía nacional. Si se observa al Producto Bruto Interno por actividades para el primer trimestre del 2017, el valor agregado bruto de la actividad económica de agricultura, ganadería, caza y silvicultura a precios constantes de 2007 decreció en -0,8% con relación a similar trimestre del año anterior. El subsector agrícola se contrajo en -4,6%, asociado a los menores volúmenes cosechados de algodón rama (-41,5%), limón (-29,2%), caña de azúcar (-18,2%) y alfalfa (-7,2%); asociado a las pérdidas por inundaciones causadas por el fenómeno de El Niño Costero que afectó principalmente las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, la Libertad y Ancash (INEI, 2017).

Según INEI, en los primeros tres meses del 2017, el PBI de la zona norte se contrajo en 2,1%, la caída más severa de los últimos 33 años.

Revisando las cifras económicas, a en el mes de abril, por efectos del Niño Costero afectaron la producción de los principales cultivos agrícolas en el sector Agropecuario disminuyó en 2,02% por menores volúmenes de producción agrícola en -4,59% entre los cuales figuraron algodón rama (-47,6%), arroz cáscara (-33,3%), maíz amarillo duro (-27,2%), caña de azúcar (-21,7%) y papa (-5,5%), afectados por la sequía en época de siembra a fines del 2016, y el Fenómeno de El Niño costero en los primeros meses del 2017. (INEI, 2017).

Analizando los daños causados en el aspecto socio-económico de Perú, se realiza el presente trabajo de investigación, que busca contribuir al conocimiento de los procesos (movimientos en masa y geohidrológicos) ocurridos en la región Lambayeque y la frontera con la región Cajamarca, como consecuencia de las fuertes lluvias asociadas al evento El Niño Costero.

2.1 TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

Se han realizado varios trabajos de investigación en la región Lambayeque, los cuales han tratado temáticas como geología, minería, petróleo, geodinámica, contaminación ambiental, ordenamiento ambiental entre otros.

Entre los estudios realizados por el INGEMMET sobre peligros geológicos en la región Lambayeque y Cajamarca, se tienen:

- La “Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de la Región Lambayeque” efectuado por el Gobierno Regional de Lambayeque a Escala 1:100,000, como base para el Ordenamiento y la Gestión Territorial del departamento de Lambayeque. (2014).
- **Base de Datos Geocientífica del INGEMMET (SISBDGEO)**, en la región Lambayeque registraba hasta el año 2016, 958 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos, de los cuales 724 son peligros por movimientos en masa (deslizamientos, flujos, caídas, etc.), 46 por peligros hidrometeorológicos (inundación fluvial, erosión fluvial, etc.) y 188 sectores afectados por otros peligros geológicos (erosión de ladera, arenamiento, etc.). En lo que se refiere a la región Cajamarca en los distritos colindantes de la región Lambayeque (Catache, Llama, Sexi), se tiene un total de 287 peligros geológicos y geohidrológicos, de los cuales 228 son por movimientos en masa y 52 por erosiones de laderas, siete por otro tipo de peligros
- El **Reporte Preliminar de Zonas críticas en la cuenca Chancay-Lambayeque**. realizado por Núñez y Villacorta (2005), mencionan que en el sector de comprendido hasta Chiclayo se tienen 25 zonas críticas por peligros geológico y entre Llama Chota y Santa Cruz se tienen 5 zonas¹.
- El “**Estudio Geoambiental de la cuenca del río Chancay-Lambayeque**” (Núñez, *et al.*, 2006) evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geohidrológicos y otros peligros geológicos; además aportó un análisis de la línea de base ambiental, de los recursos y potencialidades de dicha cuenca. Además, concluyen que en la cuenca Chancay-Lambayeque los peligros naturales más dañinos son la erosión e inundación fluvial y huacos (cuenca baja y media), los deslizamientos y caídas (cuenca alta).
- El **Informe de Zonas Críticas por Peligro Geológico en la Región Lambayeque**, (Villacorta, *et al.*, 2008), mencionan que en la región se tienen 53 zonas críticas por peligros geológico.
- El “**Estudio de Riesgo Geológico en la región Lambayeque**” (Villacorta *et al.*, 2010) evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geohidrológicos y otros peligros geológicos de la región.
- El “**Estudio de Riesgo Geológico en la región Cajamarca**” (Zavala *et al.*, 2011) evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geohidrológicos y otros peligros geológicos en la región.

En los últimos estudios, enumeran una serie de zonas críticas por peligro geológico, se enumeran a continuación, las que se encuentran dentro de la zona de influencia del Niño Costero.

¹ Correspondientes a la zona visitadas.

Cuadro 1: Zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca Chancay-Lambayeque

REGIÓN LAMBAYEQUE		
Sector (Distrito)	Áreas sujetas a /Comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados
Puerto Eten - Reque (Eten - Reque)	Área susceptible a inundación del río Reque, especialmente cuando se presenta el fenómeno El Niño. Se observan terrazas bajas y deforestación de las riberas.	Las inundaciones afectaron terrenos de cultivo como plantaciones de algodón y arrozales. En el año 1998 fue afectado el puente Reque.
Posope Alto (Chiclayo)	Áreas sujetas a flujos de lodo, se presenta sólo cuando ocurre el FEN. La quebrada presenta dos ramales, en la cuales se ve indicios de activación en épocas de lluvias excepcionales.	Estos flujos afectaron a viviendas y centro educativo, en la actualidad pueden afectar al cementerio nuevo.
Quebrada Las Canteras (Patapo)	Flujo de detritos (huayco). Se activa con la presencia del FEN. Quebrada amplia, recibe aportes de dos quebradas menores; presenta un cono de 4 km de ancho. Se ubican canteras en toda la quebrada, la extracción de material modificó la dirección de cauce antiguo.	En el año 1998 afectó al poblado de Las Canteras, actualmente reubicado en otra terraza antigua. Afectó áreas de cultivo ubicadas aguas abajo.
Saltur Miraflores	Área sujeta a flujos de lodo y caídas de rocas, relacionadas a la presencia del FEN. Se tienen tres quebradas con material suelto de fácil remoción.	En 1983 afectó a viviendas de Saltur. En el año 1998 aparte de afectar a viviendas afectó a corrales de ganado. Se produjeron caídas de rocas.
Quebradas Progreso y Desaguadero (Patapo)	Flujos de lodo relacionado con el FEN. Quebradas de amplio cauce, con conos de hasta 4 km. En su cauce hay material suelto como arenas, limos y algo de gravas, fáciles de remover.	Afectó a los caseríos de Progreso, La Cruz y La Victoria, terrenos de cultivo y canal Madre del reservorio de Tinajones.
Pampa Grande (Chongoyape)	Áreas sujetas a flujos de lodo. Está relacionada al FEN. Quebrada amplia de amplio cauce con un cono hasta de casi 3 km.	Afectó viviendas de Pampa Grande, carretera Huaca Blanca – Pampa Grande. Puede afectar a las huacas del complejo arqueológico de Pampa Grande.
Puente Tablazos (Chongoyape)	Área sujeta a inundaciones y erosión fluvial. Cuando se presentan lluvias de tipo ocasional o extraordinarios esta zona es susceptible a inundaciones.	Cuando se presentó el FEN del año 1998 debió el estribo izquierdo por la que ha fallado parte del puente.
Playa Seca / Agua Salada (Reque-Chongoyape)	Áreas sujetas a flujos de lodo. Se presenta solamente cuando ocurre el FEN. Quebrada con un cono de casi 2 km con longitud de 14 km, alimentada por derrumbes, caídas de rocas y algunos deslizamientos.	Afectó las viviendas de los sectores Pacherez y Playa Seca, trocha carrozable Saltur-Pampa Grande.

Quebrada Juana Ríos -Caseríos de Mojonazo Oberazal Mirador y Cerrillos (Chongoyape)	Flujos de detritos (huayco). La quebrada Juana Ríos, recibe el aporte de la quebrada Magín. Hacen una longitud de hasta 24 km y un cono hasta de 4 km, se activan cuando se presenta el FEN. Estos tienen varios ramales.	En los años 1983 y 1998 han afectado a viviendas de los caseríos de Mojonazo, Oberazabal, Mirador y Cerrillos. Afectó la carretera Chongoyape-Chiclayo, y terrenos de cultivo.
Cuculí (Chongoyape)	Flujos de lodo. Quebrada amplia con cono de 1 km se tienen varios ramales, en su cauce se presenta material suelto de fácil remoción. Se presenta cuando se ocurre el FEN	En el año 1983 y 1998 afectó a viviendas ubicadas en su cauce, terrenos de cultivo y carretera asfaltada Chongoyape-Chiclayo
Sector La Puntilla Chongoyape (Chongoyape)	Inundaciones y erosiones fluviales. Estas se producen generalmente cuando se presenta lluvias excepcionales. También se presentan con crecidas ocasionales. Cuando se presentó el FEN en los años 1983 y 1998 el cauce del río ha variado es decir de una margen migra a la otra.	Afectó áreas agrícolas, perdiéndose grandes áreas de cultivo de arroz y de caña de azúcar.
Quebrada Montería, Caserío Tablazo (Chongoyape)	Flujos de detritos (huayco). Esta quebrada tiene una longitud de 22 km y desemboca en la margen izquierda del río Chancay, se activa cuando ocurre el FEN. Esta quebrada es alimentada por otras quebradas que generan flujos y derrumbes.	Afectó al caserío de Tablazos, arrasando toda una manzana de viviendas. Destruyó terrenos de cultivo (caña de azúcar), trocha carrozable Pampa Grande – Huaca Blanca.
Quebrada Yaipón – Chaparri Reservorio Tinajones (Chongoyape)	Quebradas con longitudes de 15 km se activan en el FEN, en su cauce hay abundante material suelto susceptible de ser removido. Estas quebradas desembocan en el reservorio de Tinajones.	En los años 1983 y 1998 afectaron a carretera de acceso al reservorio de Tinajones y aumentaron la sedimentación al reservorio.
Caserío de Guanagal (Chongoyape)	Área susceptible a erosión fluvial y huaicos relacionados al FEN. Los flujos bajan por las quebradas. La erosión fluvial se da por el cambio de curso del río Chancay, afectado las terrazas aluviales desprovistas de vegetación.	En los años 1983 y 1998 afectó viviendas del caserío de Guanagal, carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz y el canal Madre del Reservorio de Tinajones.
Quebrada Campana (Chongoyape)	Área susceptible a inundación, erosión fluvial y flujos de lodo, eventos relacionados al FEN. La quebrada presenta un cono de 300 m de ancho constituido por gravas, arenas y limos, desemboca en el río Chancay por la margen derecha. Las terrazas ubicadas en la margen izquierda del río en tiempos de crecidas excepcionales son erosionadas.	Afectó la carretera afirmada Huaca Blanca- Cahuaquero. La erosión fluvial de continuar podría afectar a viviendas. De inundarse afectaría los terrenos de cultivo aledaños.
Caserío Vichayal (Patapo- Mesones Muro)	Flujo de detritos (huayco). Quebrada con una longitud de 8 km y un cono de 2,5 km. Se activa solamente con el FEN, actualmente en esta quebrada hay canteras (explotación de arenas y gravas), originando mucho material suelto.	Afectó viviendas del caserío de Vichayal, antigua carretera Patapo-Batán Grande y canal Taymi. Cuando se rompió el canal Taymi produjo inundaciones en la cuenca baja (Picci)

REGIÓN CAJAMARCA		
Sector (Distrito)	Áreas sujetas a /Comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados
Quebrada Playa Seca (Llama)	Flujo de Lodo. Quebrada con una longitud de aproximadamente 5 km y en la parte baja presenta un ancho de 200 m. Se activa solamente cuando se presenta el FEN	En 1983 y 1998 se originaron flujos que afectaron 100 m de carretera Chongoyape- Santa Cruz, terrenos de cultivo. De presentarse un flujo afectaría parte del caserío de Carhuaquero y la carretera afirmada.
Caserío Carrizal (Llama)	Flujo de detritos (huayco). Quebrada amplia, se activa con lluvias de tipo excepcional, como las del FEN. Quebrada con abundante material suelto en su cauce.	En 1983 y 1998, afectaron a viviendas del sector Carrizal, carretera afirmada Cumbil-Llama y terrenos de cultivo. Actualmente podría afectar a viviendas y carretera afirmada Cumbil-Llama.
Cumbil Carrizal, (Llama)	Área susceptible a inundación del río Machín. Terrazas aluviales bajas, fácilmente pueden ser removidas por la erosión por estar desprotegidas.	Afectó terrenos de cultivo.
Puente Cumbil – Cirato (Llama- Catache)	Área sujeta a derrumbes y deslizamientos. En esta área afloran rocas de tipo volcánico (tobas) y deslizamientos antiguos, con pendiente fuerte a muy fuerte. Cuando se presenta las lluvias estacionales se producen derrumbes y deslizamientos.	Afecta a la carretera Chongoyape-Santa Cruz, en un trecho de 10 km por sectores de 100 a 200 m. Esta vía es muy transitada por buses de servicio provincial y transporte privado (autos y camionetas rurales).
Caserío de Cascadén (Catache)	Área sujeta a deslizamientos, erosión fluvial, derrumbes y caídas de rocas. Deslizamientos antiguos que se reactivaron en el año 1998 por las lluvias del FEN, actualmente está influenciando las malas técnicas de riego. En el río San Lorenzo por su margen izquierda se presenta erosión, la cual ha desestabilizando esta margen, generando derrumbes.	El deslizamiento afectó a viviendas y terrenos de cultivos. La erosión fluvial ha generado derrumbes, incrementando el caudal del río San Lorenzo. Las caídas de rocas afectan la carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz en un tramo de 200 m.

Fuente: Modificado de Núñez *et al.* (2006)

Cuadro 2: Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

Distrito	Fenómeno	Paraje	Daño
Chongoyape	Inundación, erosión Fluvial y Flujo de detritos	Wadington-Huayto	Afectó terrenos de cultivo de arrozales y de caña de azúcar.
	Flujo de detritos	Chiriquipe	Se activan cuando se presenta el fenómeno de El Niño.
	Inundación, flujo de detritos, Erosión Fluvial	Querpán, Sector Seis, Macuaco	En 1998 afectó terrenos de cultivo y estancias.
Oyotún	Inundación, flujo de detritos, erosión fluvial	Las Delicias-Santa Rita	Afectó puentes y carretera en 1998.
	Inundación, flujo, erosión fluvial	La Compuerta	Puente destruido.
Pátapo	Flujo de detritos	Desaguadero	Afecto a los caseríos de Progreso, La Cruz y La Victoria, Terrenos de cultivo y canal Madre del reservorio de Tinajones.
Nueva Arica	Inundación y erosión Fluvial	Portachuelo-El Collao	Afectó en 1998 terrenos de cultivo y una vivienda.
	Inundación, flujo, caída de rocas	Culpón	
Zaña	Inundación y erosión fluvial	Zaña	Afectó al puente Zaña
	Flujo de detritos y flujo de lodo	Pampa Cayalti	Cuando se presentó el fenómeno El Niño, afectó instalaciones de la cooperativa Cayalti y trocha carrozable de acceso.
	Flujo de detritos y flujo de lodo, erosión de laderas	San Nicolás, cerros La Cantarilla, León y Collique	Trocha San Nicolás- Saltur. Podría afectar casas.
Monsefú	Inundación fluvial	Sector San Francisco, tramo Monsefú-Eten	Viviendas y cultivos.
Pitipo	Flujo de detritos	Cachinche	Esta población se instaló en este sector en 1994; cuando se presentó el fenómeno El Niño de 1998 fue afectada por flujos de lodo, que destruyeron viviendas y corrales de ganado.
	Flujo de detritos, erosión e inundación	Motupillo Viejo-Qda. Colán	Caserío asentado sobre depósitos de flujos antiguos; se producen desprendimientos en el cerro Calabazo.
	Flujos de detritos	Papayo-Motupillo-La Traposa	Viviendas, terrenos de cultivo, caminos rurales, trocha.
Mesones Muro	Flujo de detritos e inundación	Vichayal	Flujo e inundación que afectaron viviendas del caserío Vichayal, antigua carretera Patapo- Batán Grande y canal Taymi. La inundación se produjo por el rompimiento del canal Taymi
Incahuasi	Deslizamiento rotacional	San Juan-Tolopampa	Afecta terrenos de cultivo de Tolopampa y San Juan

Motupe	Flujo de detritos y de lodo	Tongorrape	Alto: 51 m de puente; 0,10 km de carretera.
	Inundación fluvial	Sector Marrepon-Las Anitas	Afectó 1000 m de canal; 10 ha de cultivo; una vivienda destruida.
	Inundación y erosión fluvial	Mocupe	Terrenos de cultivo, caminos rurales y trocha.
Salas	Avalancha de rocas, flujos	Salas-Quebrada Riachuelo	Durante el fenómeno El Niño puede afectar al pueblo.
	Flujo de rocas y de detritos	Nuevo Cardal-Salas	Camino rural y cultivos.
	Inundación, erosión fluvial y flujo de detritos	Noria Nueva-Alita	Terrenos de cultivo y la trocha afirmada. El río Salas puede migrar al margen derecho, que es donde se encuentra el pueblo Noria Nueva.
Pacora	Inundación	Puente La Leche-Machuca-La Cirila	La destrucción total fue de 0,10 km de carretera, cultivos dañados y tres viviendas desaparecidas.
Jayanca	Inundación, flujo de detritos	Puente Vilela-Puente Salas	En 1998, afectó carretera asfaltada Motupe-Jayanca.
	Inundación y erosión fluvial	Pampa de Lino	Durante épocas de lluvias, el río afecta terrenos de cultivo, canales, y trocha carrozable.
Olmos	Inundación fluvial	El Médano-Olmos	Destruyó 7 a 8 km de camino rural, cultivos y 200 m de energía eléctrica.
	Inundación fluvial	Querpón	Podría dañar terrenos de cultivo.
	Inundación fluvial	Puente Insculas	Puente (300m)
	Flujo de lodo	Pasabar La Granja	Podría dañar al puente Astrid.
	Inundación y erosión fluvial	Cascajal-La Playa-Olmos	En 1998, afectó antigua carretera Olmos-Piura entre Cascajal y Olmos. Enrocado y terraza en la margen derecha del río Olmos impidió el desborde y pérdidas en el sector La Playa.
	Inundación, erosión fluvial y de laderas, derrumbe, flujo de detritos y de lodo	Sector Túpac Amaru-La Pilca	Se afectó el Badén de la carretera Olmos-Jaén. Un tramo de 200 m fue destruido. El río migró al margen izquierdo y quebradas aledañas están cargadas de material.
Mórrope	Flujos de detritos y de lodo	Puente Motupe II y III, El Angulo II, y Puente Inche	Puentes, alcantarillas y carretera.

Fuente: Modificado de Villacorta et al. (2010)

3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO

3.1 GENERALIDADES

En términos generales, en la región Lambayeque y parte de Cajamarca, como consecuencia de las precipitaciones pluviales asociadas a El Niño Costero 2017, se detonaron peligros geológicos por movimientos en masa, peligros hidrometeorológicos y otros peligros geológicos. A continuación, se presenta una descripción general de la tipología de los eventos identificados durante los trabajos de campo.

3.1.1 Peligros por movimientos en masa

Los movimientos en masa constituyen los procesos geológicos que involucran desplazamiento o remoción de masas rocosas (fracturadas y/o meteorizadas), depósitos inconsolidados, o ambos por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la región está estrechamente ligada a intensas lluvias, sismos y modificaciones antrópicas (factores detonantes); así como, factores condicionantes o intrínsecos tales como la litología, pendiente, morfología, cobertura vegetal, etc.

Los movimientos en masa identificados se han descrito utilizando la clasificación de deslizamientos y en general de movimientos en masa, adoptada por el Grupo de Estandarización de Movimientos en Masa (GEMMA) del Proyecto Multinacional Andino-Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA).

Los tipos de movimientos en masa detonados por las lluvias fuertes del fenómeno El Niño Costero son:

a.- Caída (*Fall*)

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir, con velocidades mayores a 5×10^1 mm/s.

En función al mecanismo principal y la morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como, del material involucrado, los tipos caídas identificados fueron la caída de rocas y los derrumbes.

- Caída o desprendimiento de rocas: ocurre en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), sujetas a fuerte fracturamiento, así como, en taludes al efectuarse cortes en laderas para obras civiles (carreteras y canales).
- Derrumbes: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan a lo largo de taludes de corte realizados

en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de rocas sedimentarias, esquistos y depósitos poco consolidados.

Este tipo de peligro se han presentado en las cuencas medias de Zaña, Chancay-Lambayeque, La Leche, Olmos y Motupe.

b.- Deslizamiento (*Rotacional slide, Slump*)

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desliza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y/o en cuña.

- Deslizamiento traslacional (*Translational slide*), deslizamiento en cuña (*Wedge slide*): La masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica, tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia esta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981).

En los casos en que la traslación se realiza a través de un solo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek y Bray, 1981).

El deslizamiento en cuña (*wedge slide*) es un tipo de movimiento en el cual el cuerpo del deslizamiento está delimitado por dos planos de discontinuidad que se intersectan entre si e intersectan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desliza bien siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos o el buzamiento de uno de ellos. La velocidad de los deslizamientos puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

- Deslizamiento rotacional (*Rotacional slide, Slump*): En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es autodeslizante y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

Este tipo de peligro se han presentado en las cuencas medias de Zaña, Chancay-Lambayeque, La Leche, Olmos y Motupe.

c.- Flujos (*Flow*)

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se

originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Se tienen los siguientes tipos según Varnes (1978), Hungr *et al.* (2001), Hungr (2005):

- Flujo de detritos (*Debris flows*): Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de “u”, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hungr, 2005).

- Flujo de lodo (*Mud flow*): Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de plasticidad mayor al 5 %). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material. También se distingue de los deslizamientos por flujo de arcilla, en que el flujo de lodo incorpora agua superficial durante el movimiento, mientras que el deslizamiento por flujo ocurre por licuación in situ, sin un incremento significativo del contenido de agua (Hungr *et al.*, 2001).
- Flujo de tierra (*Earth flow*): Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungr *et al.*, 2001). Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto (Hutchinson, 1998). El volumen de los flujos de tierra puede llegar hasta cientos de millones de metros cúbicos. Las velocidades medidas en flujos de tierra generalmente están en el intervalo de 10^{-5} a 10^{-8} mm/s, y por tanto son generalmente lentos o extremadamente lentos.

Estos tipos de peligros se han presentado a lo largo de las cuencas Zaña, Chancay-Lambayeque, La Leche, Motupe y Olmos.

i. Peligros hidrometeorológicos

Dentro de este tipo de peligros se han identificado principalmente procesos de inundación fluvial.

a.- Inundación fluvial: Peligro natural, que se presenta excepcionalmente por la gran cantidad de precipitación caída en zonas de montaña, colinas y pampa costanera, al concentrarse en los cursos de ríos y quebradas sobrepasan sus capacidades de carga, provocando desbordes e inundación de tierras adyacentes.

Los cursos de ríos y quebradas que atraviesan zonas de pendiente mínima (pampa costanera), desarrollan amplias terrazas y llanuras de inundación donde el río divaga, para poder compensar la falta de pendiente y lograr que por él discurran los caudales excepcionales que transporta. El ensanchamiento del cauce de un río y la destrucción de parte de la llanura de inundación son resultados frecuentes durante la ocurrencia de estos fenómenos.

En la región Lambayeque, se han presentado inundaciones excepcionales, por desborde del río La Leche que afectó poblaciones y terrenos de cultivo. El río Chancay-Lambayeque se generaron inundaciones que afectaron principalmente a terrenos de cultivo, al que el Zaña.

ii. Otros peligros geológicos

Dentro de esta categoría de peligros se ha identificado:

a.- Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos, socavando los valles, profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos (Dávila, J., 1999). Los factores más importantes para la ocurrencia de erosión fluvial son, la cobertura vegetal, la geomorfología y el clima.

En la región Lambayeque, en condiciones climáticas normales, la erosión fluvial no es muy acentuada. Esta condición cambia radicalmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño, donde se registran precipitaciones intensas, donde se activen quebradas secas y cargan los ríos Zaña, Chancay-Lambayeque, La Leche, Motupe y Olmos, registrando caudales elevados, produciendo una intensa erosión fluvial a lo largo de sus márgenes; así como migración y cambios en sus cursos.

b.- Erosión de laderas: este tipo de eventos son considerados predecesoras en muchos casos a la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta gracias a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo, en el primer caso por el impacto y en el segundo caso por fuerzas tractivas, que vencen la resistencia de las partículas (fricción o cohesión) del suelo generándose los procesos de erosión (Gonzalo *et al.*, 2002).

La erosión hídrica causada por el agua de lluvia, abarca los siguientes procesos:

Saltación pluvial: el impacto de las gotas de lluvia en el suelo desprovisto de vegetación ocasiona el arranque y arrastre de suelo fino, el impacto compacta el suelo disminuyendo la permeabilidad e incrementa escorrentía.

Escurrimiento superficial difuso: comprende la erosión laminar sobre laderas carentes de coberturas vegetales y afectadas por saltación pluvial, que estimulan el escurrimiento del agua arrastrando finos.

Escurrimiento superficial concentrado: se produce en dos formas, como surcos de erosión (canales bien definidos y pequeños), formados cuando el flujo se hace turbulento y la energía del agua es suficiente para labrar canales paralelos o anastomosados; y como cárcavas, que son canales o zanjas más profundos y de mayor dimensión, por las que discurre agua durante y poco después de haberse producido una lluvia. El proceso se da en cuatro etapas: 1) entallamiento del canal, 2) erosión remontante o retrogresiva desde la base, 3) cicatrización y 4) estabilización (Gonzalo *et al.*, 2002).

En el área se han presentado principalmente en las zonas comprendidas en las cuencas medias de los ríos mencionados.

3.2 CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS DE CULTIVO

En las siguientes páginas se presenta cuadros resúmenes donde se describe una síntesis de los peligros identificados en los tres sectores de trabajo en los que fue dividida la región Lamabayeque-Cajamarca debido a su gran extensión territorial (figura 1).

La distribución de los trabajos de campo fue en dos grupos, el Grupo A lo realizó entre el 23 de mayo al 21 de junio, y el Grupo B entre el 17 de mayo y el 15 de junio del presente. Los cuadros fueron agrupados según la infraestructura que ha resultó afectada y dentro de estos se diferencia también el tipo de peligro o tipología el cual que causó o generó los daños.

Se presenta a continuación los cuadros de síntesis de peligro geológico de cada uno de los subsectores trabajados:

SECTOR 3A: Lambayeque (Provincias Lambayeque y Ferreñafe)

(Daniel Torres Gonzales & Dante Soberón Ortiz)

El sector 3A que comprende las provincias Lambayeque y Ferreñafe, abarca un área de 11 100 km², en los cuales se realizó los trabajos de campo en valles de la Cordillera Occidental de los Andes y en la pampa Costanera, tiene los cuadros 3.1 al 3.3, donde se describen los peligros detonados por las fuertes lluvias del evento El Niño Costero y los daños causados por estos a los diferentes tipos de infraestructura y medios de sustento económico:

Cuadro 3.1: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NUMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	3A-1	Las Pirkas - Jayanca	Lambayeque	Lambayeque	8	Rehabilitación	Considerar alcantarillas en el muro construido para represar el agua de la laguna en centro campestre.
	3A-2	Olmos - San Cristóbal	Lambayeque	Lambayeque		Reubicación	Afectó viviendas y extensas áreas de cultivo
	3A-3	Tongorrape	Lambayeque	Lambayeque		Rehabilitación	Aumento de caudal del río durante lluvias excepcionales, produjo la ruptura de tuberías de agua potable y provocó la pérdida de áreas de cultivo de maíz.
	3A-4	Marripón	Lambayeque	Lambayeque		Reubicación	Desborde sobre margen izquierda del río el cual afectó zonas de cultivo y colapso parcialmente una vivienda. La altura de inundación alcanzada fue de aproximadamente 1.5m.
	3A-5	Santa Isabel	Lambayeque	Lambayeque		Rehabilitación	Erosión en surcos por escorrentía que provocó la caída de portada de concreto en hacienda
	3A-6	Illimo - Río La Leche	Lambayeque	Lambayeque		Rehabilitación	Zona de inundación que afectó terrenos de cultivo y provocó el colapso de tres viviendas. El nivel de inundación alcanzó un metro sobre el terreno y 2.5m respecto del nivel del cauce.
	3A-7	Lambayeque-Piura	Lambayeque	Lambayeque		Rehabilitación	Vivienda de material rústico, parcialmente afectada.
	3A-8	Lambayeque-	Lambayeque	Lambayeque		Reconstrucción	Viviendas de adobe totalmente colapsadas por

		Piura					lluvias intensas
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3A-9	Zapote - Salitral	Lambayeque	Lambayeque	1	Rehabilitación	Desvío de cauce de flujo de detritos en ramales. El avance del huayco llegó hasta la carretera panamericana antigua. Afecto dos viviendas en esta zona
EROSIÓN FLUVIAL	3A-10	Olmos - Abra Porcuya	Lambayeque	Lambayeque	1	Reubicación	Vivienda ubicada sobre terraza, la que fue erosionada en su base y causó la caída de la vivienda. La zona de deslizamiento es de aproximadamente 10 m de ancho
DESLIZAMIENTOS (CAÍDA DE ROCAS U OTROS)	3A-11	Colaya	Lambayeque	Lambayeque	1	Reubicación	El deslizamiento ocasionó el colapso del local de la Institución Educativa N°161
TOTAL					11		

Cuadro 3.2: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	3A-12	Panamericana Antigua	Illimo-Pacora	0.20	Lambayeque	Rehabilitación	Margen izquierda del río Huaura
	3A-13	Panamericana Antigua	Illimo-Pacora	0.13	Lambayeque	Rehabilitación	Construcción de alcantarilla de mayor dimensión.
	3A-14	Panamericana Antigua	Jayanca - Salas	0.20	Lambayeque	Rehabilitación	Mejorar el drenaje y alcantarillado
	3A-15	Panamericana Antigua	Jayanca - Salas	20.00	Lambayeque	Rehabilitación	Zona afectada por deslizamientos y derrumbes.
	3A-16	Panamericana Antigua	Tongorrape	0.13	Lambayeque	Rehabilitación	130 m de afección de carretera por aguas de escorrentía y drenaje insuficiente

	3A-17	Fernando Belaunde Terry	Santa Isabel - Pacora	0.03	Lambayeque	Rehabilitación	Evidencia de paso de cauce que afectó carretera y favoreció la inundación
	3A-18	Río La Leche	Illimo - Río La Leche	0.03	Lambayeque	Rehabilitación	Dstrucción de 25 m de vía de acceso, provocando la incomunicación con centro educativo.
	3A-19	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.09	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de inundación en ambos lados de la carretera, se aprecian grietas de desecación y por sectores aún se observa zonas con agua.
	3A-20	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.2	Lambayeque	Rehabilitación	Zona con presencia de grietas de desecación, se observan pequeños surcos que indican la zona por dónde discurrió el flujo.
	3A-21	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.03	Lambayeque	Rehabilitación	15 m de afectación en carretera con caída de carpeta asfáltica alrededor de una alcantarilla, la misma ha sufrido resquebrajamientos
	3A-22	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.05	Lambayeque	Rehabilitación	Marcas de inundación y pequeños surcos que afectaron la carretera provocando pequeñas caídas de la misma en alrededor de 15 m.
	3A-23	Panamericana	Lambayeque-Piura	1.7	Lambayeque	Rehabilitación	1.7 km de afección de la carretera, donde se ha removido el material para crear el nuevo talud de carretera
	3A-24	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.23	Lambayeque	Rehabilitación	230 m de afección de carretera, la zona de ruptura ha sido estabilizada con la colocación de bloques.
	3A-25	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.62	Lambayeque	Rehabilitación	200 m de afección en carretera, al sur se aprecian grietas de desecación
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3A-26	Olmos-San Cristóbal	Baden Querpón	0.31	Lambayeque	Reconstrucción	Construir muros de construcción o estabilizar el talud
	3A-27	Zapote - Salitral	Zapote - Salitral	0.2	Lambayeque	Reconstrucción	Punto de observación de paso de flujo de detritos, afectando la carretera de acceso Motupe.
	3A-28	Tongorrape	Tongorrape	0.17	Lambayeque	Reconstrucción	Paso de flujo de detritos que afecto aproximadamente 150 m de la vía de acceso a Olmos

	3A-29	Tongorrape	Tongorrape	0.32	Lambayeque	Reconstrucción	Crecida del río que generó flujo de lodo de aproximadamente 320 m, el que afectó acceso y áreas de cultivo. Altura de la ladera 2 m.
	3A-30	Tongorrape	Tongorrape	0.35	Lambayeque	Rehabilitación	350 m de daño en carretera, leve socavamiento de la parte inferior con caída por sectores de carpeta asfáltica, sin comprometer la zona de tránsito. Estancamiento de agua.
	3A-31	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.03	Lambayeque	Rehabilitación	Paso de flujo de detritos afectando badén en 25 m
	3A-32	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Flujo de detritos de 15 m de ancho que afectó carretera, dañando la parte del enripiado
	3A-33	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.01	Lambayeque	Rehabilitación	Tramo de 10 m de socavamiento y afección de la carretera
	3A-34	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.25	Lambayeque	Rehabilitación	Aproximadamente 250 m de daño en cunetas,
	3A-35	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.01	Lambayeque	Rehabilitación	Tramo de 10 m de socavamiento y afección de la carretera
	3A-36	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.01	Lambayeque	Rehabilitación	Tramo de 6 m de socavamiento y afección de la carretera.
	3A-37	Panamericana	Lambayeque-Piura	0.01	Lambayeque	Rehabilitación	Tramo de 8 m de socavamiento y afección de la carretera.
EROSIÓN FLUVIAL	3A-38	Olmos-San Cristóbal	Río Cascajal	0.50	Lambayeque	Reconstrucción	Flanco izquierdo del río Cascajal. La altura de la ladera es aproximadamente 2 m, sin embargo, en la erosión provocó la caída de parte de esta terraza, afectando una vía de acceso, la que ahora está a 0.5 cm del nivel del río.
	3A-39	Illimo - Río La Leche	Illimo - Río La Leche	0.15	Lambayeque	Reconstrucción	Zona de ruptura y desborde de 150 m, provocando inundaciones y ruptura de parte de la carretera.

DESlizamiento (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	3A-40	Carretera a Bagua	Olmos - Abra Porcuya	0.30	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de deslizamiento de aproximadamente 300 m a lo largo de la carretera; erosión en surcos, los que depositan material cuaternario en los flancos de la carretera afectando parcialmente las cunetas
	3A-41	Carretera a Bagua	Olmos - Abra Porcuya	0.10	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de ruptura, donde se instalaron muros de gaviones para prevenir la caída de vía de acceso
	3A-42	Carretera a Bagua	Olmos - Abra Porcuya	0.08	Lambayeque	Rehabilitación	80 m de afección de carretera por deslizamiento de material areno limoso con eventuales bloques de roca, el mismo que cubrió parte de las cunetas y las destruyó
	3A-43	Penachi	Chocope-Penachi	0.10	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento de aproximadamente 50 m de ancho. Zona sobresaturada.
	3A-44	Penachi	Chocope-Penachi	0.33	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de deslizamiento de aproximadamente 300 metros.
	3A-45	Colaya	Colaya	0.25	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento de aprox. 250 metros de ancho, erosión en surcos y cárcavas.
	3A-46	Colaya	Colaya	0.25	Lambayeque	Rehabilitación	Escarpa de deslizamiento rotacional de 250 metros de ancho que afecto zonas de cultivo y trocha carrozable.
	3A-47	Colaya	Colaya	0.20	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento rotacional de forma semicircular de aproximadamente 200 metros.
	3A-48	Colaya	Colaya	0.20	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento semicircular de más de 200 metros de ancho.
	3A-49	Colaya	Colaya	0.07	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento de 70 metros de ancho. Por debajo de carretera erosión en cárcavas. Deslizamiento de 30 metros.
	3A-50	Colaya	Colaya	0.05	Lambayeque	Reconstrucción	Zona de deslizamiento de 50 m, sobre el que se ha colocado un soporte de roca, el cual debido a la sobresaturación de agua, falla durante los períodos de lluvia
	3A-51	Colaya	Colaya	0.06	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de deslizamiento de forma semicircular de aproximadamente 60 metros de ancho.
3A-52	Colaya	Colaya	0.07	Lambayeque	Rehabilitación	Deslizamiento de forma semicircular de 70 m	

							de ancho
3A-53	Colaya	Colaya	0.07	Lambayeque	Rehabilitación		Zona de deslizamiento semicircular de 70 m de ancho, constituido por material cuaternario
3A-54	Colaya	Colaya	0.075	Lambayeque	Rehabilitación		Zona de deslizamiento de 50 metros. Material deslizado principalmente suelos de cultivo.
3A-55	Colaya	Colaya	0.40	Lambayeque	Rehabilitación		Deslizamiento semicircular de más de 200 m
3A-56	San Carranco	San Carranco	0.025	Lambayeque	Reconstrucción		Zona de paso de flujo de detritos afectando aproximadamente 25 metros de carretera, destruyendo 3 metros de canal de irrigación.
3A-57	San Carranco	San Carranco	0.02	Lambayeque	Rehabilitación		Flujo de lodo de 20 metros de ancho que destruyo parte de la vía de acceso.
3A-58	San Carranco	San Carranco	0.01	Lambayeque	Rehabilitación		Flujo de 15 m de ancho, producto de desvío del cauce del flujo principal
3A-59	San Carranco	San Carranco	0.2	Lambayeque	Rehabilitación		Flujo de 25 m de ancho que afectó a carretera
3A-60	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.05	Lambayeque	Rehabilitación		Zona de deslizamiento de 50 m de largo y 10 m de alto, afectó la vía de acceso a Incahuasi
3A-61	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.02	Lambayeque	Rehabilitación		Puente carrozable afectado por caída de roca (bloque de 8 Tn). La base del puente presenta socavamiento y parte del puente se encuentra en mal estado. Afectó vía de acceso en 20 m.
3A-62	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.03	Lambayeque	Rehabilitación		Paso de flujo de detritos que afectó carretera.
3A-63	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.02	Lambayeque	Rehabilitación		Flujo canalizado a lo largo de quebrada, ancho de 15 m. 100 m al sur pequeños deslizamientos
3A-64	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.04	Lambayeque	Rehabilitación		Flujo de detritos de aproximadamente 40 m de ancho que afectó la vía de acceso; además produjo socavamiento en la base de la misma, haciéndola inestable
3A-65	Pitipo - Incahuasi	Incahuasi	0.05	Lambayeque	Rehabilitación		Deslizamiento de forma semicircular de 50 m de ancho
Total			29.20				

Cuadro 3.3: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	3A-66	Canal de Irrigación	Jayanca	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Descolmatación del material producto del flujo de lodo y reparación de canal, para prevenir mayores daños.
	3A-67	Puente	Jayanca	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Flujos de escorrentía, cuyo lodo soterró muro de gaviones y causo socavamiento a manera de surcos en el cauce del río
	3A-68	Puente	Santa Isabel	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de inundación con afección de puente de aproximadamente 6 m.
	3A-69	Alcantarillas	Santa Isabel	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Zona afectada por exceso de fluido y lodo, el que provocó la obstrucción de la alcantarilla
	3A-70	Puente	Illimo	Jayanca	Lambayeque	Rehabilitación	Área inundada
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3A-71	Puente	Ñaupe	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Surcos consecuencia de la escorrentía, que han afectado la salida del cauce de quebrada y afectan parcialmente a muros de gaviones que defienden la estructura
	3A-72	Camino - Gruta	Motupe	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Gruta Cruz de Chalpón
	3A-73	Puente	Tongorrape	Lambayeque	Lambayeque	Rehabilitación	Afectación de carretera por socavamiento de la parte inferior de la misma. Flujo de detritos, provocó caída de la carpeta asfáltica en las cercanías del puente
	3A-74	Bocatoma	Marripón	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Flujo de detritos; destrucción de la compuerta y destrucción del canal de Tongorrape (20 m). Socavamiento de terrazas, inundaciones. Entrada de flujo de lodo en chacras, altura de agua aproximadamente llegó a 1.7 m.
	3A-75	Canal de Irrigación	Marripón	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Canal (Quebrada Chineama) destruido y enterrado. Altura de agua 3 m. También afección en terrenos de cultivo (Aprox. 6 ha.)

	3A-76	Canal de Irrigación	San Carranco	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Flujo de detritos que colmató canal de irrigación en aprox 30 metros. El canal no se observa.
	3A-77	Canal de Irrigación	San Carranco	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Más de 300 metros de canal relleno por piedra y lodo.
	3A-78	Canal de Irrigación	Illimo	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Bocatoma afectada por desbordes, parte de los canales han sufrido arenamiento y 2 compuertas han sido selladas
	3A-79	Canal de Irrigación	Mesones Muro	Lambayeque	Lambayeque	Reconstrucción	Las alcantarillas han sufrido arenamiento. El techo de la estructura se encuentra rota. El canal ha sido roto en aproximadamente 15 m, donde se han colocado sacos de arena.
	3A-80	Canal de Irrigación	Ferreñafe	Ferreñafe	Lambayeque	Reconstrucción	Ruptura de canal en 15 m.
EROSIÓN FLUVIAL	3A-81	Puente	Laquipampa	Incahuasi	Lambayeque	Reconstrucción	Ruptura total del puente de aproximadamente 50 m.

SECTOR 3B: Lambayeque (Provincia de Chiclayo) y Cajamarca (Provincias de Chota y Santa Cruz)

(Por: Segundo Núñez Juárez & Julio Lara Calderón.)

El sector 3B que comprende las provincias de Chiclayo (Lambayeque y Chota, abarca un área de 5 875 km², en los cuales se priorizó los trabajos de campo en la vertiente occidental de la Cordillera NorOccidental de los Andes; así se tiene los cuadros 3.1 al 3.4, donde se describen los peligros detonados por las fuertes lluvias del evento El Niño Costero y los daños causados por estos a los diferentes tipos de infraestructura y medios de sustento económico; algunas fotografías ilustrativas de algunos de los procesos evaluados se describen en los Anexos. Así mismo mapas con distribución de sitios con información geológica analizados y los puntos de zonas afectadas señaladas en los cuadros. El cuadro consigna el tipo de peligro identificado, un código que expresa la zona evaluada, seguido de un número correlativo, el nombre del sector o lugar (centro poblado, carretera u otra infraestructura), provincia y región, la acción recomendada y algunas observaciones u comentarios de cada una de ellas

REGION LAMBAYEQUE

Cuadro 3.4: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NÚMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	3B-01	Oberazal	Chiclayo	Lambayeque	1	Rehabilitación	Mejorar defensas ribereñas en la quebrada Chirguipe
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-02	Nuevo Paraíso	Chiclayo	Lambayeque	28	Reubicación	Reubicación de las viviendas afectadas y destruidas. Tres viviendas afectadas y una destruida
	3B-03	La Calera	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Siete viviendas afectadas y una vivienda destruida. Reubicar viviendas afectadas y destruidas, como también las que se encuentran en los bordes de la quebrada.
	3B-04	Desaguadero	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Una vivienda destruida. Reubicación de las viviendas que se encuentran en ambos márgenes de los cauces de las quebradas
	3B-05	La Cría	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Viviendas afectadas. Canalizar la quebrada; reubicar las viviendas que se encuentran en el borde y en el cauce de las quebradas.

	3B-06	Pátapo (Quebrada Santa Lucía)	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-07	Pátapo (Quebrada La Primavera)	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran en el cauce actual y en su borde de la quebrada.
	3B-08	Pátapo (Quebrada Almendra)	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-09	Huaca Blanca	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-10	Quebrada Yaipón	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Seis viviendas destruidas. Las viviendas que se encuentran en borde del cauce de la quebrada deben ser reubicadas.
	3B-11	San Nicolás	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Canalizar la quebrada. Defensas ribereñas en los bordes de la quebrada.
	3B-12	Collique / Alto de Santa Rosa	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Se tienen tres quebradas que bajan al centro poblado Alto Santa Rosa. Necesita defensa ribereña.
	3B-13	Nueva Arica	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Necesita reforzar el muro de contención
	3B-14	Culpón	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran ubicadas en el borde de ambas márgenes de la quebrada.
	3B-15	Virú	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-16	Las Delicias	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Centro poblado necesita drenaje pluvial
	3B-17	La Compuerta	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Rehabilitar el muro disipador de energía.
	3B-18	Chumbenique	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Canalizar la quebrada. Defensas ribereñas en los bordes de la quebrada.
	3B-19	Villa Esperanza (Oyotún)	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Canalizar la quebrada. Reubicar viviendas ubicadas en el borde. Defensas ribereñas en los bordes de la quebrada.

	3B-20	Vista Alegre (Oyotún)	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar viviendas afectadas y las que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-21	Cercado Oyotún	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas ubicadas los bordes de los cauces de la quebrada (calle aledaña).
	3B-22	Boca de Tigre	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Cinco viviendas afectadas, estas deben ser reubicadas. Canalizar la quebrada.
	3B-23	Pampa Grande	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Dos viviendas destruidas. Reubicar las viviendas destruidas y las que se encuentran en el borde de la quebrada. Canalizar la quebrada.
	3B-24	Carniche Alto	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicación de las viviendas afectadas y las que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.
	3B-25	Cuculí	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Quebrada Canalizada. Reconstruir muro. No expandir la zona urbana hacia el cauce de la quebrada.
	3B-26	Cumbil Bajo	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Reubicar las viviendas que se encuentran en el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada.
	3B-27	Santa Rosa (Quebrada Magaly)	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Construir diques disipadores de energía. Construir muro como defensa.
	3B-28	Macuaco-Quebrada La Yeguas	Chiclayo	Lambayeque		Reubicación	Una vivienda afectada. Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce y la afectada.
	3B-29	El Espinal	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Reubicar viviendas afectadas
EROSIÓN FLUVIAL	3B-30	Zaña/Sector Salitral	Chiclayo	Lambayeque	1	Rehabilitación	Defensas ribereñas ubicadas aguas arriba de Zaña, necesita ser reforzadas.
U = O Z P	3B-31	San Pablo	Chiclayo	Lambayeque	6	Rehabilitación	Viviendas y zonas de cultivo afectadas.

							Falta drenaje
	3B-32	Los Arenales de la Pradera	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	20 viviendas destruidas y varias afectadas. Falta de drenaje pluvial
	3B-33	AA.HH. Nadine Heredia	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Viviendas afectadas y destruidas. Falta de drenaje pluvial.
	3B-34	La Bahía de Pimentel	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	80 viviendas afectadas y 10 destruidas. Falta de drenaje pluvial
	3B-35	Las Flores	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	20 viviendas afectadas. Falta de drenaje pluvial.
	3B-36	Los Balsares	Chiclayo	Lambayeque		Rehabilitación	Viviendas afectadas. Falta de drenaje pluvial.
TOTAL					36		

Cuadro 3.5: Tramos de carretera afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-37	Chiclayo-Pampa Grande	Pacherrez / Pampagrande / Boca de Tigre	6.50	Lambayeque	Rehabilitación	Reparar canaletas y parte de la estructura, aguas abajo / Badenes. Rehabilitar trocha
	3B-38	Chiclayo-Chota	Garraspiña	0.12	Lambayeque	Rehabilitación	Reparar las alcantarillas y mejorar el drenaje
	3B-39	Chiclayo-Chota	Desaguadero	0.12	Lambayeque	Reconstrucción	Reparar las alcantarillas y mejorar el drenaje
	3B-40	Chiclayo-Chota	La Cría	0.12	Lambayeque	Reconstrucción	Reparar las alcantarillas y mejorar el drenaje
	3B-41	Chiclayo-Chota	Altura del Km 55 / Cuculí	0.05	Lambayeque	Reconstrucción	Ambas márgenes de la quebrada El Huabo
	3B-42	Reservorio Tinajones	Reservorio Tinajones	0.60	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar Badenes.

3B-43	Chiclayo-Chota	Pátapo	0.06	Lambayeque	Rehabilitación	Alcantarillas insuficientes para carga de material
3B-44	Chongoyape-Reservorio de Tinajones	Reservorio Tinajones /Quebrada Yaipón	0.30	Lambayeque	Reconstrucción	Trocha afectada, Chongoyape-Reservorio
3B-45	Tocmoche-Miracosta	Cerrillos	0.19	Lambayeque	Rehabilitación	Trocha afectada, Tocmoche-Miracosta
3B-46	Tocmoche-Miracosta	Cerrillos	0.14	Lambayeque	Rehabilitación	Trocha afectada, Tocmoche-Miracosta
3B-47	Chiclayo-Chota	Juana Ríos	0.33	Lambayeque	Rehabilitación	Aguas abajo fue destruido parte del badén
3B-48	Zaña-Oyotún	Nueva Arica/Las Viñas	0.10	Lambayeque	Rehabilitación	Mejorar defensas ribereñas
3B-49	Zaña-Oyotún	El Ocho / Quebrada Seca	0.09	Lambayeque	Rehabilitación	Construir badén
3B-50	Zaña-Oyotún	Nueva Arica/Oyotun	0.20	Lambayeque	Rehabilitación	Mantener defensas ribereñas tramo de 200 m
3B-51	Oyotun-El Espinal	Virú	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar badén.
3B-52	Oyotun-El Espinal	Virú	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Camino rural afectado. Rehabilitar badén
3B-53	Oyotun-El Espinal	Virú	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Erosión de laderas que afectaron camino rural
3B-54	Oyotun-El Espinal	La Polvadedada	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar badén
3B-55	Oyotun-El Espinal	Las Delicias	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Construir badén
3B-56	Oyotun-El Espinal	Las Delicias	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Camino rural afectado
3B-57	Oyotun-La Compuerta-Chumbenique	Quebrada San Luis	0.01	Lambayeque	Rehabilitación	Construir badén
3B-58	Oyotun-Las	Santa Rita	0.11	Lambayeque	Rehabilitación	Camino rural afectado

		Delicias-El Espinal					
	3B-59	Zaña-Oyotun	Huaca El Toro / Entrada Oyotún	0.08	Lambayeque	Rehabilitación	Construir badén, y canal cubierto. Canalizar la quebrada.
	3B-60	Chiclayo - Pampa Grande	Saltur	0.04	Lambayeque	Rehabilitación	Prodría afectar a poblado. Reforzar muro
	3B-61	Tocmoche - Miracosta	El Mirador/Qda. Yaipón	0.3	Lambayeque	Rehabilitación	Seis viviendas afectadas y una destruida
	3B-62	Maychil - Llama	Limoncarro	0.1	Lambayeque	Rehabilitación	Margen izquierda del río Maychil
	3B-63	Chiclayo - Chota	Quebrada San Carlos	0.12	Lambayeque	Rehabilitación	Margen derecha del río Chancay
	3B-65	Oyotún-Pan de Azúcar /La Compuerta	Sorronto	0.4	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar defensas ribereñas
	3B-66	Oyotun-La Compuerta	Alumbral / Río Seco	0.1	Lambayeque	Rehabilitación	Construir Badén
DESGLAZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	3B-67	Chiclayo - Chota	Repartidor La Puntilla	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Afectó Carpeta asfáltica. Margen derecha del río Chancay
	3B-68	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	Huaca Blanca/Quebrada El Pato	0.02	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar trocha (badén), Poblado Huaca Blanca.
Total				10.52			

Cuadro 3.6: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
EROSIÓN FLUVIAL	3B-69	Puente Zaña	Zaña	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Puente La Otra Banda Zaña (194 m)
	3B-70	Puente Tablazos	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Comunica Chongoyape con Huaca Blanca y caseríos. Incrementar longitud de puente.
	3B-71	Canal	Cerro León	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Cerro León
	3B-72	Canal	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Quebrada Río Seco
	3B-73	Canal	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Villa Esperanza
	3B-75	Puente	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Puente de 38 m. /Quebrada la Compuerta
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-76	Alcantarilla	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Afectó alcantarillas de carretera. Sector Pátapo, Mejorar drenaje de carretera.
	3B-77	Alcantarilla	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Afectó alcantarillas de carretera. Sector La Cría. Mejorar Drenaje de carretera.
	3B-78	Alcantarilla	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Afectó alcantarillas de carretera. Sector Desaguadero. Mejorar Drenaje de carretera.
	3B-79	Alcantarilla	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Afectó alcantarillas de carretera. Sector Desaguadero. Mejorar Drenaje de carretera.
	3B-80	Alcantarilla	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Afectó alcantarillas de carretera. Quebrada Huabo. Mejorar Drenaje de carretera.
	3B-81	Canal de regadío	Pomalca	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Canal. Sector de Santa Rosa.
	3B-82	Canal	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Canal de regadío. Sector Pampa Grande
	3B-83	Reservorio Tinajones	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Flujos que incrementaron la carga de sedimentos al vaso del reservorio.
	3B-84	Canal Madre Tinajones	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Rediseñar alcantarilla.

3B-85	Canal secundario Tinajones	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Mejorar diseño de canal.
3B-86	Toma y Canal Cayaltí	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 15m por sectores
3B-87	Canal Cayaltí	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 350m por sectores
3B-88	Canal Cojal Bajo	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 2700 m por sectores
3B-89	Canal Cerro León	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 10m por sectores
3B-90	Canal Las Viñas	Nueva Arica	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Reconstruir el canal en forma de sifón
3B-91	Puente Peatonal Orlando Oyarce	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar defensas ribereñas
3B-92	Canal de regadío	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Rehabilitar en forma de sifón
3B-93	Puente La Compuerta	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Reforzar defensas ribereñas y construir puente Carrozable.
3B-94	Canal Madre La Puntilla-Tinajones	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Limpieza de canal
3B-95	Canal de regadío Garraspiña	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	El canal debe ser rediseñado como sifón
3B-96	Canal de Chumbenique	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Reconstrucción	Construir el canal en forma de Sifón
3B-97	Canal Oyotún	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Construir canal cubierto en la zona que cruza las quebradas

Cuadro 3.7: Terrenos de cultivo afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	Sector	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	3B-99	El Potrero	Reque	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectada
	3B-100	Eten	Eten	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zonas de cultivo afectadas
	3B-101	Rama Valencia	Monsefú	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	10 ha de zonas de cultivo afectadas
FLUJOS (DETRITOS, LODO, EROSIONES DE LADERA)	3B-102	La Cría	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectada
	3B-103	Desaguadero	Pátapo	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectada
	3B-104	Virú	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zonas de cultivo afectadas
	3B-105	Montería	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zonas de cultivo afectadas
	3B-106	Garraspiña	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	0.5 hectáreas de cultivo afectadas
	3B-107	Cuculí	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-108	Cerro Blanco	Chongoyape	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-109	Collique	Zaña	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-110	Qda. Magaly	Pucalá	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-111	Cayaltí	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-112	La Viñas	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
3B-113	La Yegua	Oyotún	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas	
EROSIÓN FLUVIAL	3B-114	Reque	Reque	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	01 hectárea de cultivo afectada
	3B-115	Chongoyape	Yaipón	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Podrían afectar zonas de cultivos
	3B-116	Saltur	Zaña	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	09 hectáreas de cultivo afectadas
	3B-117	Salitral	Zaña	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas
	3B-118	Cayaltí	Cayaltí	Chiclayo	Lambayeque	Rehabilitación	Zona de cultivo afectadas

REGIÓN CAJAMARCA

Cuadro 3.8: Poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NUMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-119	Cerro Blanco	Chota	Cajamarca	2	Rehabilitación	No construir viviendas en el cauce de la quebrada.
	3B-120	La Ramada	Chota	Cajamarca		Rehabilitación	Reubicar las viviendas que se encuentran en borde del cauce de la quebrada.
DESGLIZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	3B-121	Picuy	Santa Cruz	Cajamarca	3	Reubicación	Zona afectada por deslizamiento, reubicar las viviendas destruidas y las ubicadas en el cuerpo del deslizamiento.
	3B-122	El Monte	Santa Cruz	Cajamarca		Reubicación	Tres viviendas afectadas y una destruida, puede afectar a más viviendas. Reubicar viviendas
	3B-123	Cascadén	Santa Cruz	Cajamarca		Reubicación	Reubicar viviendas afectadas.
TOTAL					5		

Cuadro 3.8: Tramos de carretera afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-124	Chiclayo-Chota	San Carlos	0.03	Cajamarca	Rehabilitación	Baden; rehabilitar la parte ubicada aguas abajo.
	3B-125	Chiclayo-Chota	Cerro Blanco	0.02	Cajamarca	Rehabilitación	Baden, rehabilitar la parte ubicada aguas abajo.
	3B-126	Chiclayo-Chota	Bocatoma Racarumi	0.02	Cajamarca	Rehabilitación	Desquinchar bloques en ladera.
	3B-127	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	La Ramada / Quebrada Calabozos	0.23	Cajamarca	Rehabilitación	Tramo de carretera cruza la quebrada Calabozos
	3B-128	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	La Ramada	0.40	Cajamarca	Rehabilitación	Margen izquierda del río Chancay. Necesita defensas ribereñas para no ser afectado. Sector Turrul
	3B-129	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	La Ramada / Quebrada Caña Brava	0.08	Cajamarca	Rehabilitación	Necesita canalizar la quebrada.
	3B-130	Maychil-Checopón-Timón	Timón	0.02	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar badén.
	3B-131	Maychil-Checopon-Timón	Chaupichana	0.03	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar badén.
	3B-132	Maychil-Checopon-Timón	Limoncarro	0.08	Cajamarca	Reconstrucción	Quebrada Limoncarro.
	3B-133	Catache - Tallapampa	Catache	0.15	Cajamarca	Rehabilitación	Ladera Cerro Luquis
	3B-135	Chongoyape-Tocmoche-Miracosta	Yaipón	0.13	Cajamarca	Rehabilitación	Trocha a Tocmoche, Margen Izquierda de la Quebrada Yaipón.
	3B-136	Chiclayo-Santa Cruz	Cerro Lontohuasi	0.20	Cajamarca	Rehabilitación	Acceso a Catache
	3B-137	Chiclayo-Santa Cruz	Km 21	0.02	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar Baden
	3B-138	Chiclayo-Santa Cruz	Cirato	0.40	Cajamarca	Rehabilitación	Mejorar talud. Margen derecha del río Chancay
	3B-139	Chiclayo-Santa Cruz	Las Malvas	0.01	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar Badén
3B-140	Chiclayo-Santa Cruz	Faique Negro	0.30	Cajamarca	Rehabilitación	Margen derecha del río San Lorenzo	
3B-141	Chiclayo-Santa Cruz	Km 8+450	0.01	Cajamarca	Rehabilitación	Reconstruir badén	

	3B-142	Chiclayo-Santa Cruz	Cirato	0.25	Cajamarca	Rehabilitación	Reponer carpeta asfáltica y mejorar talud
	3B-143	Chiclayo-Santa Cruz	Los Higueros	0.02	Cajamarca	Rehabilitación	Reponer badén
	3B-144	Catache - Tallapampa	Catache	0.15	Cajamarca	Rehabilitación	Trocha a Tallapampa
DESPLAZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	3B-145	Chiclayo - Chota	Limoncarro	0.15	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó Carpeta asfáltica.
	3B-146	Chiclayo - Chota	Sector Barrio Lata	0.10	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó Carpeta asfáltica y cuneta
	3B-147	Chiclayo - Chota	Izco	0.07	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó Carpeta asfáltica y cuneta
	3B-148	Chiclayo - Chota	Potrerrillo	2.50	Cajamarca	Rehabilitación	Derrumbes que afectaron carpeta asfáltica y cuneta. Por sectores entre 50 a 100 m.
	3B-149	Chiclayo - Chota	Potrerrillo	2.83	Cajamarca	Rehabilitación	Derrumbes y deslizamientos que afectó carpeta asfáltica y cuneta. Por sectores entre 50 a 100 m.
	3B-150	Chiclayo-Chota	Bocatoma	0.15	Cajamarca	Rehabilitación	Zona inestable, ladera con material suelto.
	3B-151	Maychil-Checopon-Timón	Sucha Alta	0.05	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar la Trocha, Margen izquierda Quebrada. Llualanga
	3B-152	Maychil-Checopón-Timón	Sucha Alta	0.09	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-153	Maychil-Sucha-Timón	Maychil	0.15	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-154	Maychil-Sucha-Timón	Maychil	0.16	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-155	Maychil-Sucha-Timón	Maychil	0.27	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-156	Maychil-Sucha-Timón	Maychil	0.12	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-157	Maychil-Sucha-Timón	Maychil	0.10	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha
	3B-158	Maychil-Limoncarro	Limoncarro / El Molino	0.02	Cajamarca	Reubicación	Cambiar trazo de trocha
	3B-159	Maychil-Limoncarro	Tallapampa	0.15	Cajamarca	Reconstrucción	Afectó trocha
	3B-160	Catache-Tallapampa	Tallapampa	0.10	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó trocha

	3B-161	Catache-Tallapampa	Tallapampa	0.05	Cajamarca	Reconstrucción	Afectó trocha
	3B-162	Chiclayo-Santa Cruz	Catache	0.23	Cajamarca	Rehabilitación	Margen izquierda del río Chancay
	3B-163	Chiclayo-Santa Cruz	Catache	0.07	Cajamarca	Rehabilitación	Sector Catache
	3B-164	Chiclayo-Santa Cruz	Catache	0.12	Cajamarca	Rehabilitación	Sector Catache
	3B-165	Chiclayo-Santa Cruz	Catache	0.05	Cajamarca	Reubicación	Sector Presa Cirato. Margen derecha del río Chancay
	3B-166	Chiclayo-Santa Cruz	Cirato	10.00	Cajamarca	Rehabilitación	Carretera afectada por sectores comprendidos entre 100 a 200 m
	3B-167	Chongoyape-Llama	Izco	0.10	Cajamarca	Rehabilitación	Margen izquierda del río Maychil
	3B-168	Checopón	Maychil	0.25	Cajamarca	Rehabilitación	Margen derecha del río Maychil
	3B-169	Santa Cruz - Chiclayo	Peña de Los Loros	0.23	Cajamarca	Rehabilitación	Podría represar el río Chancay
TOTAL				20.66			

Cuadro 3.9: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
EROSIÓN FLUVIAL	3B-170	Puente Pontón	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	Rehabilitación	Rehabilitar la margen izquierda del puente.
	3B-171	Puente	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	Reconstrucción	Sector de Tallabamba. Puente (25 m)
	3B-172	Puente	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Puente (10 m). Sector Loritohuasi
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	3B-173	Canal de regadío Maychil	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Limpieza de canal
	3B-174	Canal	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Cumbil. El flujo desvió el cauce del río hacia la margen izquierda.
	3B-175	Canal	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Canal de regadío La Ramada. Fue afectado en dos tramos
	3B-176	Puente	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Puente Peatonal. Sector Sucha Alta.
	3B-177	Puente	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	Reconstrucción	Puente carrozable. Sector Tallapampa.
DESIZAMIENTOS , CAÍDA DE ROCAS U OTROS	3B-178	Bocatoma Racarumi	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Afectó carpeta asfáltica, podría afectar a instalaciones.
	3B-179	Presa	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	0.12 km de carretera afectada-Presa Cirato
	3B-180	Presa Cirato	Llama	Chota	Cajamarca	Rehabilitación	Podría incrementar el volumen de la presa Cirato. Afecta también a carpeta asfáltica.

CONCLUSIONES

1. Las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al evento Niño Costero caídas en la región Lambayeque entre los meses de enero y marzo del 2017, generaron flujos de lodo, detritos entre los sectores de Patapo-Chongoyape-Cumbil-Potreriillo-Llama; inundaciones y erosiones fluviales a lo largo de los ríos Lambayeque, Chancay y Zaña. Se vieron afectados afectaron poblados, vías de acceso, terrenos de cultivo que se ubican en zonas planas próximas al valle (llanuras inundables, terrazas bajas y medias). Además, se reactivaron deslizamientos antiguos en forma de deslizamientos y derrumbes, como también se generaron nuevos derrumbes que afectaron las vías Cumbil-Llama (Potrerillo) y Cumbil-Cirato.
2. Las inundaciones son los peligros geológicos más frecuentes y fueron los responsables de causar mayor cantidad de daños ya sea de viviendas, obras de infraestructura y áreas de cultivo. La zona es susceptible a las inundaciones debido a la morfología y el inadecuado drenaje de en las vías principales. Así mismo existen muchas áreas de alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujos de detritos excepcionales; la ocurrencia de estos eventos podría afectar a las viviendas ubicadas dentro de su cauce o a ambas márgenes de estos.
3. La causa de daños registrados muchas veces se relaciona a la ubicación de viviendas y obras de infraestructura en quebradas, zonas de cauces antiguos y terrazas bajas, así como también a la falta de obras de prevención o mitigación calculadas para eventos excepcionales.
4. Los sectores Illimo, Pacora en donde convergen los ríos Motupe y La Leche sufrieron severas inundaciones, en distintos puntos de sus márgenes, afectando terrenos de cultivo, poblados de Bances y Las Juntas. El agua llegó a cubrir a los terrenos hasta 1,5 m de altura, esto agravado por las incesantes lluvias. La carretera Lambayeque-Jayanca fue dañada en diversos tramos por colapso de sus drenajes.
5. El sector Jayanca, Pampa de Lino se encuentra ocupando un cauce antiguo del río Al generarse el incremento del volumen de agua en el río, sobrepasó la capacidad de su cauce natural, generó inundación y erosión fluvial, destruyendo defensas ribereñas (muro), por donde se desbordó el agua. Afectado parte del poblado de Jayanca, el centro recreativo “Las Pirkas” y más de 116 hectáreas de zonas de cultivo a lo largo de su cauce.
6. Varias poblaciones urbanas ubicadas en la zona de planicie costera como Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, entre otros distritos de la región, presentaron sectores con fuertes problemas de inundación pluvial, debido principalmente a su condición intrínseca de zonas plano-depresionadas o por la falta de sistemas de drenajes urbanos.
7. En la ciudad de Pimentel, en los sectores San Pablo, Los Arenales de la Pradera, AA.HH. Nadine Heredia y Bahía de Pimentel, se generaron inundaciones de tipo pluvial. Esto se debió al predominio de una topografía es plana, con una napa freática muy superficial (1 m de profundidad), el terreno es arenoso (arena de grano fino y medio), suelto, la napa es salada. Con las fuertes precipitaciones se saturó la napa y ocasionó que las paredes de adobe de las viviendas se humedezcan y colapsen.

8. Los ríos Chancay-Lambayeque y Zaña, en su desembocadura se explayan presentando una amplia zona de inundación, por ello es que se encuentra encauzado, sin embargo, al fallar las estructuras se generaron inundaciones por sectores que afectaron terrenos de cultivo.
9. A lo largo del río La Leche, se generaron varias inundaciones y erosiones fluviales que afectaron zonas de cultivo e inutilizaron canales y bocatomas que distribuyen agua a los poblados: Jayanca, Illimo, Pacora y Túcume. El río La Leche destruyó también el puente de Laquipampa, contribuyendo al aislamiento de Incahuasi y Cañaris.
10. En el sector Salas y en los alrededores de Shita Alta y Colaya, ocurrieron varios deslizamientos inutilizaron la trocha en diversos puntos. Además, flujos de lodo interrumpieron el tránsito normal entre Salas y centros poblados adyacentes.
11. Motupe fue afectado por un flujo de detritos que destruyó el acceso al Santuario de La Cruz de Motupe; afectó los caseríos de Zapotal y Salitral. La carretera Antigua Panamericana Norte, en el sector que cruza el antiguo cauce del río Motupe, sufrió erosión fluvial en varios tramos, porque el río retomó su antiguo cauce, colapsó el drenaje y alcantarillas, afectándola en varios tramos. La carretera de Motupillo a Incahuasi fue cortada en distintos tramos, por deslizamientos y flujos de detritos.
12. En el sector Olmos se generaron inundaciones, produciendo el desborde de los ríos Insculas y Cascajal afectando zonas de cultivo. En la carretera Olmos-Ñaupe, Panamericana Norte Antigua, un tramo fue destruido por la erosión fluvial del río de Ñaupe, interrumpiendo el tránsito en el momento del desastre.
13. El puente Tablazos, que se encuentra sobre el río Chancay, sufrió daños con el incremento del caudal ocasionado por el Fenómeno El Niño 1997/1998, no se reparó. Con el incremento del caudal del río generado en el mes de marzo, por las precipitaciones pluviales, el puente colapsó en la margen izquierda.
14. El Puente Zaña fue destruido completamente con la carga extraordinaria que registró el río del mismo nombre; fueron erosionados ambos estribos del puente. Estos se ubicaban dentro del antiguo cauce del río Zaña, no se apreciaron defensas ribereñas.
15. Entre los sectores Pátapo, Canteras, Garraspiña, La Cría, El Desaguadero y Cuculí, las quebradas que cruzan dichos poblados acarrearón flujos de detritos/lodo, afectando las poblaciones, vía Chiclayo-Chongoyape, terrenos de cultivo y Canal Madre Tinajones. Parte de la población, se encuentra en los bordes estrechando los cauces naturales de las quebradas. Se observó que las alcantarillas o puentes que se encuentran sobre la vía mencionada, fueron insuficientes para la carga que traían las quebradas, por ello los materiales provenientes de los flujos llegaron a erosionar y destruir las alcantarillas, en otros casos las colmataron.
16. La trocha de acceso, al reservorio Tinajones, fue afectada en diferentes tramos por los flujos de detritos/lodo, que provinieron de las quebradas ubicadas al sector norte, destruyendo parte de los badenes. El sector que cruza la quebrada Yaipón, fue destruido completamente. Afectó un tramo mayor de 100m. El material está conformado por fragmentos de rocas de formas redondeadas a subredondeadas, por lo que se infiere que la fuente de origen se encuentra a varios kilómetros aguas arriba.

17. El reservorio Tinajones, en tiempos que se presentan lluvias como las del Fenómeno El Niño, sufre colmatación, por el material de los diferentes flujos de detritos que provienen de las quebradas Yaipón, Campana/Chaparrí, Huallacal y Las Pavas. Esto disminuye o reduce la capacidad de almacenaje de agua del reservorio y por ende el tiempo de visa de este reservorio.
18. El sector comprendido entre Oberzal-Mojonazo, sufrió inundaciones por la ruptura del dique aguas arriba de la quebrada Chiriquipe/Juana Ríos, el agua llegó hasta una altura de 0.50 m.
19. En el sector Oyotún, se tienen tres quebradas principales que cruzan la ciudad. Con las lluvias se detonaron flujos de detritos, que afectaron parcialmente las viviendas ubicadas en el borde de las quebradas, y se canalizaron por las calles y llegaron a afectar también terrenos de cultivo en su parte terminal. Los afloramientos rocosos, que alimentan a la quebrada son del volcánico Oyotún, se encuentra moderadamente meteorizado y muy fracturado, por ello que tenemos fragmentos de roca de formas suredeadas a subangulosas con tamaños predominantes a menores de 10 cm.
20. En Cayaltí, se tiene una quebrada que fluye hacia el poblado, está se encuentra cortada en varios tramos por canales de regadío de cañaverales. La quebrada está cubierta por depósitos eólicos. Al darse las lluvias, se generaron flujos de lodo encauzándose por los canales, que quedaron completamente colmatados e inutilizados, en la actualidad algunos de ellos aún siguen sin utilidad. Estos canales de una manera u otra sirvieron para que el flujo no se canalice con mayor fuerza hacia la población de Cayaltí.
21. En el sector Pucalá (Santa Rosa), se generaron flujos de lodo que se canalizaron por las quebradas ubicadas al norte del poblado. Los depósitos eólicos inconsolidados y de fácil erosión que recubren las laderas de los cerros y cauces de las quebradas fueron fácilmente removidos generando estos flujos.
22. Entre el sector Tablazos - Huaca Blanca - Ramada, se tienen varias quebradas que generaron flujos de detritos, cortaron vías de acceso en tres tramos; afectaron también algunas viviendas que se encontraban en sus bordes o márgenes.
23. Por el sitio arqueológico Pampa Grande, se generaron flujos de detritos, que cruzaron muy cercano de la Huaca La Fortaleza, pero no llegaron afectar el recinto. Las paredes de la Huaca, por estar conformadas en base de adobe, están presentando procesos semejantes a erosiones en surcos y flujos de lodo.
24. El poblado de Pampa Grande está protegido por un muro, que tiene una longitud de 500 m; es de forma piramidal truncada, con una altura 5 m (aprox.) Este muro sirve para canalizar las quebradas que provienen de los cerros del sector Sur y Sureste. Esta canalización desemboca en un canal de regadío. Cuando se generó el flujo de detritos, los canales colapsaron, causando desbordes por los lados laterales afectando terrenos de cultivo y viviendas que se encuentran en su borde.
25. En la carretera Cumbil-Llama, se han generado una serie de derrumbes, especialmente en el sector Potrerillo, donde obras de estabilización (banqueteos del talud para deslizamientos antiguos y cortes de talud) colapsaron. Las rocas que afloran son del

Volcánico Llama, conformadas por derrames lávicos y tobas, las que se encuentran meteorizadas y moderadamente fracturadas, el talud de corte es mayor de 30°. Se tiene fracturamiento en la roca a favor del talud.

26. El tramo de carretera Chongoyape-Santa Cruz, específicamente en el sector de Cirato, presenta unos megadeslizamientos antiguos. Estos se reactivaron en forma de deslizamientos y derrumbes, afectando la carretera; En este mismo sector se activaron quebradas que acarrearón flujos de detritos afectando con diferente intensidad la carretera.
27. Es importante anotar que un 95% de las zonas activadas con el Niño Costero, fueron mencionadas como zonas críticas en las publicaciones anteriores de boletines de peligros geológicos realizados en las regiones Lambayeque y Cajamarca, que fueron entregadas, oportunamente, a las autoridades correspondientes.
28. Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se evaluaron 36 poblados de los cuales 19 necesitan ser reconstruidos y 17 reubicados; de estos 28 son afectados por flujos (huaico) uno por erosión fluvial y uno por inundación fluvial. Se tienen un total de 86 tramos de vías (Carreteras y trochas) afectadas, de las cuales 42 son por flujos (huaico); 28 por deslizamientos; 14 por inundación fluvial y dos por erosiones fluviales. Por otro lado, a nivel de infraestructura los mayores daños fueron producidos por procesos de flujos que afectaron severamente canales de regadío erosión fluvial en puentes y muros de encauzamiento.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la limpieza de los cauces y manteniendo del encauzamiento de los ríos Chancay-Lambayeque, La Leche, Olmos, Motupe, Cascajal, lo largo del valle. Manteniendo las defensas ribereñas.
2. Reponer los puentes principales, Tablazos y Zaña, estos deben estar diseñados con longitud adecuada, los estribos no deben estar colocados en la zona de erosión del río, estos deben contar con sus respectivas defensas ribereñas.
3. Considerar la posibilidad de elevar la altura del muro de encauzamiento del río La Leche, para controlar los desbordes por reboses de nuevos caudales extraordinarios.
4. Posibilidad de rediseñar el puente La Leche, porque aguas arriba el cauce tiene una longitud mayor hasta de 160 m, mientras que en la zona del puente es de 60 m, es decir se estrecha el cauce del río.
5. Los poblados (Pátapo, Canteras, Cuculí, La Cría, El Desaguadero, Oyotún, Cumbil, Macuaco, La Ramada, Huaca Blanca, etc.) que están disectados por quebradas o ríos secos, las viviendas que se encuentran en el cauce de la quebrada o en su borde deberían ser reubicadas, para evitar que en un futuro sean afectadas.
6. Reparar y reforzar los gaviones y enrocados colocados como defensa ribereña a procesos erosivos en los estribos de puentes; además de esto se debe de ampliar la longitud de cobertura de estas defensas ribereñas, en ambas márgenes, aguas arriba y aguas abajo de los puentes. Como en los puentes Eten, Reque, entre otros.
7. Colocar baterías de alcantarillas o colocar pontones con mayor luz, que cubran el ancho total en los cauces de ríos o quebradas activas y secas, evitando realizar estrechamientos de cauces, como se observa actualmente en los sectores de La Cría, El Desaguadero, Patapo, Cuculí, entre otros.
8. Los diseños en general de los nuevos puentes y pontones en carreteras deben ser realizados con estudios hidrológicos de máximas avenidas los cuales aseguren que estas no fallen o colapsen totalmente.
9. Tener en cuenta la geomorfología de los valles (cauce activo, llanuras inundables y niveles de terrazas) y quebradas (cauces y conos de deyección) al momento de diseñar y ubicar los nuevos puentes y pontones en las carreteras afectadas.
10. En quebradas secas reactivadas, realizar trabajos de limpieza (descolmatación) y encauzamiento con muros de arrimado de material, gaviones, concreto, etc.; así también redefinir los cauces de las quebradas tratando de evitar que estas hagan curvas en su paso por centros poblados.
11. Colocar diques transversales a la dirección de los flujos en cauces de quebradas, que ayuden a controlar el avance violento de la carga sólida acarreada por flujos de detritos y lodo, como en las quebradas Las Yeguas, Las Delicias, La Naranja;

Quernoche, Desaguadero, La Canteras, Playa Seca, Lleque Lleque (Nueva Arica), Cuculí, entre otras.

12. Los canales principales que cruzan las quebradas en forma perpendicular, deben rediseñarse en forma de sifones, con la finalidad que no obstruyan en paso de los flujos, y con ello se evitará que colapsen.
13. En la zona de canales, que cruzan al ras del terreno, se deben diseñar como canal cubierto, para que el material proveniente del flujo pase por encima de la estructura y no lo colmate de material.
14. Realizar el perfilado o banquetado de taludes en zonas donde se produjeron derrumbes, así como en acantilados con elevados ángulos de inclinación y con alturas que permita la ejecución de este tipo de obras.
15. Realizar el desquinchado o remoción de bloques de roca o masas de suelo que se encuentran colgados e inestables en los taludes de corte de carretera, como los observados en los tramos Cumbil-Potrerillo y Cumbil-Cirato.
16. Remover vegetación de gran tamaño (árboles y matorrales) que se encuentran colgados e inclinados en los bordes de taludes superiores de carretera, los cuales pueden caer y provocar accidentes.
17. Realizar la limpieza, mantenimiento y reparación de cunetas de carretera; para controlar los desbordes de agua por la obstrucción de cunetas con material caído desde los taludes superiores, que erosionen la plataforma de carretera; o la infiltración de agua en el suelo a través de grietas en el revestimiento de cunetas que saturan el suelo y desestabilicen la plataforma de carretera. Sectores de Cirato-Catache.
18. Colocar cunetas de coronación en taludes superiores de carretera, a su vez realizar un constante mantenimiento y limpieza de las mismas.
19. En las trochas de penetración de Catache y Llama, mantener las cunetas, para evitar la saturación de agua del terreno, con ello también se evita que las vías colapsen.
20. Reubicar viviendas construidas muy cerca de los bordes de acantilados y de taludes de corte de carretera, los cuales pueden ser afectados por la ocurrencia de nuevos derrumbes y deslizamientos. Como es el caso de Potrerillo.
21. Colocar drenajes en laderas que presentan movimientos y empuje de terreno, donde se evidencia la presencia y el afloramiento de agua subterránea.
22. Para el reservorio de Tinajones, deben realizarse estudios detallados, para controlar y minorar el material de carga carreado por las quebradas que provienen del sector norte (Yaipón, Chaparri/Campana/Pavas) que son vertidos al vaso del reservorio.
23. Para las zonas de ladera cubiertas por arenamiento y disectadas por quebradas, donde se generaron flujos de lodo y afectaron canales de irrigación y centros poblados; además de las canalizaciones de las quebradas, se debe realizar un intenso programa de forestación, con la finalidad de fijar el terreno.

24. Las localidades de Lambayeque, deben prepararse y elaborar sus sistemas de alerta temprana (SAT) ante la ocurrencia de nuevas inundaciones fluviales y flujos de detritos, que les permitan ser oportunamente alertados ante la ocurrencia de estos, estar preparados y reducir la pérdida de vidas humanas.
25. Realizar planes de emergencia, donde se ubiquen en mapas zonas seguras y se definan rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de inundaciones fluviales y flujo de detritos.
26. Las autoridades deben planear y en conjunto con la población deben efectuar simulacros de evacuación ante flujos de detritos e inundaciones en las localidades afectadas por este tipo de eventos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño - ENFEN. (2017). Comunicado Oficial N°08-2017. Estado de sistema de Alerta: Alerta de El Niño Costero. (consulta 31 julio 2017). Disponible en: <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/08-2017.pdf>

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

Dávila, J (1999). Diccionario Geológico. Tercera Edición. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 1006 p.

Gobierno Regional de Lambayeque (2014). Zonificación Ecológica y Económica Base para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Lambayeque. (consulta 05 agosto 2017). Disponible en: http://geoservidor.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Documentos/Doc_zee_lambayeque.pdf

Hoek, E., y Bray, J.W., 1981, Rock slopes engineering: Institution of Mining and Metallurgy, 358 p.

Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., y Hutchinson, J.N. (2001), Review of the classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 22–238.

Hungr, O., (2005). Classification and terminology, *en* Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9–23.

Hutchinson, J.N., 1988, Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, *en* Memorias, 5th International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3–35.

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2017). Notas de prensa Producción nacional en el mes de abril 2017 creció 0,17%. 15/06/2017. (Consulta: 04 agosto 2017). Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-en-el-mes-de-abril-2017-crecio-017-9800/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2017). Comportamiento de la Economía Peruana en el Primer Trimestre de 2017. Producto Bruto Interno Trimestral. Cuentas Nacionales Año Base 2017. (consulta 04 agosto 2017). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_producto-bruto-interno-trimestral-2017i.pdf

Núñez, S y Villacorta, S. (2005). Reporte Preliminar de Zonas críticas en la cuenca Chancay-Lambayeque. (en línea). Informe Técnico. Primer Reporte. INGEMMET-Geología Ambiental. 23 p. (consulta: 31 de julio del 2017). Disponible en: http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/723611/ZONA_CRITICA_CUENCA_CHANCAY_LAMBAYEQUE.pdf/2b0eebf5-0426-4dbb-aca8-0e34fbca210c

Núñez, S.; Villacorta, S., Chira, J. y Rivera, R. (2006). Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chancay-Lambayeque. INGEMMET. Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°33. 132 p. 10 mapas.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Grupo de Estándares para Movimientos en Masa-GEMMA. Publicación Geológica Multinacional No. 4, 404 p.

Varnes, J. (1978). Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.

Villacorta, S., Núñez, S.; Ochoa, M. y Pari, W. (2010). Riesgo Geológico en la Región Lambayeque. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°43. 130 p., 7 mapas.

Villacorta, S.; Ochoa, M. y Núñez, S. (2008) - Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque. Informe técnico. INGEMMET-Geología Ambiental. Lima, Perú. 38 p., 1 mapa. Disponible en: http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/117725/ZONAS_CRITICAS_LAMBAYEQ UE_2008.pdf/31478407-3079-4987-b9d9-1a1f478db474

Zavala, B. & Rosado, M. (2010) - Riesgo geológico en la región Cajamarca. INGEMMET, *Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 44, 396 p., 19 mapas.

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS

ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS

ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS



Foto 1. Sector Oberazal, afectado por inundación fluvial, en las paredes se muestra la huella de la altura del agua que llegó a cubrir (Código 3B-01). Distrito Chongoyape-Chiclayo.



Foto 2. Deslizamiento que afectó carretera y centro educativo y puede afectar también al poblado de Colaya, (Código 3A-11). Distrito Salas-Lambayeque



Foto 3. Quebrada que pasa por el poblado de Oyotún. Izquierda tiene un cauce hasta de 20 m, al entrar a la parte urbana se estrecha hasta en 10 m, actualmente se encuentra antropizado (Código 3B-21). Distrito Oyotún-Chiclayo.



Foto 4. Sector Arenales de La Pradera, afectados por inundación pluvial. Distrito Pimental – Chiclayo.



Foto 5. Construcción de vivienda en pleno de cauce de quebrada. Sector La Cría (Código 3B-05). Distrito Pátapo – Chiclayo.



Foto 6. Desborde del río Motupe, retomó antiguo cauce, destruyó muro de contención. (B) Afectó al centro recreativo Las Pirkas. (Código 3A-1). Distrito Jayanca – Lambayeque.



Foto 7. Carretera Lambayeque – Motupe, sector de Illimo. En esta zona las inundaciones han afectado el borde de la carretera debido a un ineficiente drenaje y falta de alcantarillado. En este sector la columna de agua llegó a 1 metro de altura (Código 3A-39). Distrito Illimo-Lambayeque.



Foto 7. Puente Laquipampa completamente destruido por el río La Leche, camino a Incahuasi. Se muestra los remanentes de los estribos (línea amarilla). (Código 3A-81). Distrito Incahuasi – Lambayeque.

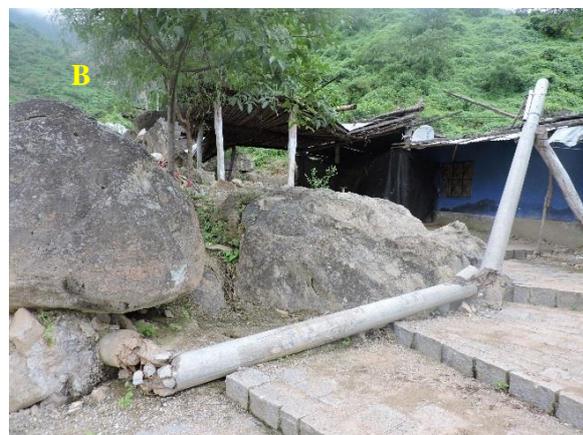


Foto 8A. Flujo de detritos que afectó el acceso al Santuario Cruz de Motupe, **8B.** Nótese los fragmentos de roca volcánica que fueron arrastrados a lo largo de la Quebrada (Código 3A-72). Distrito Motupe-Lambayeque.



Foto 9. Sector de Succha, vía afectada por un derrumbe (Código 3B-152). Distrito Llama-Chota.



Foto 10. Deslizamiento que afecta tramo de la carretera Chongoyape-Catache-Cascadén, sector Cirato. Ayuda en colmatar la presa (Códigos 3B-180 y 3B-166). Distrito Catache-Santa Cruz.



Foto 11. Sector Potrerillo (carretera Llama/Chiclayo) afectado por derrumbes (Código 3B-149). Distrito Llama-Chota.



Foto 12. Badén Juana Ríos sector de Chongoyape (Código 3B-47). Distrito Chongoyape-Chiclayo.



Foto 13. Flujo de detritos proveniente de la quebrada Yaipón, afectó carretera de acceso al reservorio Tinajones (badén) y canal secundario (Códigos 3B-85 y 3B-42). Distrito Chongoyape-Chiclayo.



Foto 14. Puente Zaña destruido, actualmente reemplazado por un peatonal. (Código 3B-69). Distrito Zaña-Chiclayo.

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la región, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosiones de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

MEDIDAS PARA DESLIZAMIENTOS, DERRUMBES Y CAÍDAS DE ROCAS

Las medidas correctivas se pueden realizar en: 1) taludes en construcción, 2) laderas que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización, 3) para estabilizar fenómenos de rotura, sobre todo aquellos que pueden trabajarse a nivel de construcción. Para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros, sean de tipo constructivo o económico.

A) Corrección por modificación de la geometría del talud

Cuando un talud es inestable o su estabilidad es precaria se puede modificar su geometría con la finalidad de obtener una nueva disposición que resulte estable. Esta modificación busca lograr al menos uno de los dos efectos siguientes:

- Disminuir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.
- Aumentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

Lo primero se consigue reduciendo el volumen de la parte superior del deslizamiento y lo segundo incrementando el volumen en el pie del mismo.

Las acciones que pueden realizarse sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Esta es una solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.

Eliminar el material de la parte superior (descabezamiento) de la masa potencialmente deslizante. En esta área el peso del material contribuye más al deslizamiento y presenta una menor resistencia, dado que la parte superior de la superficie de deslizamiento presenta una máxima inclinación. Por ello la eliminación de escasas cantidades de material produce aumentos importantes del factor de seguridad.

Construcción de escolleras en el pie del talud. Puede efectuarse en combinación con el descabezamiento del talud o como medida independiente (Figuras 1 y 2).

El peso de la escollera en el pie del talud se traduce en un aumento de las tensiones normales en la parte baja de la superficie del deslizamiento, lo que aumenta su resistencia. Este aumento depende del ángulo de rozamiento interno en la parte inferior de la superficie del deslizamiento. Si es elevado, el deslizamiento puede producirse por el pie y es más ventajoso construir la escollera encima del pie del talud, pudiéndose estabilizar grandes masas deslizantes mediante pesos relativamente pequeños de escollera. Si el ángulo de rozamiento interno es bajo, el deslizamiento suele ocurrir por la base y es también posible colocar el

relleno frente al pie del talud. En cualquier caso, el peso propio de la escollera supone un aumento del momento estabilizador frente a la rotura. Por último, cuando la línea de rotura se ve forzada a atravesar la propia escollera, esta se comporta además como un elemento resistente propiamente dicho.

Algo que debe tomarse en cuenta constantemente es que la base del relleno debe ser siempre drenante pues en caso contrario su efecto estabilizador puede verse disminuido, especialmente si el relleno se apoya sobre material arcilloso. Puede ser necesario colocar un material con funciones de filtro entre el relleno drenante y el material del talud, para ello puede recurrirse al empleo de membranas geotextiles.

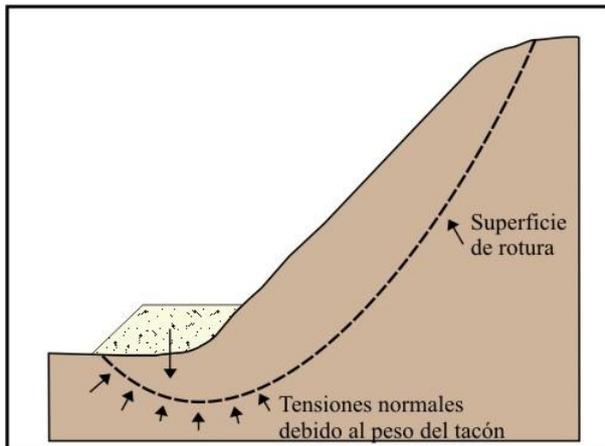


Figura 1: Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno.

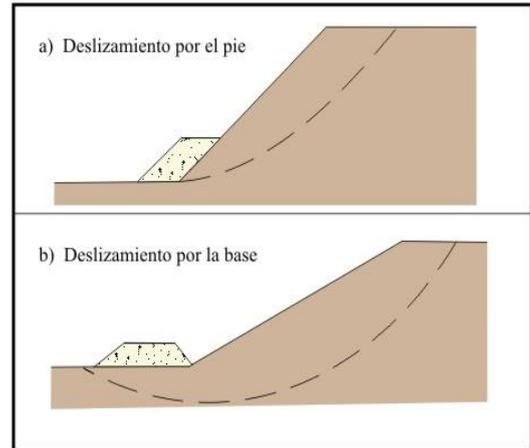


Figura 2: Colocación de escolleras.

Tratamiento de taludes con escalonamiento: Es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o antes de que este se produzca. Su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca —indeseables en todos los casos— y si se coloca en ellos zanjas de drenaje entonces se evacuará las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales. Figura 3

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca, como es el caso de los taludes ubicados junto a vías de transporte.

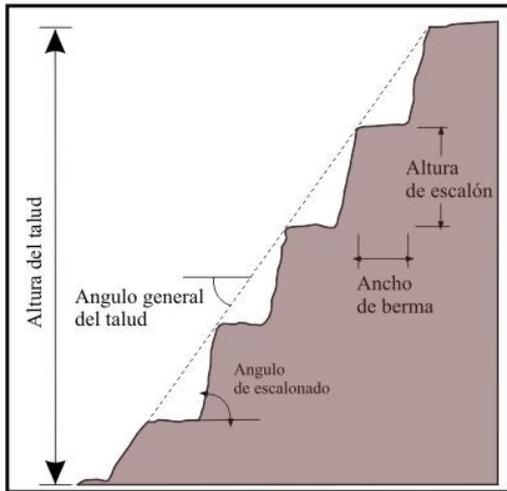


Figura 3: Esquema de un talud con bermas intermedias.

B) Corrección por drenaje

Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie de deslizamiento (sea potencial o existente), lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.

Las medidas de drenaje son de dos tipos:

Drenaje superficial. Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose su infiltración (Figura 4).

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos.

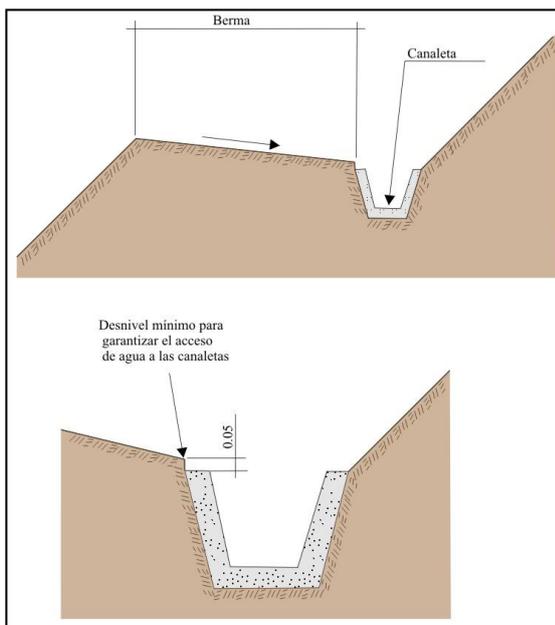


Figura 4: Detalle de una canaleta de drenaje superficial

Drenaje profundo. La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno (Figura 5).

Se clasifican en los siguientes grupos:

b.1) Drenes horizontales. Perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales, entre 5° y 10°, que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figuras 5 y 6).

Sus ventajas son:

- Su instalación es rápida y sencilla.
- El drenaje se realiza por gravedad.
- Requieren poco mantenimiento.
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son:

- Su área de influencia es limitada y menor que en el caso de otros métodos de drenaje profundo.
- La seguridad del talud hasta su instalación puede ser precaria.

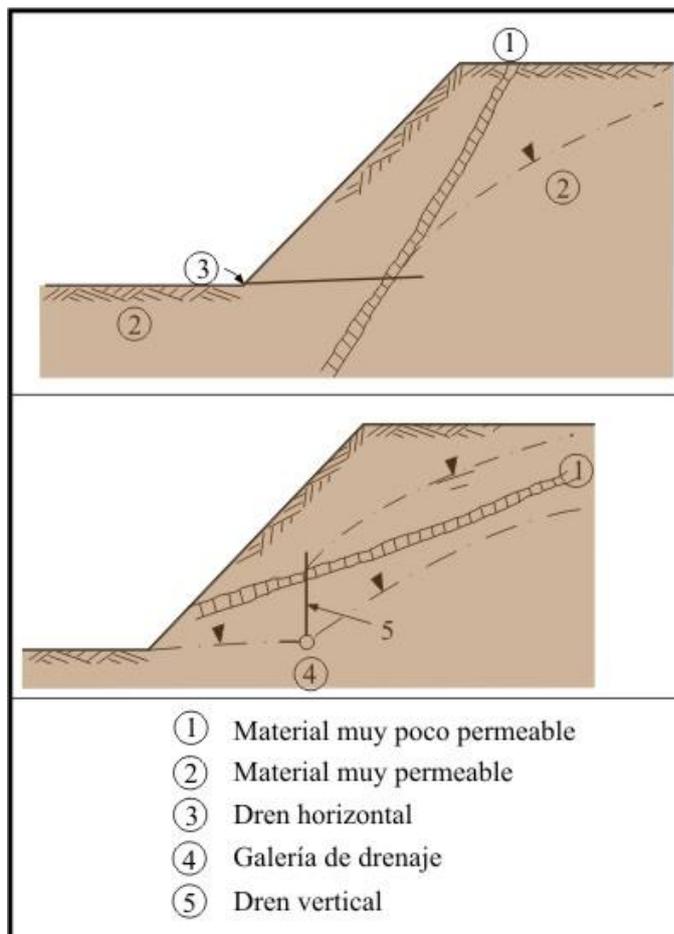


Figura 5: Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.

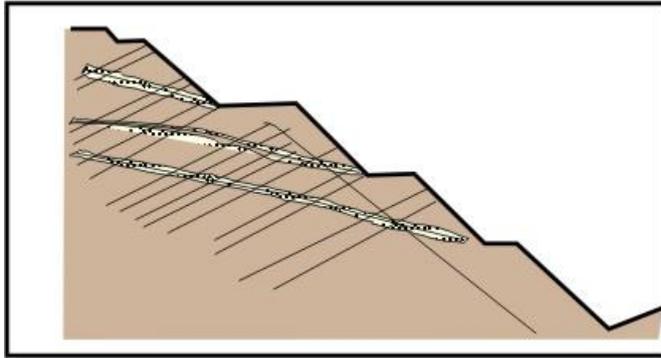


Figura 6. Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos

C) Corrección por elementos resistentes

C.1) Muros. Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 7).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 8). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

Una contención solo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos. Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros resulta casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro, frente al coste de sobre excavación requerido si aquel no se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

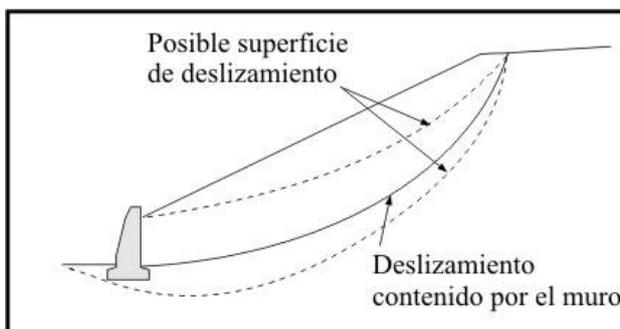


Figura 7: Contención de un deslizamiento mediante un muro.

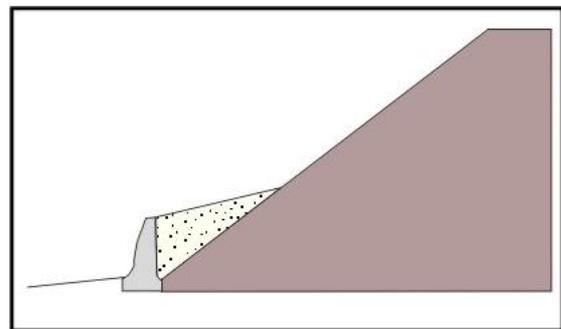


Figura 8: Relleno estabilizador sostenido por el muro.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 9):

- Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.
- Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.
- Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

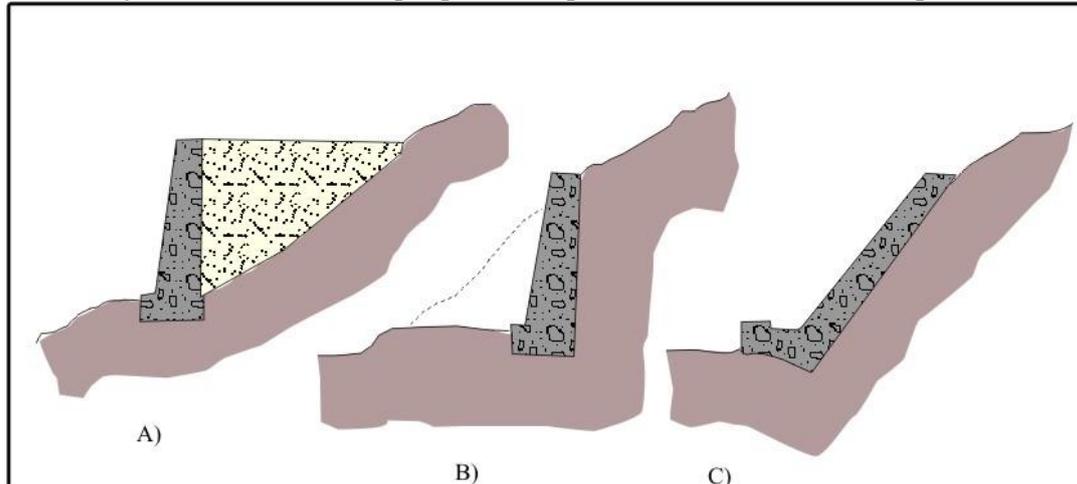


Figura 9: a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento.

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

Tipos de muros

Muros de gravedad: Son los muros más antiguos, son elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (Figuras 10, 11 y 12).

Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y el bajo costo.

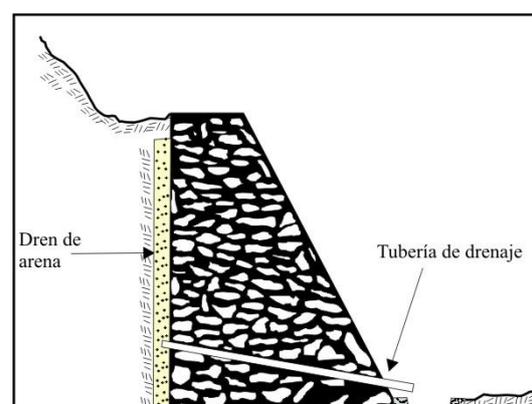
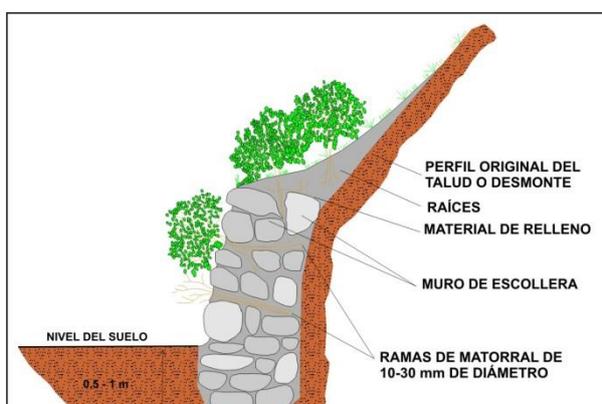


Figura 10 A). Muros de gravedad de piedra seca.

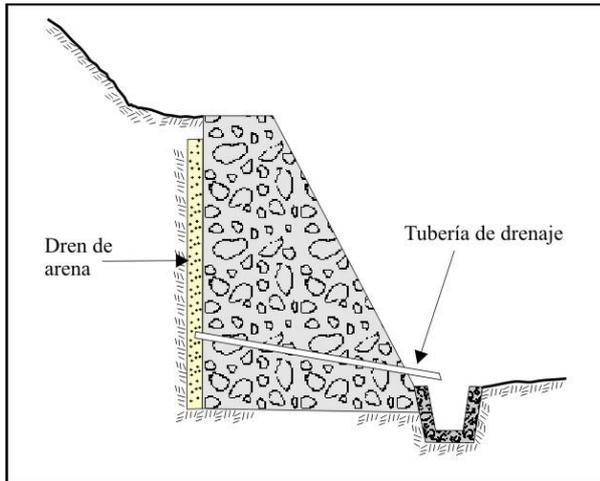


Figura 10 B) Muros de gravedad de piedra argamasada.

Figura 11: Muros de gravedad de concreto ciclópeo

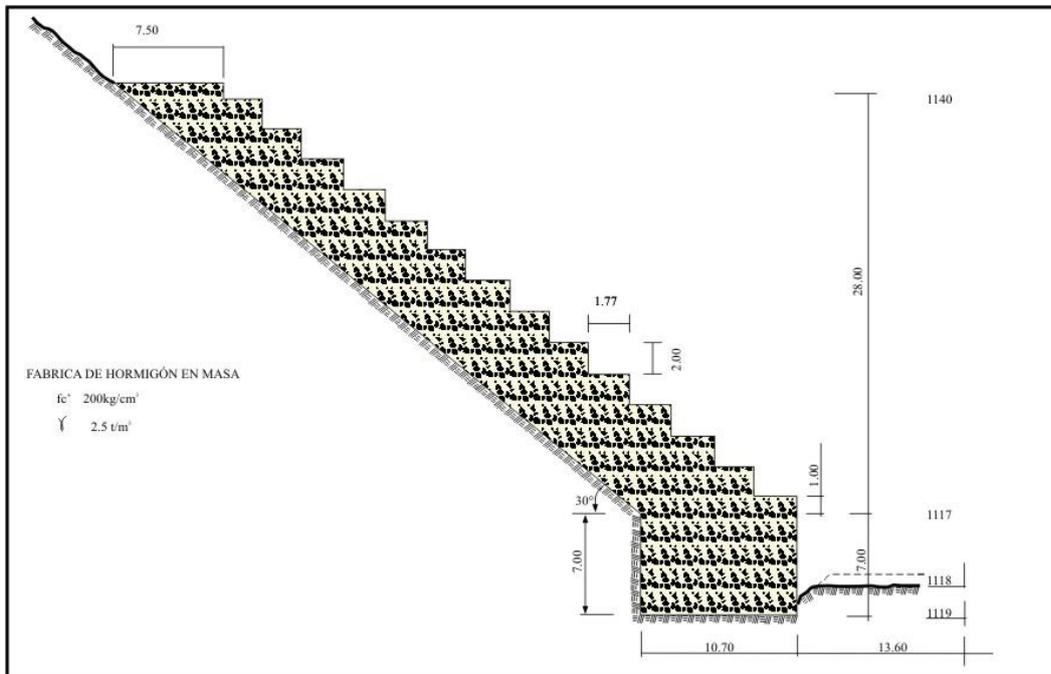


Figura 12: Muros de espesor máximo

Muros de gaviones. Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza,

andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (Figura 13).

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad. Generalmente se colocan en alturas bajas, aunque algunas veces se colocan en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) y funcionan satisfactoriamente. La relación entre la altura del muro y el ancho de la base del mismo es muy variable, y suele estar comprendida entre 1,7 a 2,4.

Las ventajas que presenta son:

- Instalación rápida y sencilla.
- Son estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.
- No tienen problemas de drenaje ya que son muy permeables.
- Los empujes sobre el muro y su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que en el caso de un muro de gravedad.

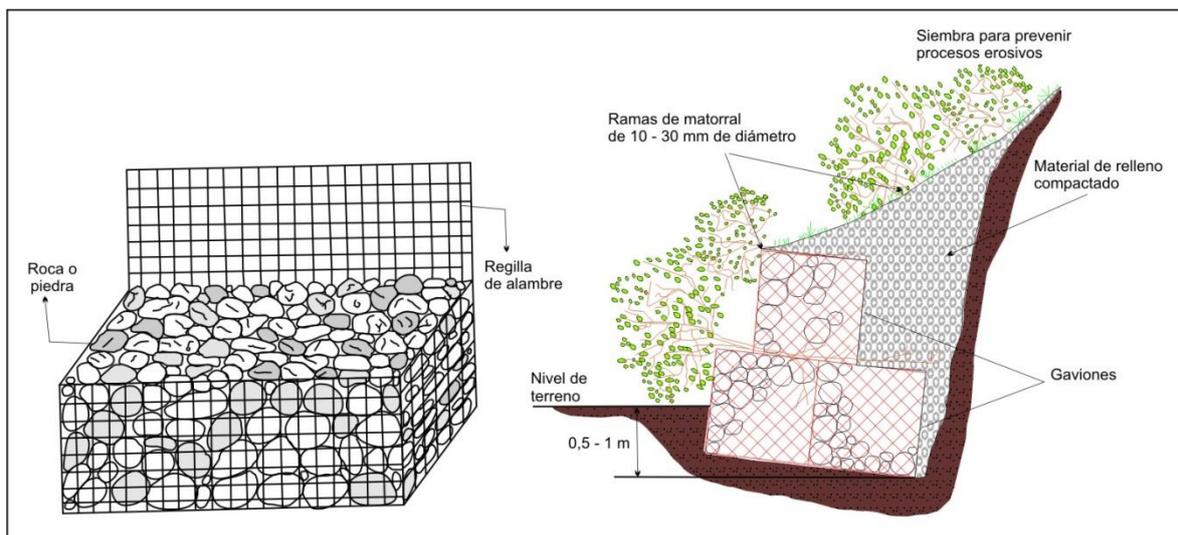


Figura 13: Muro de gavión.

D) Correcciones superficiales

Las medidas de corrección superficiales se aplican en la superficie de un talud de manera que afectan solo a las capas más superficiales del terreno y tienen fundamentalmente los siguientes fines:

- Evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud.
- Eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en los taludes donde estos predominan.
- Aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales.

Los principales métodos empleados son:

d.1) Mallas de alambre metálico

Se cubre con ellas la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud.

Las mallas de fierro galvanizado retienen los fragmentos sueltos de rocas y conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud. Son apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,60 y 1,00 m.

La malla se puede fijar al talud de varias maneras: siempre en la parte superior del talud o en bermas intermedias. Como sistemas de fijación pueden emplearse bulones, postes introducidos en bloques de hormigón que pueden a su vez ir anclados o simplemente un peso muerto en la parte superior del talud. Durante la instalación se prepara una longitud de malla suficiente para cubrir el talud, con una longitud adicional que es necesaria para la fijación de la malla.

La malla se transporta en rollos hasta el talud, se fija en su parte superior y se desenrolla dejándola caer simplemente, fijándola en la superficie del talud; en la parte final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de piedras.

d.2) Sembrado de taludes

Mantener una cobertura vegetal en un talud produce indudables efectos beneficiosos, entre los cuales destacan los siguientes:

- Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede ocasionar la ruina del talud en el largo plazo.
- La absorción de agua por las raíces de las plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Las raíces de las plantas aumentan la resistencia al esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan.

Para sembrar en taludes se emplean hierbas, arbustos y árboles, privilegiando especies capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidos (climas, tipo de suelo, presencia de agua, etc.); suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua. Generalmente la colonización vegetal de un talud se hace por etapas, comenzando por la hierba y terminando por los árboles.

Es conveniente no dejar un talud muy plano, sino con salientes que sirvan de soporte, así cuando más tendido sea un talud resultará más fácil que retenga la humedad. Para mantener una cubierta vegetal es más favorable un terraplén que un desmonte.

Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno. Cuando la proporción de limo más arcilla es superior al 20% se puede esperar un crecimiento satisfactorio, pero si es inferior al 5% el establecimiento y mantenimiento de la hierba resultarán difíciles.

PARA ZONAS DE FLUJOS Y CÁRCAVAS

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

Las zonas donde existen cárcavas de gran longitud y presenten un desarrollo irreversible, donde no se pueden corregir con labores de cultivo, se debe prohibir terminantemente cualquier actividad agrícola. El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de:

- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 14, 15, 16 y 17).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (Figuras 18 y 19), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración, con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobrepastoreo, ya que deteriora y destruye la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y sostenible, y finalmente evitar la quema de pajonales.
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de las cuencas.

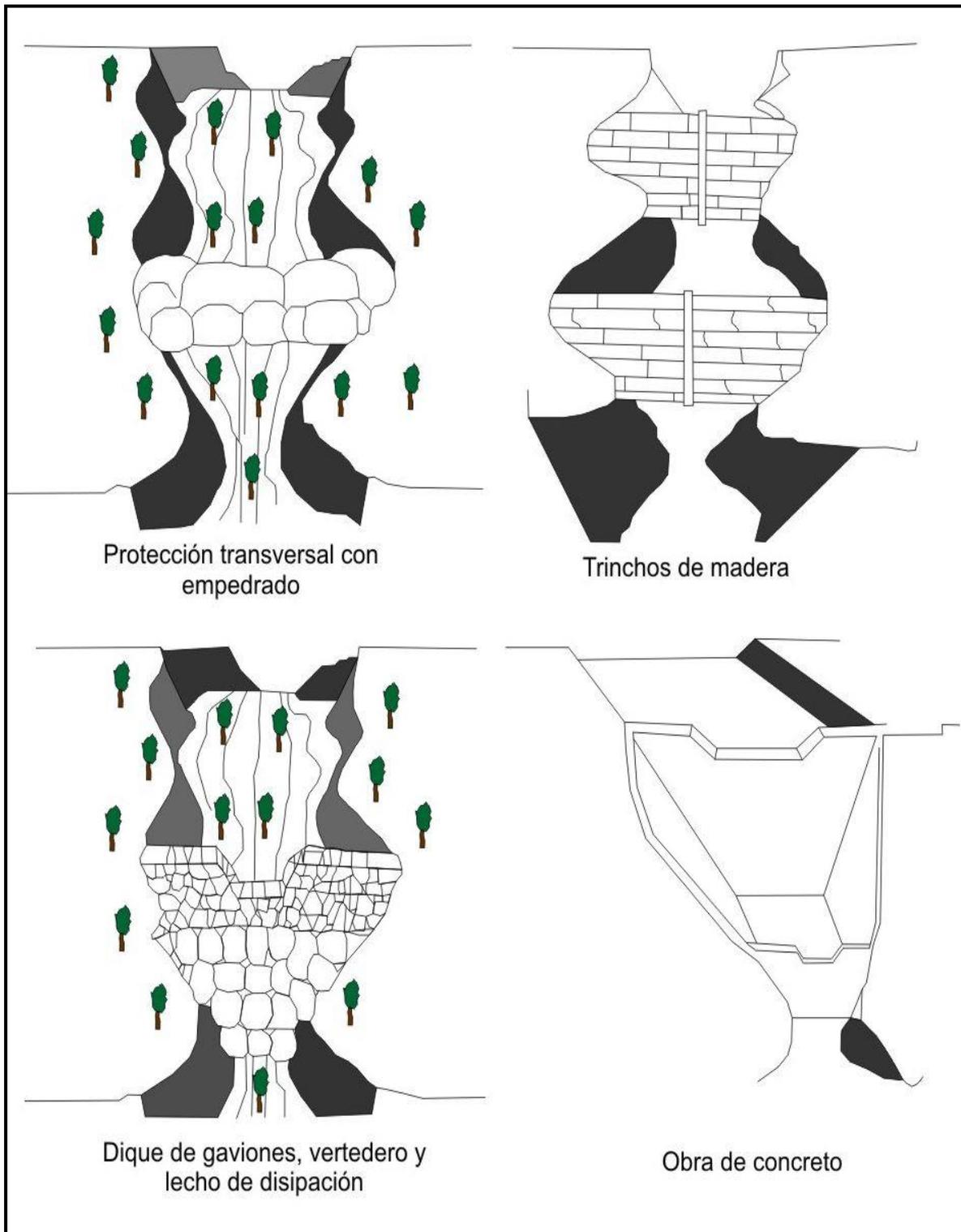


Figura 14: Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas.

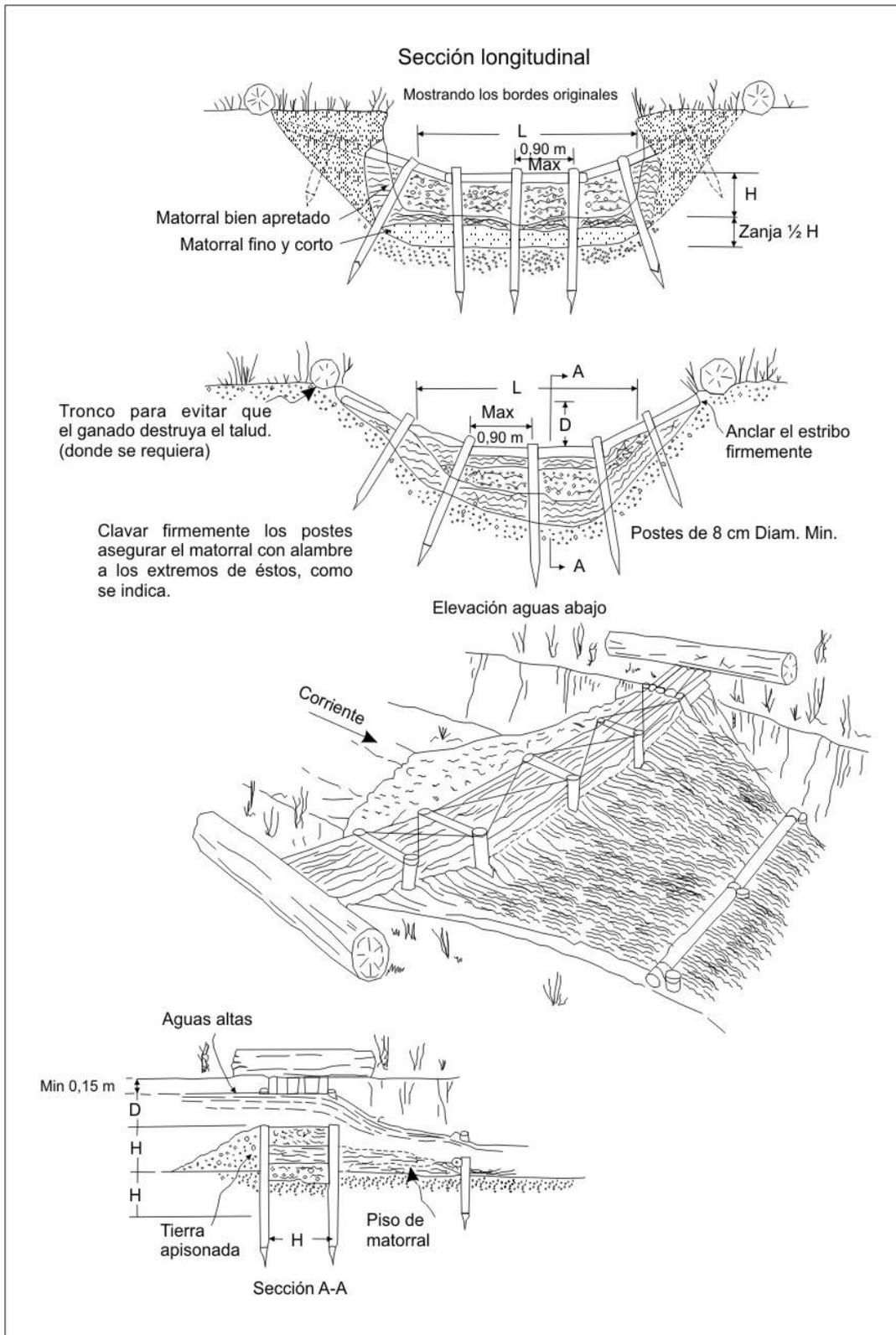


Figura 15: Trincho o presa de matorral tipo doble hilera de postes.

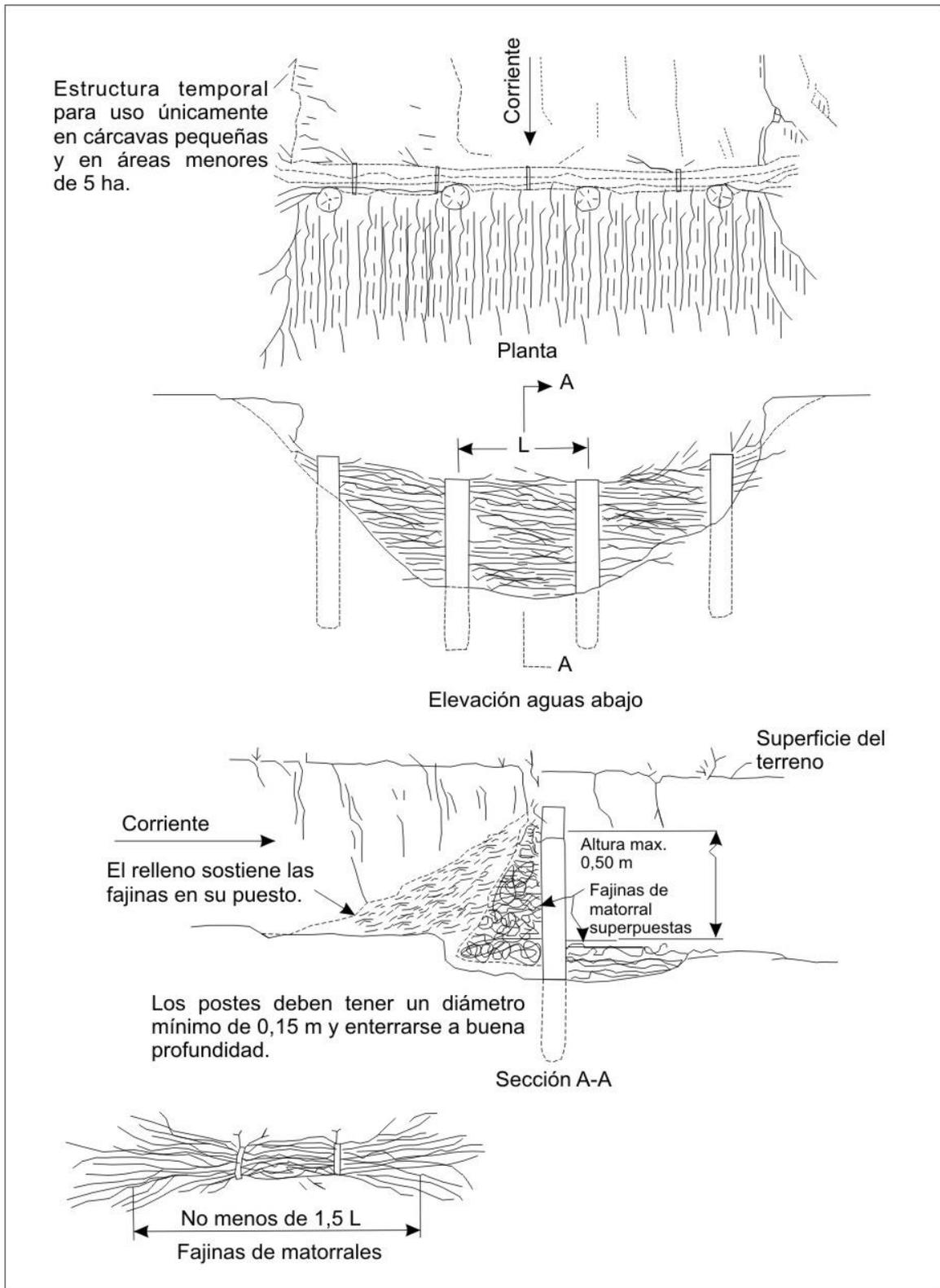


Figura 16: Trincho o presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

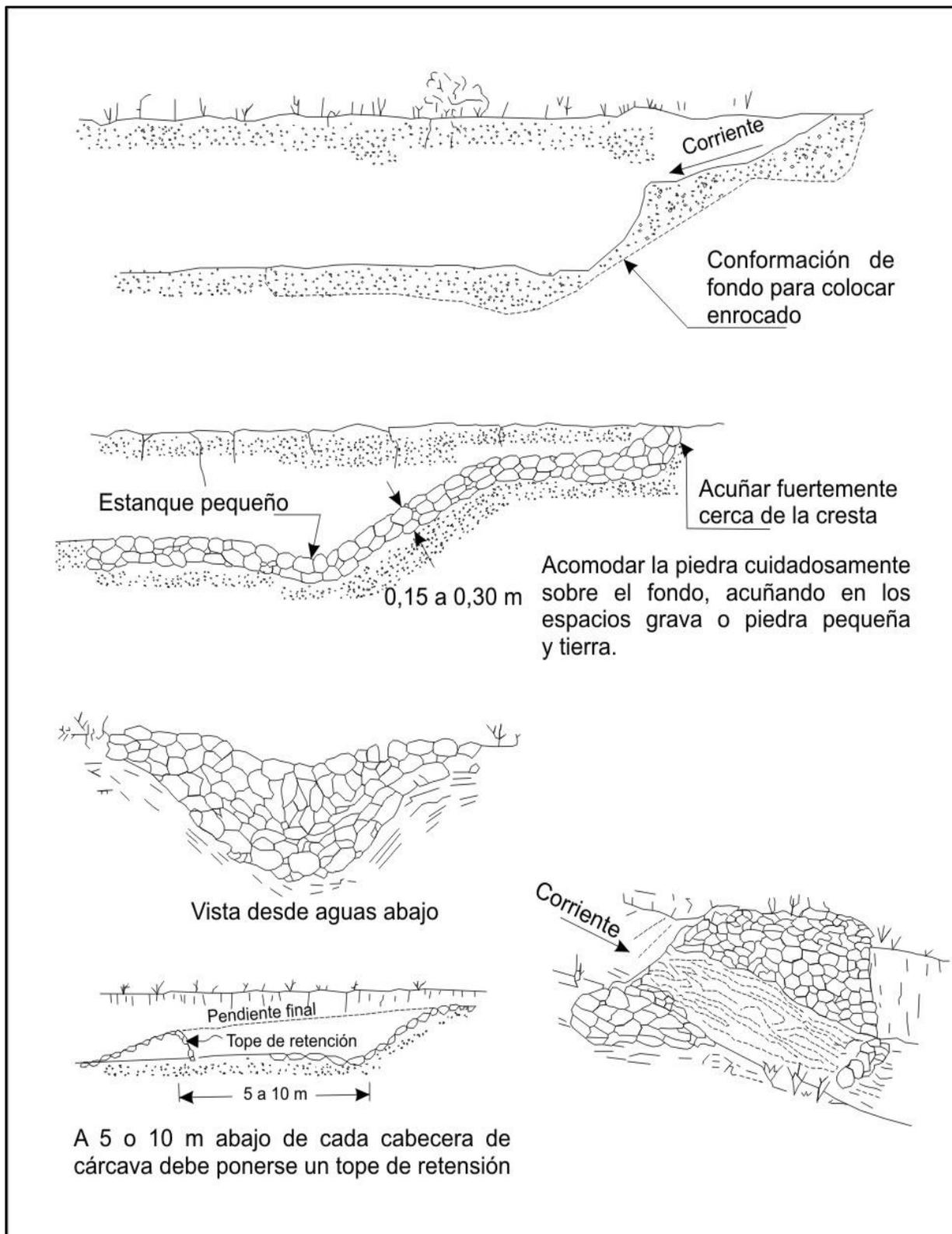


Figura 17: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

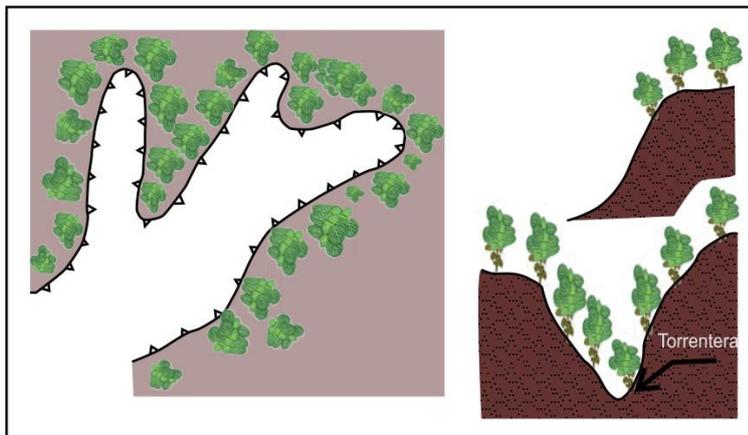


Figura 18: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

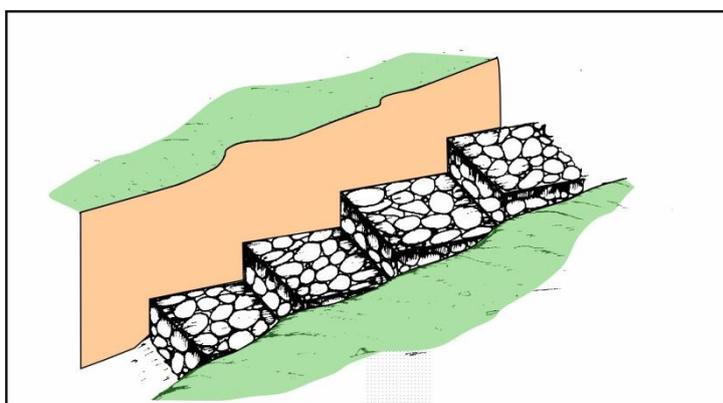


Figura 19: Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto

OTRAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA DESLIZAMIENTOS Y CÁRCAVAS

El proceso de deslizamientos y cárcavas ocurre esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento del río al pie de deslizamientos, la utilización de canales sin revestir, etc. Algunas, medidas que se proponen para el manejo de estas zonas son:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de cultivo debe ser por surcos en contorno y conectados al sistema de drenaje, para una evacuación rápida del agua.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece a la infiltración y saturación del terreno.

- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Los tramos de carretera que cruzan cauces de quebradas, en donde se producen flujos, deben de ser protegidos por medio de gaviones para evitar los efectos de los huaycos y el socavamiento producido por avenidas en las quebradas. Los gaviones deben ser construidos teniendo en cuenta los caudales máximos de las quebradas y deben ser cimentados a una profundidad de 1 m como mínimo.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización, en la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración a curvas de nivel con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

MEDIDAS PARA EL MANEJO DE SUB CUENCAS CON LECHOS FLUVIALES SECOS

En la región, existen lechos fluviales y quebradas secas, que corresponden a quebradas de régimen temporal, sub cuencas con presencia de huaycos periódicos a excepcionales, con pendientes medias a fuertes; los cuales pueden transportar volúmenes importantes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzamiento del canal principal de los lechos fluviales secos, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que pueden ser utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes (Figura 20).
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.

- La construcción de obras e infraestructuras que crucen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máxima crecidas registradas, que permitan el libre paso de huaycos, evitándose obstrucciones y represamientos, con posteriores desembalses más violentos.
- Realizar la construcción de presas de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrear grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (Figura 21).
- Evitar en lo posible la utilización del lecho fluvial como terreno de cultivo que permita el libre discurrir de los flujos hídricos.
- Encauzamiento y dragado de lechos fluviales secos que se activan durante periodos de lluvia excepcional (Fenómeno de El Niño), que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta.

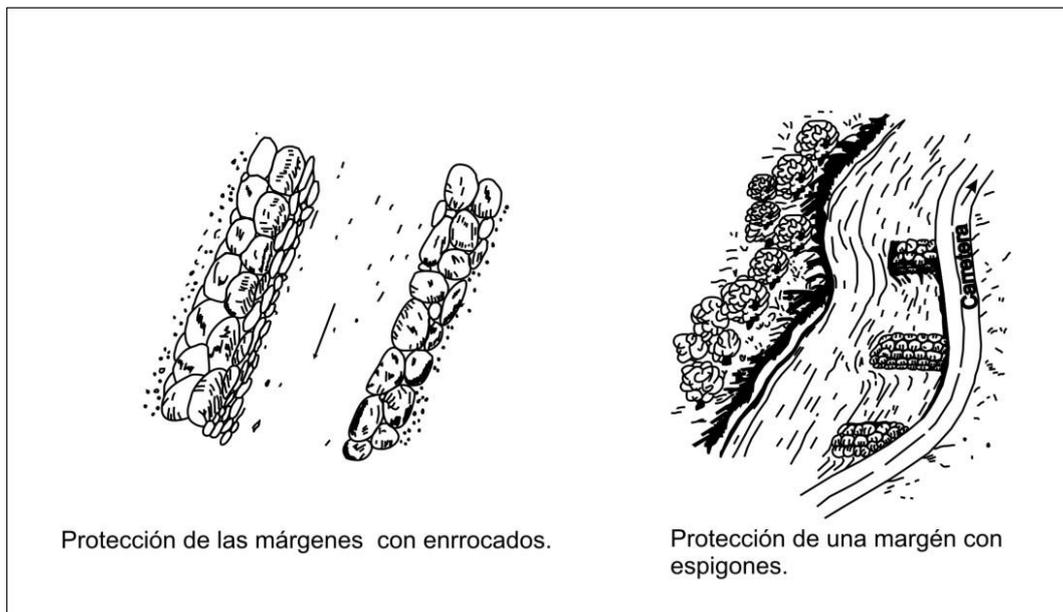
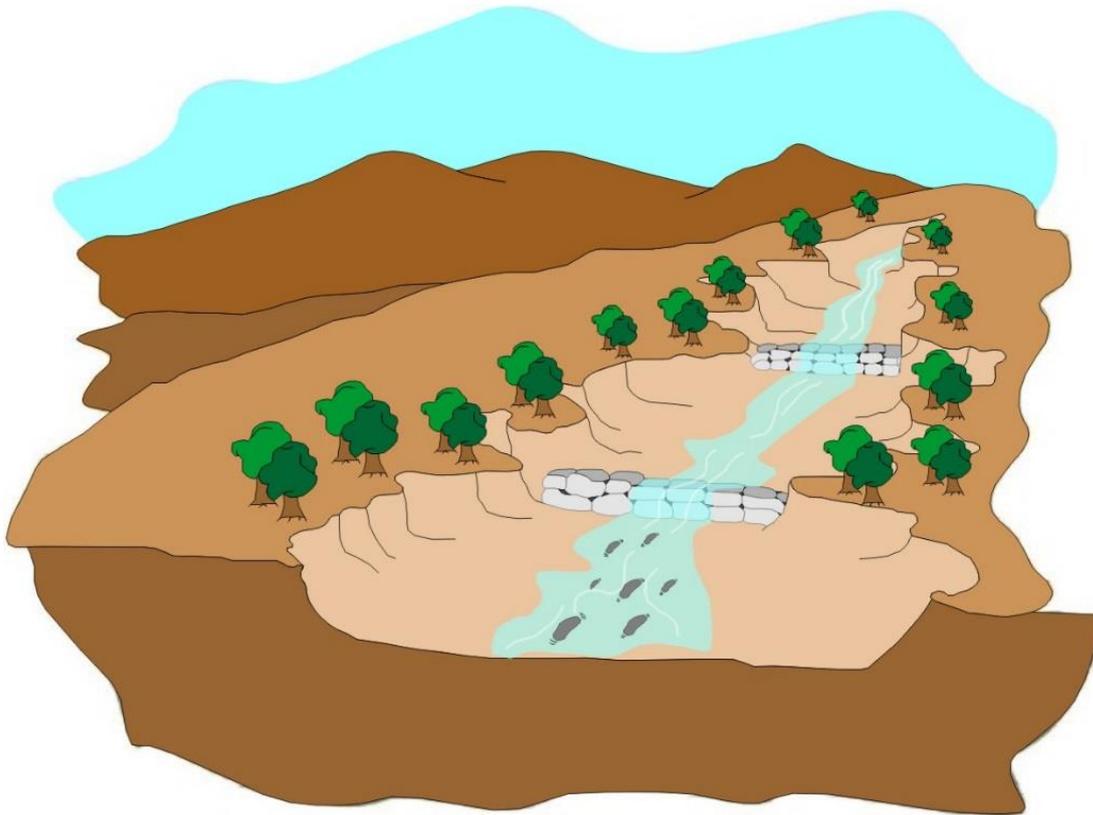


Figura 20: Protección de márgenes con enrocados, espigones y siembra de bosques ribereños.



Construcción de presas transversales en cauces de quebradas, y propiciar el crecimiento de bosques ribereños.

Figura 21: Presas transversales a cursos de quebradas.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS PARA INUNDACIONES Y FLUJOS RÁPIDOS

Las medidas de protección para este tipo de peligros pueden ser:

a) Permanentes

- Tratamiento de la cuenca para disminuir el flujo de aguas, por ejemplo la construcción de andenes, por su forma escalonada impiden que el agua corra pendiente debajo de manera violenta y retienen suelos cargados de nutrientes aprovechables para fines agrícolas. Asimismo, proteger la cobertura vegetal, ya que mediante el resembrado de gramíneas y árboles se protege los suelos de la erosión devolviéndoles su capacidad de retención del agua.
- Construcción de obras de ingeniería como presas, reservorios de regulación y construcción de canales que permitan mantener ciertas áreas libres de inundaciones.
- Efectuar obras de regulación para asegurar el uso económico de las llanuras anegadizas, estudios sencillos que se realicen en estas áreas permitirán determinar los niveles máximos alcanzados en pasadas inundaciones delimitándose las zonas amenazadas por este fenómeno.

b) De emergencia

- Construcción de defensas o refugios y mejoramiento de las existentes.
- Limpieza de canales y acequias.

- Acciones para combatir la inundación o el flujo rápido.
- Evacuación de personas y propiedades de las zonas amenazadas.
- Reprogramación de actividades para reducir las pérdidas e interrupciones ocasionadas por las inundaciones y flujos rápidos.

c) Sistemas de protección contra inundaciones

Deben consistir en:

- Una línea principal de defensa que proteja toda la zona.
- Líneas locales de defensa que protejan diversas partes de la zona, si queda destruida la línea principal de defensa.

Las estructuras de las líneas de defensa de protección contra las inundaciones deben consistir en:

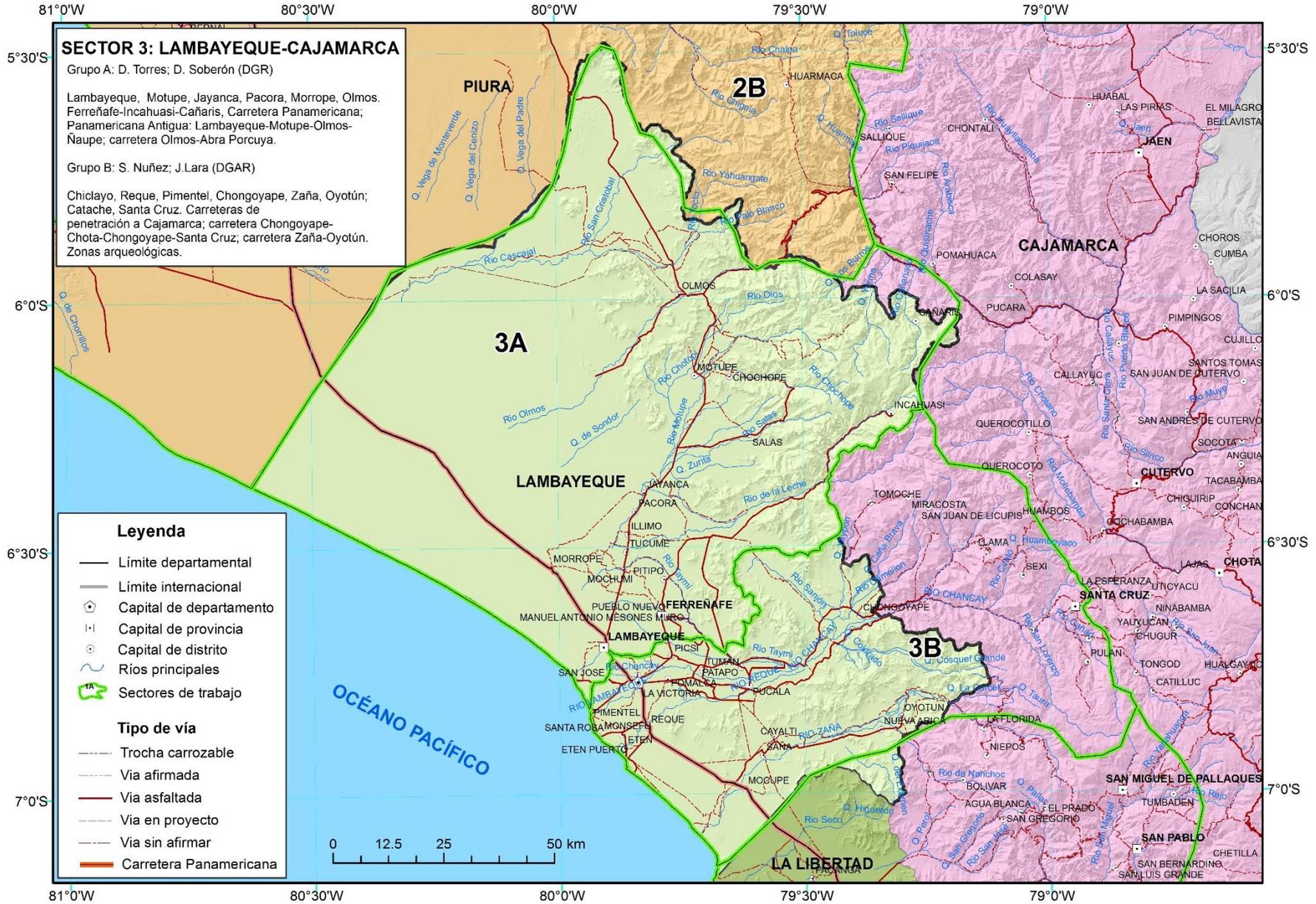
- Disques de defensa (malecones) o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un margen bastante amplio de altura para el caso de que las condiciones de cimentación sean deficientes, con el fin de compensar un exceso de asiento del terraplén.
- Muros de encauzamiento de avenidas, muelles y terraplenes construidos para proteger los asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para crecidas y un sistema de canales para que el agua de la inundación se encause hacia los embalses provisionales.
- Un sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su equipo correspondiente, que influya en el de la capa acuífera subterránea (napa freática).
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior del sistema de diques de defensa.
- Carreteras y otras vías de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permita el tránsito de personas y equipos durante las operaciones de defensa o para los trabajos de mantenimiento.
- Sistemas de comunicación por internet, teléfono y radio.
- Instalaciones hidrométricas y de otra índole para observar y comunicar la aproximación y desplazamiento de olas de inundaciones y fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.

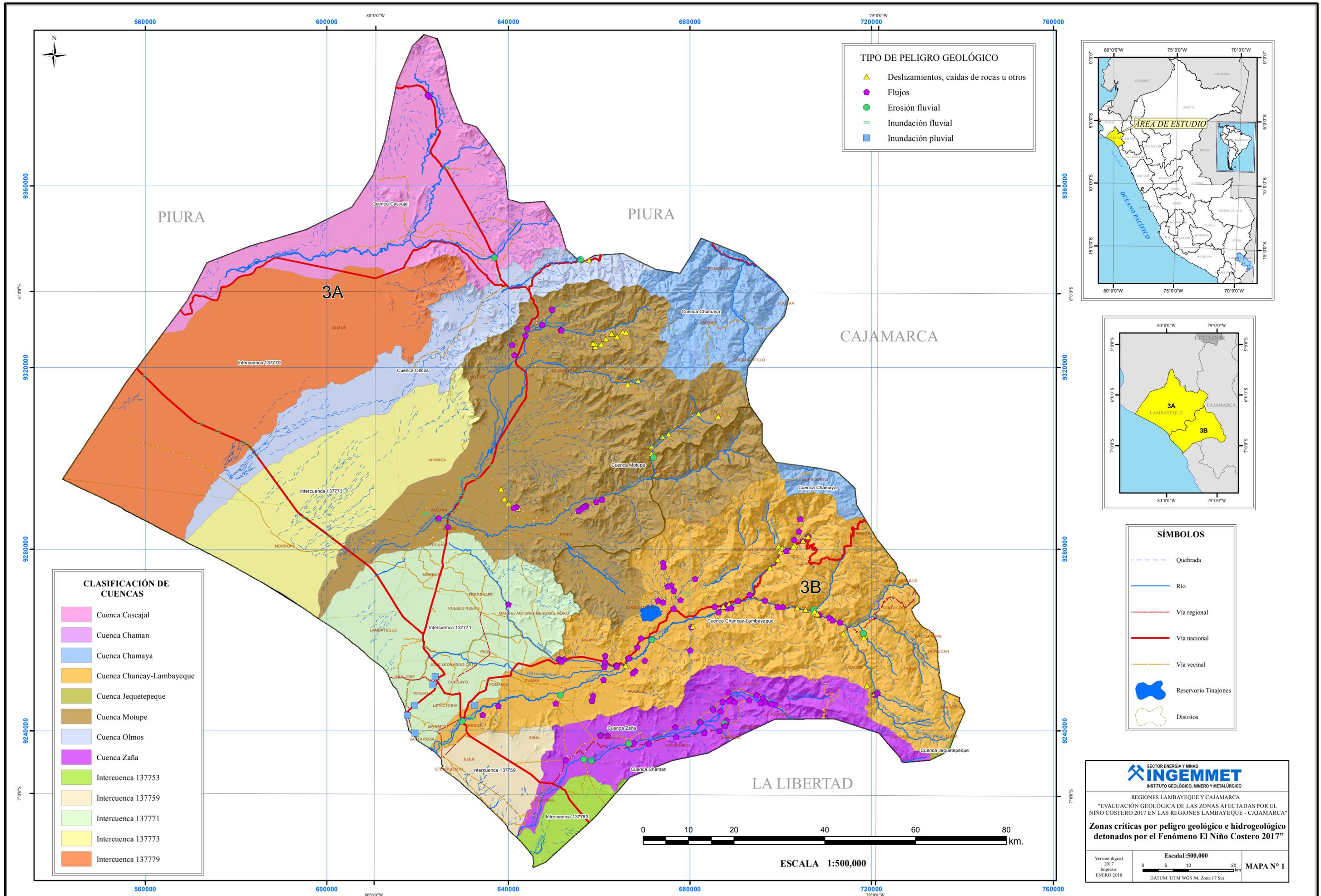
En los periodos en que no surjan situaciones de emergencia deberán mantenerse en buen estado la zona de evacuación de crecidas y el sistema de defensa contra inundaciones, lo que concluye:

- Reparación de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad de los cursos de agua mediante el dragado y limpieza, y la conservación de las esclusas compuertas y otros equipos.
- Mantenimiento de las estaciones hidrométricas y la prestación de un servicio diario de información sobre el nivel de las aguas que afecte a la situación hidrológica de la zona protegida.
- Mantenimiento de las instalaciones de almacenamiento de los materiales y equipos a utilizarse en una emergencia.

Tener un cuidado especial para evitar la abertura de brechas en los sistemas de defensa existentes durante la construcción de nuevas obras de infraestructura o asentamientos poblacionales.

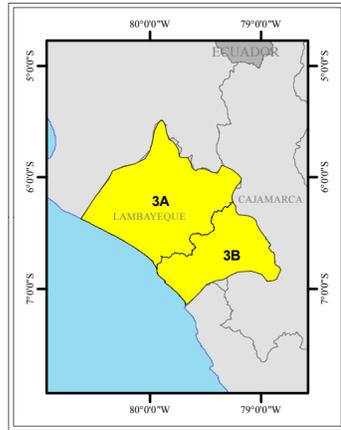
ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS





TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO

- ▲ Deslizamientos, caídas de rocas u otros
- ◆ Flujos
- Erosión fluvial
- ~ Inundación fluvial
- Inundación pluvial



CLASIFICACIÓN DE CUENCAS

- Cuenca Cascajal
- Cuenca Chaman
- Cuenca Chamaya
- Cuenca Chancay-Lambayeque
- Cuenca Jequetepeque
- Cuenca Motupe
- Cuenca Olmos
- Cuenca Zaña
- Intercuenca 137753
- Intercuenca 137759
- Intercuenca 137771
- Intercuenca 137773
- Intercuenca 137779

SÍMBOLOS

- Quebrada
- Río
- Via regional
- Via nacional
- Via vecinal
- Reservorio Tinajones
- Distritos



ESCALA 1:500,000

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA
 "EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

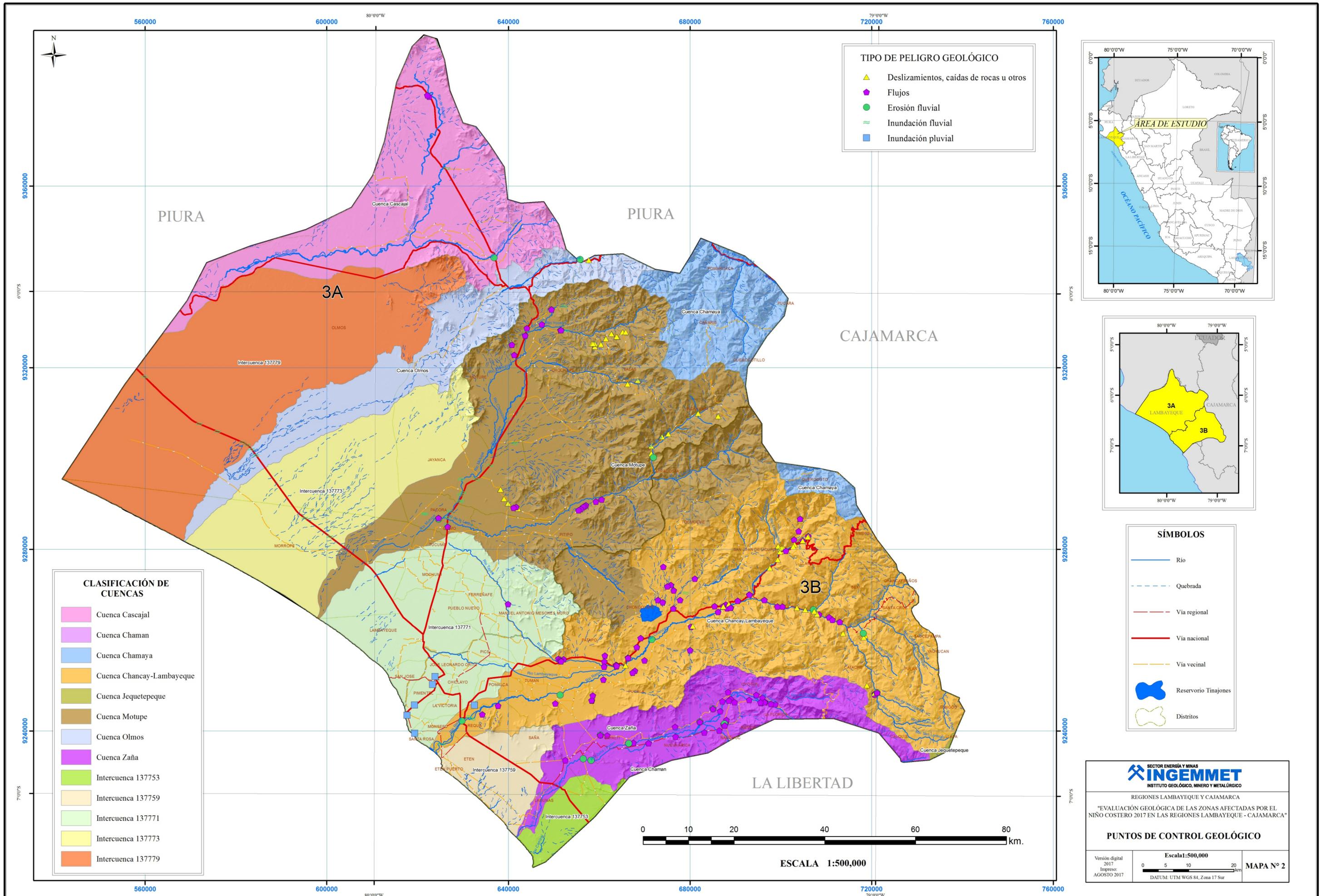
Zonas críticas por peligro geológico e hidrogeológico detonados por el Fenómeno El Niño Costero 2017"

Versión digital 2017
 Impreso: ENERO 2018

ESCALA 1:500,000
 0 5 10 20 km

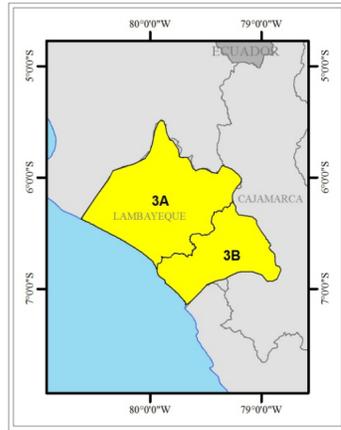
DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

MAPA N° 1



TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO

- ▲ Deslizamientos, caídas de rocas u otros
- ◆ Flujos
- Erosión fluvial
- ~ Inundación fluvial
- Inundación pluvial



SÍMBOLOS

- Río
- - - Quebrada
- - - Via regional
- Via nacional
- - - Via vecinal
- Reservorio Tinajones
- Distritos

CLASIFICACIÓN DE CUENCAS

- Cuenca Cascajal
- Cuenca Chaman
- Cuenca Chamaya
- Cuenca Chancay-Lambayeque
- Cuenca Jequetepeque
- Cuenca Motupe
- Cuenca Olmos
- Cuenca Zaña
- Intercuenca 137753
- Intercuenca 137759
- Intercuenca 137771
- Intercuenca 137773
- Intercuenca 137779



ESCALA 1:500,000

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA
 "EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

PUNTOS DE CONTROL GEOLÓGICO

Versión digital 2017
 Impreso: AGOSTO 2017

ESCALA 1:500,000
 0 5 10 20 km

DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

MAPA N° 2

520000 560000 600000 640000 680000 720000



LEYENDA

SUSCEPTIBILIDAD

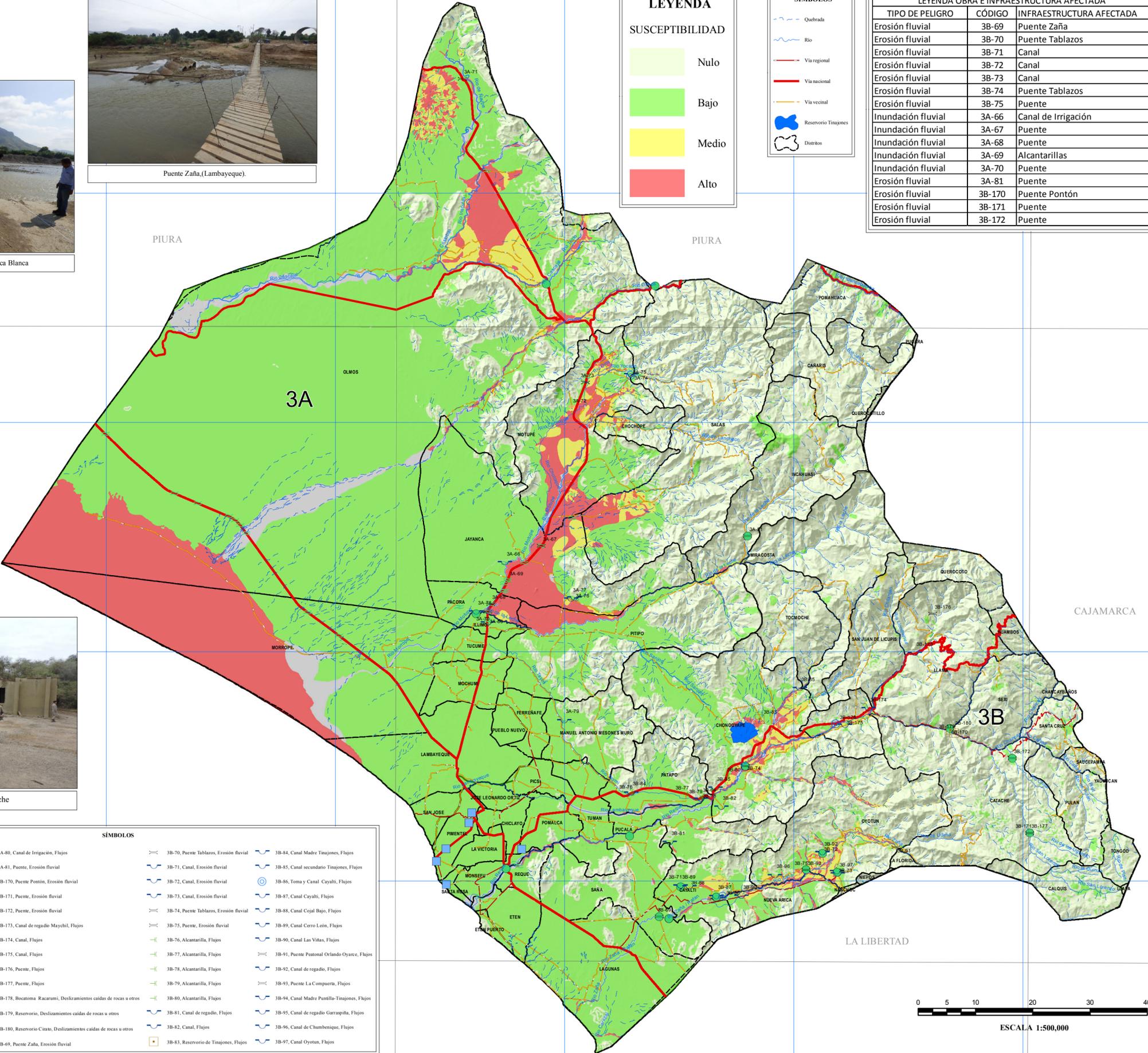
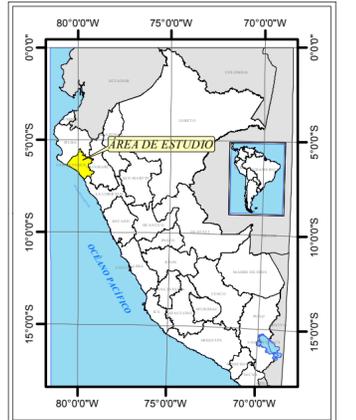
- Nulo
- Bajo
- Medio
- Alto

SÍMBOLOS

- Quebrada
- Rio
- Via regional
- Via nacional
- Via vecinal
- Reservorio Tinajones
- Distritos

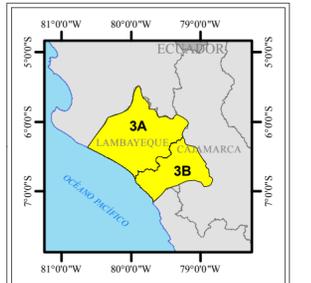
LEYENDA OBRA E INFRAESTRUCTURA AFECTADA

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUCTURA AFECTADA
Erosión fluvial	3B-69	Puente Zaña
Erosión fluvial	3B-70	Puente Tablazos
Erosión fluvial	3B-71	Canal
Erosión fluvial	3B-72	Canal
Erosión fluvial	3B-73	Canal
Erosión fluvial	3B-74	Puente Tablazos
Erosión fluvial	3B-75	Puente
Inundación fluvial	3A-66	Canal de Irrigación
Inundación fluvial	3A-67	Puente
Inundación fluvial	3A-68	Puente
Inundación fluvial	3A-69	Alcantarillas
Inundación fluvial	3A-70	Puente
Erosión fluvial	3A-81	Puente
Erosión fluvial	3B-170	Puente Pontón
Erosión fluvial	3B-171	Puente
Erosión fluvial	3B-172	Puente



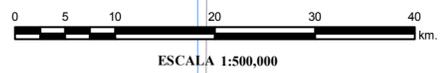
TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO

- Erosión fluvial
- ~ Inundación fluvial
- Inundación pluvial



SÍMBOLOS

3A-66, Canal de Irrigación, Inundación fluvial	3A-80, Canal de Irrigación, Flujos	3B-70, Puente Tablazos, Erosión fluvial	3B-84, Canal Madre Tinajones, Flujos
3A-67, Puente, Inundación fluvial	3A-81, Puente, Erosión fluvial	3B-71, Canal, Erosión fluvial	3B-85, Canal secundario Tinajones, Flujos
3A-68, Puente, Inundación fluvial	3B-170, Puente Pontón, Erosión fluvial	3B-72, Canal, Erosión fluvial	3B-86, Toma y Canal Cayalti, Flujos
3A-69, Alcantarillas, Inundación fluvial	3B-171, Puente, Erosión fluvial	3B-73, Canal, Erosión fluvial	3B-87, Canal Cayalti, Flujos
3A-70, Puente, Inundación fluvial	3B-172, Puente, Erosión fluvial	3B-74, Puente Tablazos, Erosión fluvial	3B-88, Canal Cejal Bajo, Flujos
3A-71, Puente, Flujos	3B-173, Canal de regadío Maychil, Flujos	3B-75, Puente, Erosión fluvial	3B-89, Canal Cerro León, Flujos
3A-72, Camino - Gruta, Flujos	3B-174, Canal, Flujos	3B-76, Alcantarilla, Flujos	3B-90, Canal Las Villas, Flujos
3A-73, Puente, Flujos	3B-175, Canal, Flujos	3B-78, Alcantarilla, Flujos	3B-91, Puente Peatonal Orlando Oyace, Flujos
3A-74, Bocatoma, Flujos	3B-176, Puente, Flujos	3B-78, Alcantarilla, Flujos	3B-92, Canal de regadío, Flujos
3A-75, Canal de Irrigación, Flujos	3B-177, Puente, Flujos	3B-79, Alcantarilla, Flujos	3B-93, Puente La Compuerta, Flujos
3A-76, Canal de Irrigación, Flujos	3B-178, Bocatoma Racarumi, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-80, Alcantarilla, Flujos	3B-94, Canal Madre Pantilla-Tinajones, Flujos
3A-77, Canal de Irrigación, Flujos	3B-179, Reservorio C'raño, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-81, Canal de regadío, Flujos	3B-95, Canal de regadío Garraspilla, Flujos
3A-78, Canal de Irrigación, Flujos	3B-180, Reservorio C'raño, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-82, Canal, Flujos	3B-96, Canal de Chambeque, Flujos
3A-79, Canal de Irrigación, Flujos	3B-69, Puente Zaña, Erosión fluvial	3B-83, Reservorio de Tinajones, Flujos	3B-97, Canal Oyotun, Flujos



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA

"EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIÓN Y EROSIÓN FLUVIAL

Versión digital 2017
 Impreso: ENERO 2018

ESCALA: 1:500,000

DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

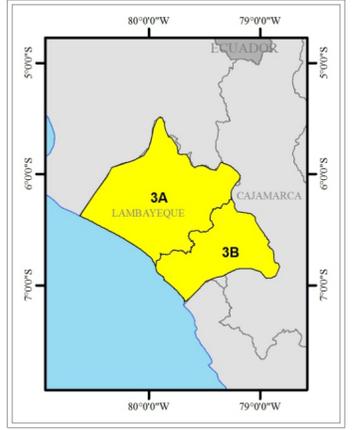
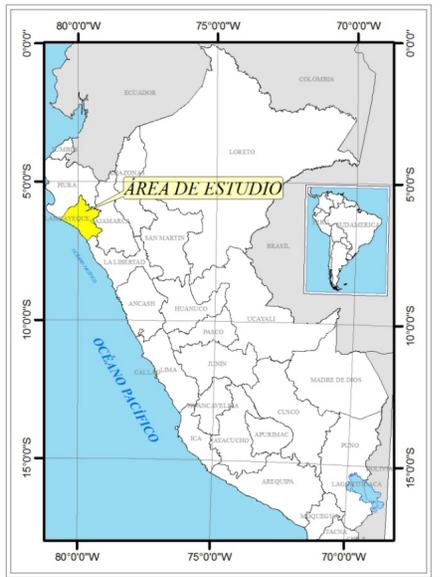
MAPA N° 2

520000 560000 600000 640000 680000 720000

560000 600000 640000 680000 720000



CENTROS POBLADOS AFECTADOS			
TIPO DE PELIGRO	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN	REUBICACIÓN
Deslizamientos, caídas de rocas u otros	▲	▲	▲
Flujos (huaicos, de lodo u otros)	●	●	●
Erosión fluvial	●	●	●
Inundación fluvial	■	■	■
Inundación pluvial	■	■	■



SÍMBOLOS

- Quebrada
- Río
- Via regional
- Via nacional
- Via vecinal
- Reservorio Tinajones
- Distritos

LAMBAYEQUE	
CÓDIGO	CENTRO POBLADO
3A-01	Las Pirñas
3A-02	San Cristóbal
3A-03	Tongorape
3A-04	Marripón
3A-05	Santa Isabel
3A-06	Luren
3A-07	Las Salinas
3A-08	Las Salinas
3A-10	Caña Brava
3A-11	Colaya
3B-01	Oberazal
3B-02	Nuevo Paraíso
3B-03	La Calera
3B-04	Desaguadero
3B-05	La Cria
3B-06	Pátapo (Quebrada Santa Lucía)
3B-07	Pátapo (Quebrada La Primavera)
3B-08	Pátapo (Quebrada Almendra)
3B-09	Huaca Blanca
3B-10	Quebrada Yaipón
3B-11	San Nicolás
3B-12	Collique / Alto de Santa Rosa
3B-13	Nueva Arica
3B-14	Culpón
3B-15	Virú
3B-16	Las Delicias
3B-17	La Compuerta
3B-18	Chumberique
3B-19	Villa Esperanza (Cyotún)
3B-20	Vista Alegre (Cyotún)
3B-21	Cercado Cyotún
3B-22	Boca de Tigre
3B-23	Pampa Grande
3B-24	Carmiche Alto
3B-25	Cucullí
3B-26	Cumbil Bajo
3B-27	Santa Rosa (Quebrada Magaly)
3B-28	Macusco-Quebrada La Yeguas
3B-29	El Espinal
3B-30	Zaña/Sector Salitral
3B-31	San Pablo
3B-32	Los Arenales de la Pradera
3B-33	AA.HH. Nadine Heredia
3B-34	La Bahía de Pimentel
3B-35	Las Flores
3B-36	Los Balsares

CAJAMARCA	
CÓDIGO	CENTRO POBLADO
3B-119	Cerro Blanco
3B-120	La Ramada
3B-121	Picuy
3B-122	El Monte
3B-123	Cascaden

560000 600000 640000 680000 720000



ESCALA 1:500,000



REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA
 "EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"
PELIGROS QUE AFECTARON VIVIENDAS EN POBLADOS

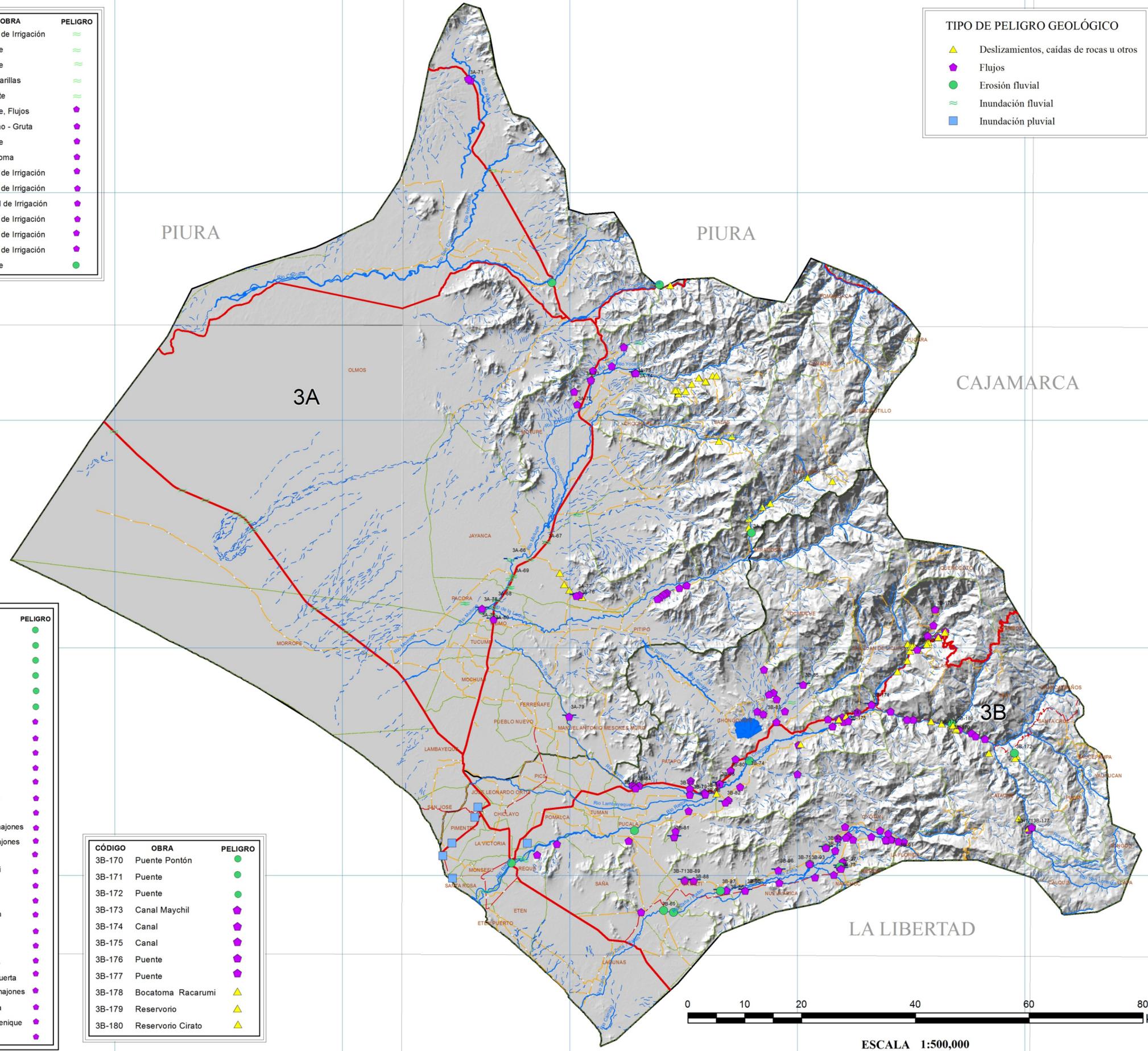
Versión digital 2017 Impreso AGOSTO 2017	Escala 1:500,000 0 5 10 20 km	MAPA N° 3
---	----------------------------------	-----------

520000 560000 600000 640000 680000 720000



CÓDIGO	OBRA	PELIGRO
3A-66	Canal de Irrigación	~
3A-67	Puente	~
3A-68	Puente	~
3A-69	Alcantarillas	~
3A-70	Puente	~
3A-71	Puente, Flujos	●
3A-72	Camino - Gruta	●
3A-73	Puente	●
3A-74	Bocatoma	●
3A-75	Canal de Irrigación	●
3A-76	Canal de Irrigación	●
3A-77	Canal de Irrigación	●
3A-78	Canal de Irrigación	●
3A-79	Canal de Irrigación	●
3A-80	Canal de Irrigación	●
3A-81	Puente	●

TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO	
▲	Deslizamientos, caídas de rocas u otros
◆	Flujos
●	Erosión fluvial
~	Inundación fluvial
■	Inundación pluvial

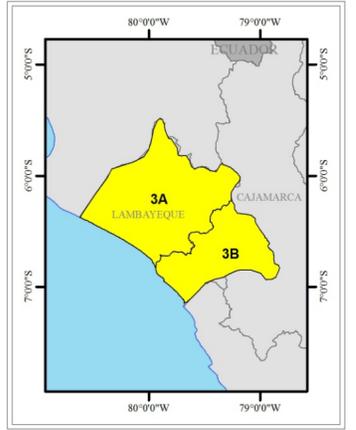
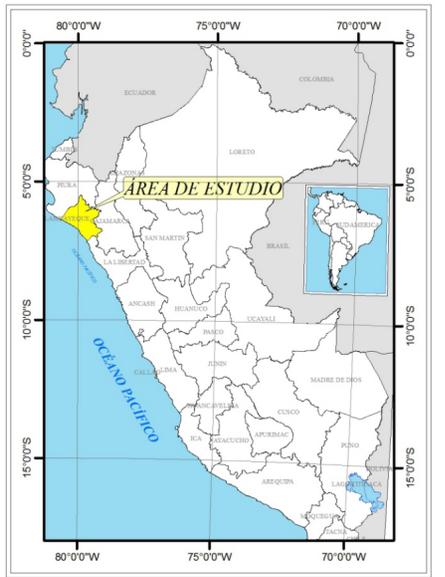


9360000 9320000 9280000 9240000

70°00'W

CÓDIGO	OBRA	PELIGRO
3B-170	Puente Pontón	●
3B-171	Puente	●
3B-172	Puente	●
3B-173	Canal Maychil	●
3B-174	Canal	●
3B-175	Canal	●
3B-176	Puente	●
3B-177	Puente	●
3B-178	Bocatoma Racarumi	▲
3B-179	Reservorio	▲
3B-180	Reservorio Cirato	▲

CÓDIGO	OBRA	PELIGRO
3B-69	Puente Zaña	●
3B-70	Puente Tablazos	●
3B-71	Canal	●
3B-72	Canal	●
3B-73	Canal	●
3B-75	Puente	●
3B-76	Alcantarilla	●
3B-77	Alcantarilla	●
3B-78	Alcantarilla	●
3B-79	Alcantarilla	●
3B-80	Alcantarilla	●
3B-81	Canal de regadío	●
3B-82	Canal	●
3B-83	Reservorio de Tinajones	●
3B-84	Canal Madre Tinajones	●
3B-85	Canal Tinajones	●
3B-86	Bocatoma Cayalti	●
3B-87	Canal Cayalti	●
3B-88	Canal Cojal Bajo	●
3B-89	Canal Cerro León	●
3B-90	Canal Las Viñas	●
3B-91	Puente Peatonal Orlando Oyarce	●
3B-92	Canal de regadío	●
3B-93	Puente La Compuerta	●
3B-94	Canal Puntilla-Tinajones	●
3B-95	Canal Garraspiña	●
3B-96	Canal de Chumbenique	●
3B-97	Canal Oyotun	●



SÍMBOLOS	
~	Quebrada
~	Rio
---	Via regional
---	Via nacional
---	Via vecinal
■	Reservorio Tinajones
□	Distritos



ESCALA 1:500,000

520000 560000 600000 640000 680000 720000

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA

"EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

PELIGROS QUE AFECTARON INFRAESTRUCTURAS

Versión digital 2017
 Impreso: AGOSTO 2017

Escala 1:500,000
 0 5 10 20 km

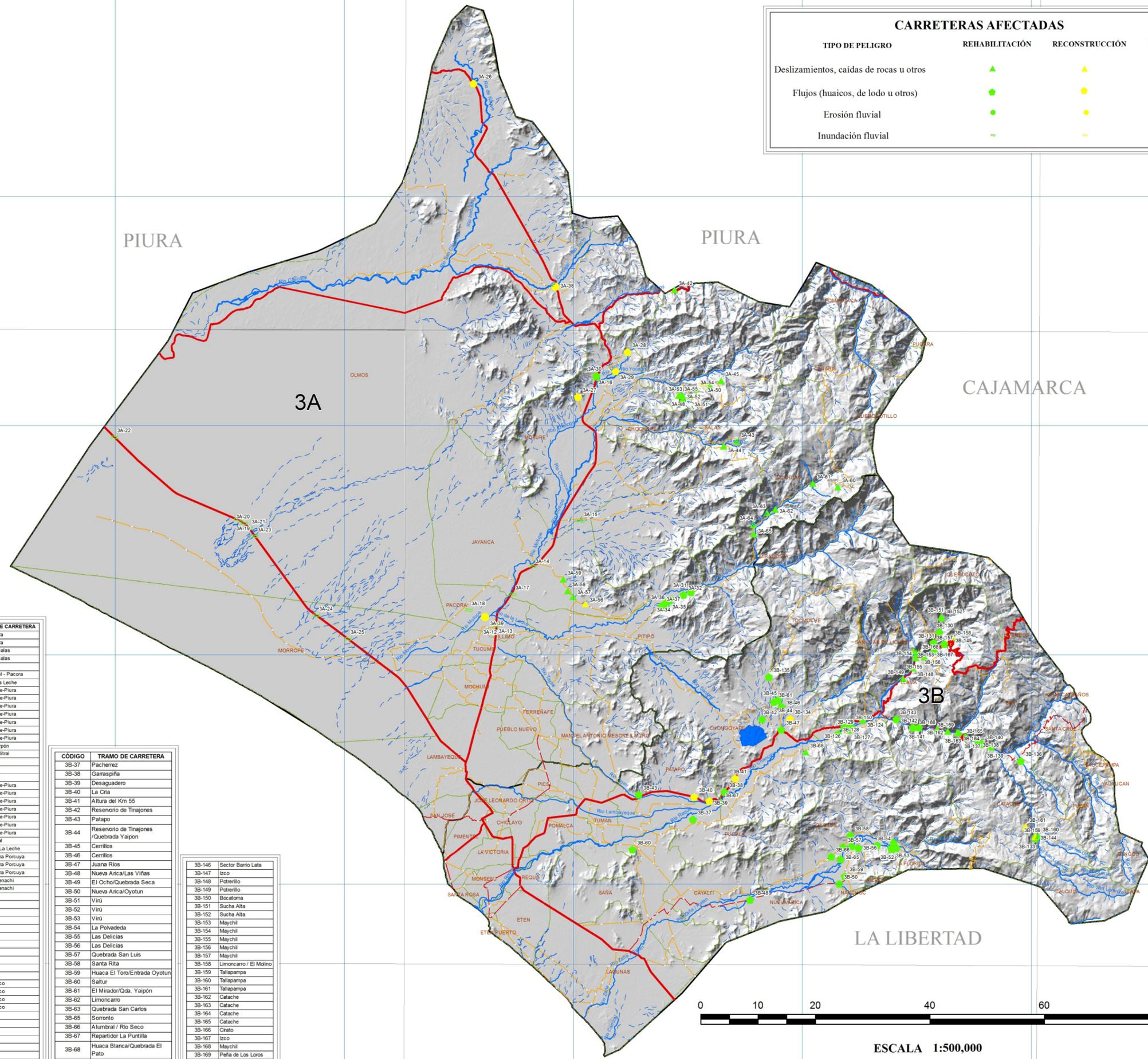
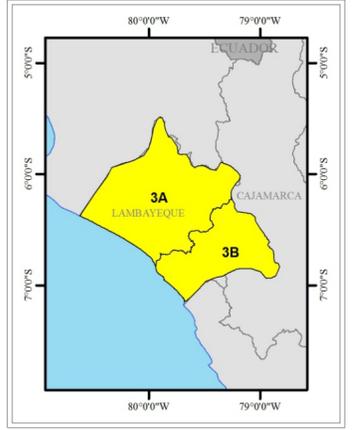
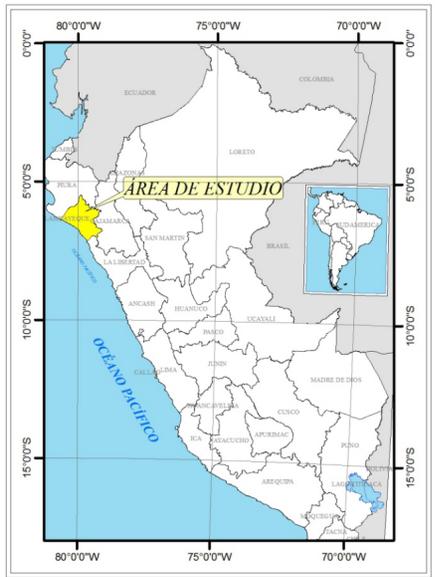
MAPA N° 5
 DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

560000 600000 640000 680000 720000



CARRETERAS AFECTADAS

TIPO DE PELIGRO	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN	REUBICACIÓN
Deslizamientos, caídas de rocas u otros	▲	▲	▲
Fujos (huaicos, de lodo u otros)	●	●	●
Erosión fluvial	●	●	●
Inundación fluvial	—	—	—



CÓDIGO	TRAMO DE CARRETERA
3A-12	Illimo-Pacora
3A-13	Illimo-Pacora
3A-14	Jayanca - Salas
3A-15	Jayanca - Salas
3A-16	Tongorape
3A-17	Santa Isabel - Pacora
3A-18	Illimo-Río La Leche
3A-19	Lambayeque-Piura
3A-20	Lambayeque-Piura
3A-21	Lambayeque-Piura
3A-22	Lambayeque-Piura
3A-23	Lambayeque-Piura
3A-24	Lambayeque-Piura
3A-25	Lambayeque-Piura
3A-26	Baden Querón
3A-27	Zapote - Saltral
3A-28	Tongorape
3A-29	Tongorape
3A-30	Tongorape
3A-31	Lambayeque-Piura
3A-32	Lambayeque-Piura
3A-33	Lambayeque-Piura
3A-34	Lambayeque-Piura
3A-35	Lambayeque-Piura
3A-36	Lambayeque-Piura
3A-37	Lambayeque-Piura
3A-38	Río Cascajal
3A-39	Illimo - Río La Leche
3A-40	Olmos - Abra Porcuya
3A-41	Olmos - Abra Porcuya
3A-42	Olmos - Abra Porcuya
3A-43	Chocope-Penachi
3A-44	Chocope-Penachi
3A-45	Colaya
3A-46	Colaya
3A-47	Colaya
3A-48	Colaya
3A-49	Colaya
3A-50	Colaya
3A-51	Colaya
3A-52	Colaya
3A-53	Colaya
3A-54	Colaya
3A-55	Colaya
3A-56	San Carranco
3A-57	San Carranco
3A-58	San Carranco
3A-59	San Carranco
3A-60	Incavasi
3A-61	Incavasi
3A-62	Incavasi
3A-63	Incavasi
3A-64	Incavasi
3A-65	Incavasi

CÓDIGO	TRAMO DE CARRETERA
3B-37	Pacherrez
3B-38	Garraspiña
3B-39	Desaguadero
3B-40	La Cita
3B-41	Altura del Km 55
3B-42	Reservorio de Tinajones
3B-43	Patapo
3B-44	Reservorio de Tinajones / Quebrada Yaipón
3B-45	Cerrillos
3B-46	Cerrillos
3B-47	Juana Ríos
3B-48	Nueva Anica/Las Viñas
3B-49	El Ocho/Quebrada Seca
3B-50	Nueva Anica/Oyotun
3B-51	Virú
3B-52	Virú
3B-53	Virú
3B-54	La Polvadera
3B-55	Las Delicias
3B-56	Las Delicias
3B-57	Quebrada San Luis
3B-58	Santa Rita
3B-59	Huaca El Toro/Entrada Oyotun
3B-60	Salitr
3B-61	El Mirador/Qda. Yaipón
3B-62	Limoncarro
3B-63	Quebrada San Carlos
3B-65	Somontón
3B-66	Alumbral / Río Seco
3B-67	Repartidor La Purtila
3B-68	Huaca Blanca/Quebrada El Pato

3B-146	Sector Barrio Lata
3B-147	Izco
3B-148	Potrerillo
3B-149	Potrerillo
3B-150	Bocatorma
3B-151	Sucha Alta
3B-152	Sucha Alta
3B-153	Maychil
3B-154	Maychil
3B-155	Maychil
3B-156	Maychil
3B-157	Maychil
3B-158	Limoncarro / El Molino
3B-159	Tallapampa
3B-160	Tallapampa
3B-161	Tallapampa
3B-162	Catache
3B-163	Catache
3B-164	Catache
3B-165	Catache
3B-166	Cirato
3B-167	Izco
3B-168	Maychil
3B-169	Peña de Los Loros

SÍMBOLOS

- Quebrada
- Río
- Via regional
- Via nacional
- Via vecinal
- Reservorio Tinajones
- Distritos



ESCALA 1:500,000

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIÓN LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA

"EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

PELIGROS QUE AFECTARON CARRETERAS

Versión digital 2017
Impreso AGOSTO 2017

Escala 1:500,000
0 5 10 20 km
MAPA N° 4
DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

560000 600000 640000 680000 720000



Sector de Cascade-districto de Catache, Cajamarca



Carretera Chichayo-Santa Cruz, sector de Cirato



Carretera Chichayo-Chota, sector Potrerillo

PIURA

PIURA

LA LIBERTAD

LEYENDA

GRIDCODE

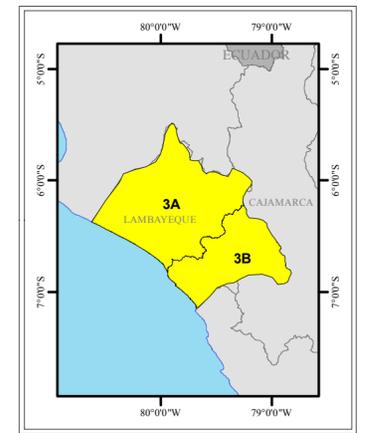
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta

SÍMBOLOS

Quebrada
Rio
Via regional
Via nacional
Via vecinal
Reservorio Tinajones
Districtos

LEYENDA OBRA E INFRAESTRUCTURA AFECTADA

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUCTURA AFECTADA
Flujo	3B-76	Alcantarilla
Flujo	3B-77	Alcantarilla
Flujo	3B-78	Alcantarilla
Flujo	3B-79	Alcantarilla
Flujo	3B-80	Alcantarilla
Flujo	3B-81	Canal de regadío
Flujo	3B-82	Canal
Flujo	3B-83	Reservorio de Tinajones
Flujo	3B-84	Canal Madre Tinajones
Flujo	3B-85	Canal secundario Tinajones
Flujo	3B-86	Toma y Canal Cayalti
Flujo	3B-87	Canal Cayalti
Flujo	3B-88	Canal Cojal Bajo
Flujo	3B-89	Canal Cerro León
Flujo	3B-90	Canal Las Viñas
Flujo	3B-91	Puente Peatonal Orlando Oyarce
Flujo	3B-92	Canal de regadío
Flujo	3B-93	Puente La Compuerta
Flujo	3B-94	Canal Madre Puntilla-Tinajones
Flujo	3B-95	Canal de regadío Garraspiña
Flujo	3B-96	Canal de Chumbenique
Flujo	3B-97	Canal Oyotun
Flujo	3A-71	Puente
Flujo	3A-72	Camino - Gruta
Flujo	3A-73	Puente
Flujo	3A-74	Bocatoma
Flujo	3A-75	Canal de Irrigación
Flujo	3A-76	Canal de Irrigación
Flujo	3A-77	Canal de Irrigación
Flujo	3A-78	Canal de Irrigación
Flujo	3A-79	Canal de Irrigación
Flujo	3A-80	Canal de Irrigación
Flujo	3B-173	Canal de regadío Maychil
Flujo	3B-174	Canal
Flujo	3B-175	Canal
Flujo	3B-176	Puente
Flujo	3B-177	Puente
Deslizamiento caída de roca u otro	3B-178	Bocatoma Racarumi
Deslizamiento caída de roca u otro	3B-179	Reservorio
Deslizamiento caída de roca u otro	3B-180	Reservorio Cirato



TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO

Deslizamientos, caídas de rocas u otros
Flujos

SÍMBOLOS

3A-66, Canal de Irrigación, Inundación fluvial	3A-80, Canal de Irrigación, Flujos	3B-70, Puente Tabazos, Erosión fluvial	3B-84, Canal Madre Tinajones, Flujos
3A-67, Puente, Inundación fluvial	3A-81, Puente, Erosión fluvial	3B-71, Canal, Erosión fluvial	3B-85, Canal secundario Tinajones, Flujos
3A-68, Puente, Inundación fluvial	3B-170, Puente Peónin, Erosión fluvial	3B-72, Canal, Erosión fluvial	3B-86, Toma y Canal Cayalti, Flujos
3A-69, Alcantarilla, Inundación fluvial	3B-171, Puente, Erosión fluvial	3B-73, Canal, Erosión fluvial	3B-87, Canal Cayalti, Flujos
3A-70, Puente, Inundación fluvial	3B-172, Puente, Erosión fluvial	3B-74, Puente Tabazos, Erosión fluvial	3B-88, Canal Cojal Bajo, Flujos
3A-71, Puente, Flujos	3B-173, Canal de regadío Maychil, Flujos	3B-75, Puente, Erosión fluvial	3B-89, Canal Cerro León, Flujos
3A-72, Camino - Gruta, Flujos	3B-174, Canal, Flujos	3B-76, Alcantarilla, Flujos	3B-90, Canal Las Viñas, Flujos
3A-73, Puente, Flujos	3B-175, Canal, Flujos	3B-77, Alcantarilla, Flujos	3B-91, Puente Peatonal Orlando Oyarce, Flujos
3A-74, Bocatoma, Flujos	3B-176, Puente, Flujos	3B-78, Alcantarilla, Flujos	3B-92, Canal de regadío, Flujos
3A-75, Canal de Irrigación, Flujos	3B-177, Puente, Flujos	3B-79, Alcantarilla, Flujos	3B-93, Puente La Compuerta, Flujos
3A-76, Canal de Irrigación, Flujos	3B-178, Bocatoma Racarumi, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-80, Alcantarilla, Flujos	3B-94, Canal Madre Puntilla-Tinajones, Flujos
3A-77, Canal de Irrigación, Flujos	3B-179, Reservorio, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-81, Canal de regadío, Flujos	3B-95, Canal de regadío Garraspiña, Flujos
3A-78, Canal de Irrigación, Flujos	3B-180, Reservorio Cirato, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-82, Canal, Flujos	3B-96, Canal de Chumbenique, Flujos
3A-79, Canal de Irrigación, Flujos	3B-69, Puente Zala, Erosión fluvial	3B-83, Reservorio de Tinajones, Flujos	3B-97, Canal Oyotun, Flujos



ESCALA 1:500,000

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

REGIONES LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA

"EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE - CAJAMARCA"

SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

Versión digital 2017
 Impreso: ENERO 2018

Escala: 1:500,000

0 5 10 20 km

DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

MAPA N° 3