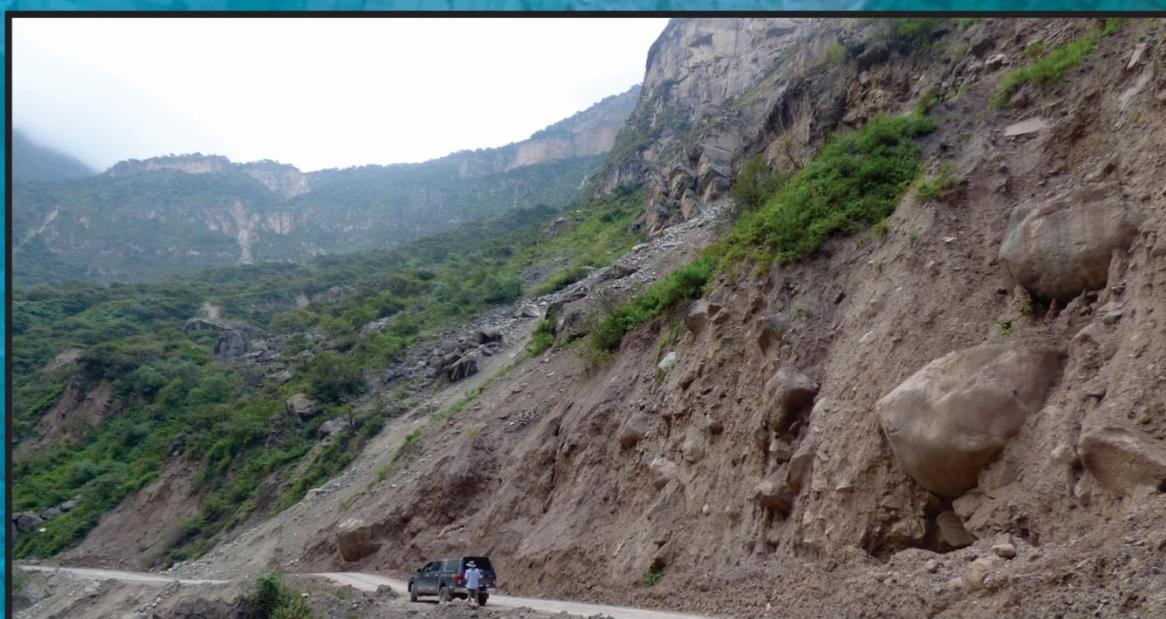


**Informe Técnico N° A6788**

**PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS  
DETONADOS POR EL NIÑO COSTERO 2017  
EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE-CAJAMARCA:  
ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS  
EN SECTOR JAYANCA-PACORA-ILLIMO AFECTADOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL**



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

**Diciembre 2017**

**PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS DETONADOS POR EL  
NIÑO COSTERO 2017 EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE-CAJAMARCA:  
ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS EN EL  
SECTOR JAYANCA-PACORA-ILLIMO AFECTADOS POR INUNDACIÓN  
FLUVIAL**

**INDICE**

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO</b> .....	13
<b>3.1 GENERALIDADES</b> .....	13
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS QUE OCASIONARON GRAVES DAÑOS A POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA</b> .....	17
<b>4.1 EVALUACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y DE PELIGROS EN LOS SECTORES ILLIMO, PACORA Y JAYANCA, AFECTADOS POR INUNDACIONES O DESBORDES DE LOS RÍOS MOTUPE Y LA LECHE</b> .....	17
<b>4.1.1 GENERALIDADES</b> .....	17
<b>4.1.2 INUNDACIONES HISTORICAS DE LOS SECTORES ÍLLIMO, PACORA Y JAYANCA</b> .....	18
<b>4.1.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	21
<b>4.1.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	24
<b>4.1.5 VARIACIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE DE LOS RÍOS</b> .....	27
<b>4.1.6 DINÁMICA EÓLICA SOBRE LA PLANICIE ALUVIAL</b> .....	31
<b>4.1.7 PRECIPITACIONES PLUVIALES</b> .....	31
<b>4.1.8 INUNDACIONES DE LOS RÍOS MOTUPE Y LA LECHE</b> .....	33
<b>4.2 SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES REGIONAL</b> .....	40
<b>4.3 SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA REGIONAL</b> .....	40
<b>5. CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA</b> .....	41
<b>CONCLUSIONES</b> .....	94
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	98
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	101
<b>ANEXOS</b> .....	104
<b>ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS</b> .....	105
<b>ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS</b> .....	112
<b>ANEXO 3: MAPAS</b> .....	130

## RESUMEN

En la región Lambayeque, como resultado de las lluvias intensas presentadas durante el Fenómeno El Niño Costero 2017, se desencadenaron 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, originando 41,237 damnificados, 93,486 afectados y 4,483 viviendas colapsadas.

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, como parte de sus funciones inherentes a la contribución como ente técnico-científico parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD); luego de su primer informe o reporte sobre los daños originados a nivel de la región Lambayeque y parte de Cajamarca (parte de las cuencas superiores de La Leche, Chancay-Lambayeque y Zaña), presentado en agosto del 2017, creyó conveniente evaluar y elaborar un inventario y caracterización de zonas afectadas por peligros geológicos, realizando un estudio de mayor detalle en la zona más afectada en la región Lambayeque. Uno de los productos que pone en consideración es el informe ***“Peligros geológicos y geo-hidrologicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Lambayeque-Cajamarca: análisis geológico, geomorfológico y de peligros en el sector Jayanca-Illimo, afectados por inundación fluvial”***, que contiene una cartografía geomorfología y de los procesos geodinámicos a mayor escala.

Se planteó como objetivos principales: identificar y caracterizar los tipos de peligros geológicos activados con el Niño Costero y dimensionar los daños producidos; determinar zonas críticas; identificar y zonificar el territorio según rangos de susceptibilidad y peligro por movimientos en masa y procesos geo-hidrologicos; plantear las medidas de prevención o mitigación para asegurar la estabilidad física de zonas urbanas y/o infraestructura vulnerable (carreteras, puentes, etc.); contribuir con el ordenamiento territorial; reducir el número de muertos y damnificados por eventos similares en el futuro. Para ello se realizó en gabinete una revisión y procesamiento de toda la información geológica y de peligros geológicos disponible de la región, así como la información recolectada en los trabajos de campo de verificación in situ de los procesos ocurridos y los daños causados.

El análisis geomorfológico en la zona más afectada por inundaciones y erosión fluvial, se realizó mediante la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales de alta resolución disponibles (1969-2017; actualizadas post-evento), con lo cual se evaluó la variación morfológica del cauce de los ríos Motupe y La Leche su comportamiento y su influencia sobre las terrazas, en la zona ente Motupe-Jayanca-Pacora-Illimo, en la zona seleccionada, para un estudio de mayor detalle como éste. Se interpreta, analiza la variación multitemporal del cauce de estos ríos, las condiciones antrópicas, identificando las causas que originaron los principales desbordes y erosiones fluviales en esta zona urbano-agrícola.

Se incluye además un registro de los peligros geológicos y geo-hidrologicos que causaron los mayores daños, presentando un análisis estadístico de frecuencia de los tipos de ocurrencias de peligros en relación a la infraestructura y poblaciones (viviendas) afectadas o destruidas. Así mismo, para cada uno de los peligros identificados se hace una descripción geodinámica general como también se hacen las recomendaciones generales del caso (medidas correctivas) a ser tomadas en cuenta en los trabajos de reconstrucción.

Finalmente se presentan dos versiones actualizadas de los mapas de susceptibilidad a movimientos en masa e inundaciones fluviales en la región evaluada Lambayeque-Cajamarca, incorporando el análisis de los efectos originados por el Niño Costero, obtenidos mediante la metodología heurística, que implica la superposición de capas o mapas de factores condicionantes, mediante un geoprocésamiento en GIS, en la generación de los respectivos peligros obteniéndose una zonificación del peligro.

## 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: Pátapo–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 estudio, resultado de nuestros trabajos de campo y gabinete, servirá de orientación en los trabajos y proyectos que emprenderá la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, 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), Gobierno Regional de Lambayeque e instituciones del SINAGERD.

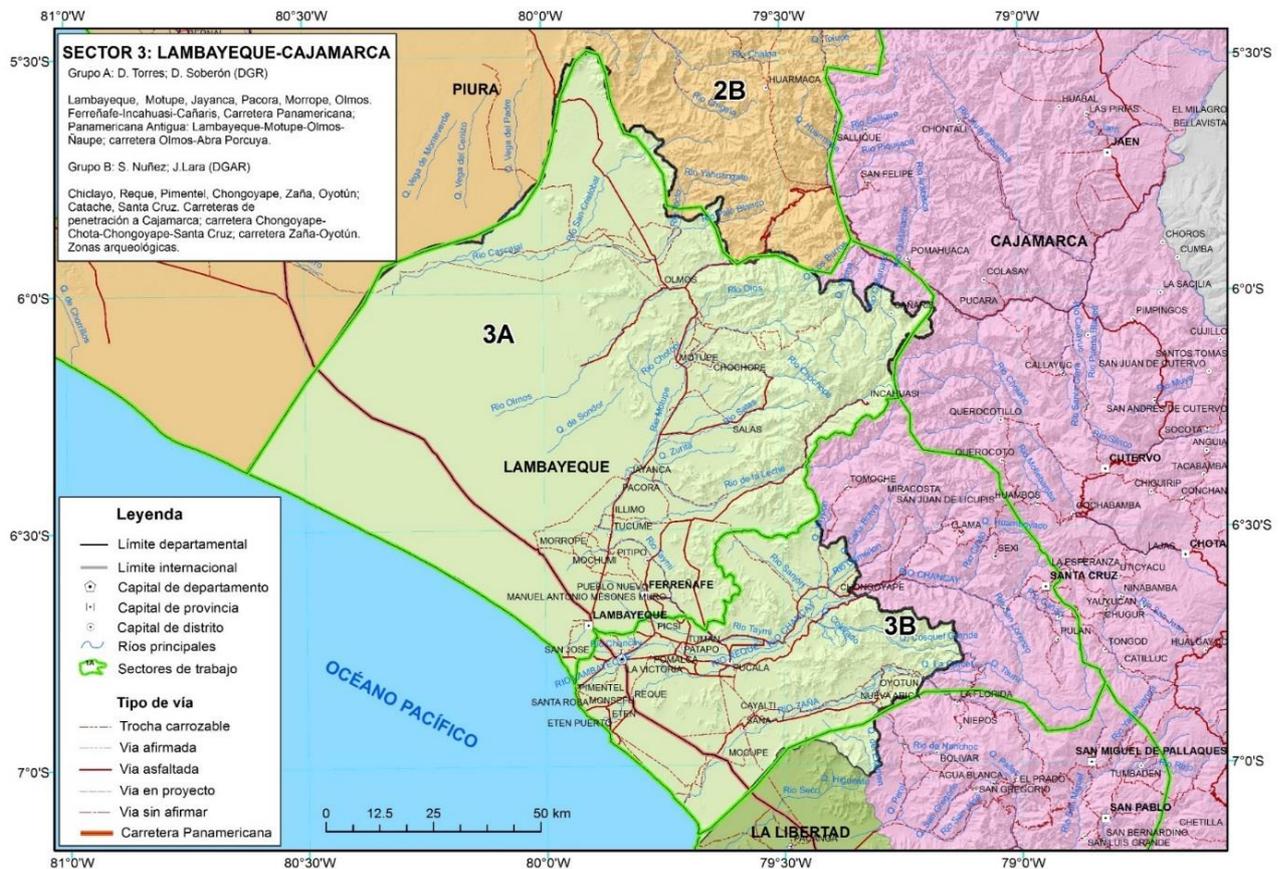


Figura 1.

## 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 de 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, donde se desbordo el río La Leche afectando seriamente a Illimo y caseríos aledaños como Las Juntas, Colche, Progreso y San Juan, quedando completamente inundados y sin conexión con Lambayeque. Sin embargo, estas localidades no fueron las únicas afectadas, también se produjeron daños en el territorio 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, fueron 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 del país, 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 laderas, arenamiento, etc.). En lo que se refiere a la región Cajamarca en los distritos colindantes de la región Lambayeque (Catache, Llama, Sexi), se registró 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 zonas<sup>1</sup>.
- 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 huaicos (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 la “**Evaluación geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017 en las regiones Lambayeque-Cajamarca**” (Núñez, *et al.*, 2017), menciona las zonas afectadas por el evento.

En los últimos estudios, se describen 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.

---

<sup>1</sup> Correspondientes a las zonas visitadas.

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

<b>REGIÓN LAMBAYEQUE</b>		
<b>Sector (Distrito)</b>	<b>Áreas sujetas a /Comentario geodinámico</b>	<b>Vulnerabilidad y/o daños ocasionados</b>
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 (Pátapo)	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 (Pátapo)	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 en los sectores: Pacherrez 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 Mojonazo, Oberazal, 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 – Chaparrí 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- Carhuaquero. La erosión fluvial de continuar podría afectar a viviendas. De inundarse afectaría los terrenos de cultivo aledaños.
Caserío Vichayal (Pátapo- 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 Pátapo-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 Cayaltí	Cuando se presentó el fenómeno El Niño, afectó instalaciones de la cooperativa Cayaltí 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-Quebrada 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 Pátapo- 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 (Mapa 1). 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  $5 \times 10^1$  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 ladero 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 desplaza 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 desplaza 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 un 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 (Hungar, 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 (Hungar et al., 2001).
- Flujo de tierra (*Earth flow*): Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungar 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 discurren 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.

#### **4. PELIGROS GEOLÓGICOS QUE OCASIONARON GRAVES DAÑOS A POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA**

El evento climático del Niño Costero significó cuantiosas pérdidas económicas al país, puesto de manifiesto en la destrucción de vías de comunicación (carreteras, puentes y caminos) que paralizaron totalmente el transporte de personas, mercancías y productos; la destrucción y afectación de puentes, servicios de agua-desagüe y de transmisión eléctrica; así como también la destrucción de medios de sustento económico basado principalmente en la actividad agrícola para consumo interno y la obtención de productos para la agroindustria.

Con este evento fueron afectadas ocho regiones localizadas entre Ica y Tumbes, donde los daños se centraron en los valles costeros que vierten sus aguas hacia el océano Pacífico entre los 0 msnm hasta los 2 000 msnm aproximadamente; se activaron quebradas secas que no se tenían registros de activación de muchos años, así como ríos principales retomaron sus antiguos cauces y destruyeron todo lo que se construyó sobre de ellos.

En particular la región Lambayeque fue también una de las más afectadas, sintiéndose el impacto de este evento principalmente en la población, sus viviendas (áreas rurales y urbanas), las vías de comunicación y también en su agricultura. Muchos distritos fueron afectados, sin embargo, los mayores daños se produjeron a lo largo del valle del río la Leche y Motupe, donde se registraron grandes volúmenes de agua que causaron inundación por desbordes.

Por ser los sectores de Jayanca, Pacora e Illimo, más afectados por inundaciones, por ello, se realiza un análisis geomorfológico, geológico y de peligros por inundaciones. Es conveniente resaltar que si bien es cierto en este análisis hacemos referencia a los efectos y daños causados por inundaciones de tipo fluvial, también ocurrieron situaciones de emergencia por inundaciones de origen pluvial, es decir derivadas de la acumulación de agua de lluvia en zonas cóncavas o depresiones con drenaje deficiente; en muchos de los casos estos dos tipos de génesis u origen de la inundación se presentaron de forma simultánea en algunos sectores de la región.

Para ello se realiza un análisis histórico de inundaciones con la data disponible, análisis de variación geomorfológica en el cauce de los ríos utilizando imágenes satelitales de diferentes años, y análisis de imágenes post desastre.

#### **4.1 EVALUACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y DE PELIGROS EN LOS SECTORES ILLIMO, PACORA Y JAYANCA, AFECTADOS POR INUNDACIONES O DESBORDES DE LOS RÍOS MOTUPE Y LA LECHE**

##### **4.1.1 GENERALIDADES**

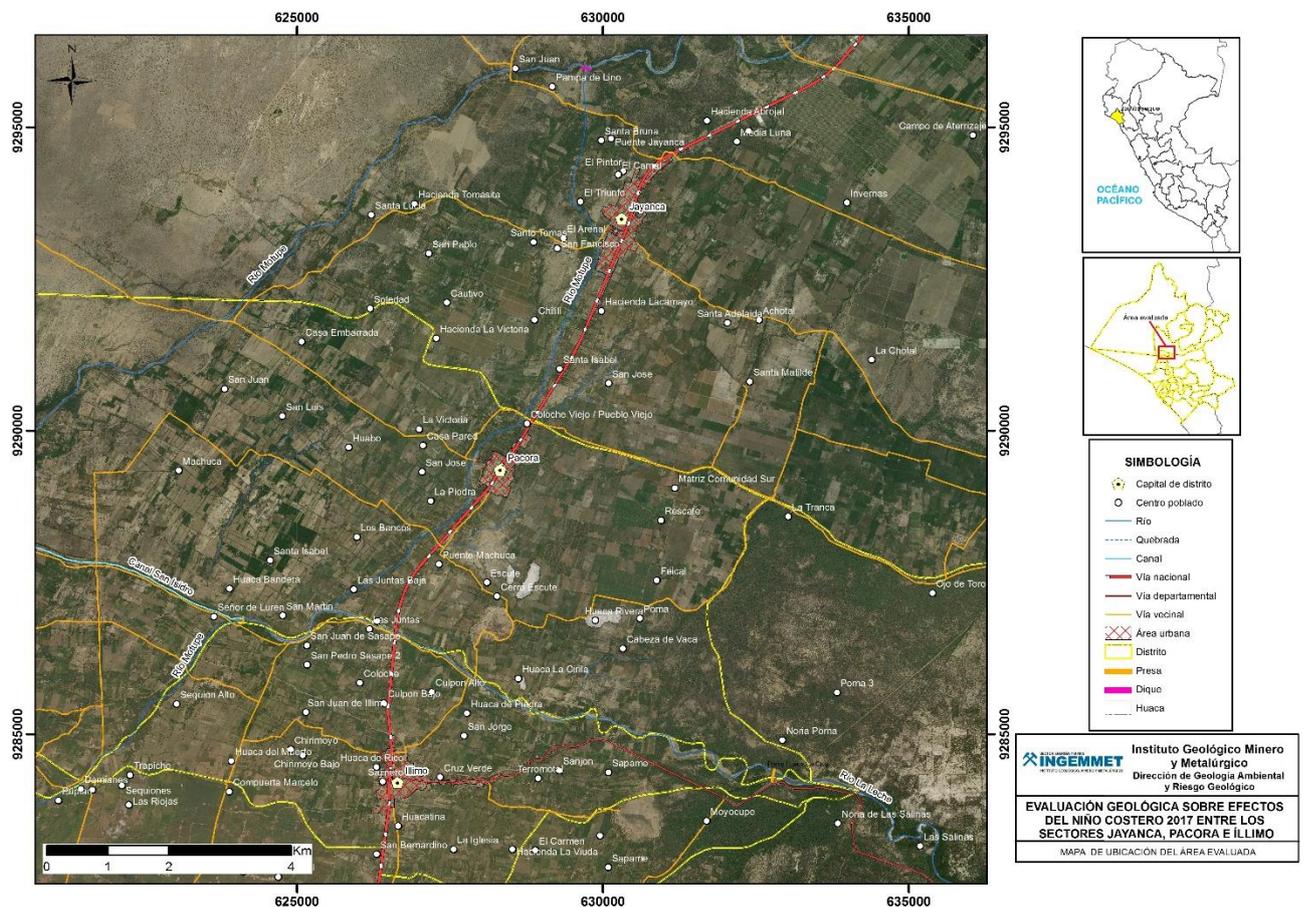
Este sector se encuentra ubicado en la provincia Lambayeque, hacia el noreste de la ciudad de Chiclayo. Se encuentran entre las siguientes coordenadas (figura 2):

- a) 622000 E, 9282000 N
  - b) 636000 E, 9296000 N
  - c) 636000 E, 9282000 N
  - d) 622000 E, 9282000 N
- A una cota promedio de 50 m.

El área urbana de Jayanca se encuentra en la margen izquierda del río Motupe, a una distancia de 2,500 m del cauce actual.

El sector Pacora se encuentra bajo la influencia del río Motupe, la distancia entre el cauce actual (2016) hacia el oeste es 4,800 m.

La localidad de Íllimo se encuentra en la margen derecha del Río La Leche, a una distancia a 1,900 m.



**Figura 2.** Ubicación de los sectores Jayanca, Pacora e Íllimo.

#### 4.1.2 INUNDACIONES HISTÓRICAS DE LOS SECTORES ÍLLIMO, PACORA Y JAYANCA

En el siguiente cuadro se hace una recopilación de datos históricos de inundaciones ocasionadas lluvia del El Fenómeno El Niño en los sectores mencionados (cuadro 3)

### CUADRO 3

#### DATOS HISTÓRICOS SOBRE DAÑOS DEL FENÓMENO EL NIÑO EN LA ZONA DE ESTUDIO

Año	Río	Centros poblados afectados	Daños
1578	Motupe	Íllimo Pacora Jayanca Motupe	<p><b>En Íllimo</b> llovió durante 48 días; según un testigo y dos meses más o menos, según otro. Se formó un río nunca visto, el cual entró en el pueblo por dos partes. El agua llegó hasta la altura de la cintura de un poblador. Todo el pueblo quedó destruido y el cauce de agua formado llegó hasta el mar, lo que normalmente no ocurre.</p> <p><b>En Pacora</b> llovió dos meses y la crecida del río destruyó el pueblo y se extendió por todo el valle.</p> <p><b>En Jayanca</b> se consigna cincuenta días más o menos de lluvia diaria. El río que viene de Motupe y Salas entró en Jayanca y arrasó con las casas. El pueblo quedó rodeado por el agua. La población se refugió en un lugar elevado donde estuvo más de mes y medio.</p> <p><b>En Motupe</b> también hubo fuertes daños luego del desborde del río del mismo nombre.</p>
1791	La Leche	Lambayeque	<p>Las aguas provenientes de los desbordes del río La Leche llegaban hasta la ciudad de Lambayeque.</p> <p>Inundación de pueblos y áreas agrícolas.</p> <p>Destrucción de los pocos y pequeños puentes, contribuyó notablemente al aislamiento de los pueblos, como sucede hasta ahora cada vez que se presenta un evento de características similares.</p>
1877-1878	Motupe	Motupe Lambayeque Chiclayo	<p>Se reportaron daños severos a la infraestructura de transporte y a la agricultura (se perdió la cosecha de algodón). Se reportaron impactos severos en Motupe, Lambayeque, Chiclayo, Zaña, Trujillo y Chimbote.</p>
1925	La Leche	Jayanca Túcume Mochumí	<p>El caudal de ese año excedió la capacidad del cauce, lo que ocasionó desbordes y roturas que significaron la aparición de nuevos cauces, así como la inundación de extensas áreas, especialmente agrícolas, entre Túcume y Mochumí, incluso llegó hasta el cementerio de Lambayeque. La hacienda Batán Grande, gran productora de arroz, sufrió severos daños y la pérdida casi total de su ganado porcino.</p> <p>Jayanca, Túcume, Mochumí y otros pueblos fueron inundados. Destrucción o avería de la infraestructura de riego (tomas, canales). Destrucción de puentes y caminos.</p>

	Motupe	Pocitos La Tranca La Colorada Hornitos	El río Motupe se desbordó e inundó varios poblados pequeños (Pocitos, La Tranca, La Colorada y Hornitos).
1982-1983	Motupe y La Leche	Motupe	Importantes pérdidas en infraestructura de riego al dañarse canales, bocatomas y obras de arte en los valles de Zaña, Chancay, La Leche y Motupe-Olmos. También se presentaron daños en centrales térmicas, redes de distribución, sistemas de agua potable y alcantarillado, pistas y veredas. Daños en diversos tramos de la carretera Panamericana, puentes, defensas ribereñas, etc.
1997-1998	Motupe	Motupe Chóchope Marripón Tongorrape	<b>Obras de infraestructura</b> 31,000 metros de canales colmatados ubicados en: Tongorrape, Arrozal, Motupe, Chóchope. Obras hidráulicas afectadas: 02 bocatomas, 03 tomas, 14 compuertas y 01 barraje fijo; en las localidades de Marripón, Tongorrape, Arrozal y en el mismo distrito de Motupe.
			<b>Recarga de lagunas</b> Recarga de laguna La Niña con aguas del río Motupe en el desierto de Mórrope.
	La Leche, Cascajal y Lacramar ca	Zaña Olmos Cascajal	<b>Agricultura</b> Pérdida de cultivos por desbordes de ríos. Pérdida de tierras por ampliación del cauce de los ríos. Daños a infraestructura mayores de riego y drenaje (Tinajones, Zaña, Olmos). Valles más afectados en infraestructura La Leche, Cascajal, Chancay -Lambayeque, Zaña. Afectación de puentes y vialidad agrícola. (Corporación Andina de Fomento, 2000).
	Motupe, y La Leche	Mórrope Salas Motupe	<b>Infraestructura vial</b> Socavación de bases en los puentes Zurita, Mórrope, Salas, Anchoyira y Vilela. Erosión y colapso del puente Motupe. Afectación de alcantarillas Motupe I, II y otras. Erosión de carretera Chiclayo-Puente Chumbill. Erosión y derrumbes en vía Jaén-Ocalli y Jaén-San Ignacio.
Jayanca Pacora Íllimo Túcume Mochumi Mórrope		<b>Áreas urbanas</b> Crecida de los ríos Motupe y La Leche destruyó los pueblos Jayanca, Pacora, Illimo, Túcume, Mochumi y Mórrope; en menor grado, las ciudades de Motupe, O!mos, Chóchope, Salas y Lambayeque.	
	La Leche	Jayanca Pacora Íllimo Túcume Salas	<b>Obras de infraestructura</b> 45,400 metros de canales colmatados ubicados en los distritos de Jayanca, Pacora, Illimo, Túcume, Salas y Pítipo (Localidades La Traposa y Motupillo).

		Pítipo	Obras hidráulicas afectadas: Tres bocatomas, una toma, 10 compuertas y un partididor.
--	--	--------	---

Fuente: Rocha, 2002; Rocha, 2007; Rocha 2012; Rocha, 2013; Rocha, 2014; Corporación Andina de Fomento, 2000;

#### 4.1.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según Wilson (1998), desde el punto de vista regional, el área se encuentra depósitos eólicos, aluviales y fluviales y algunos remanentes de rocas del Grupo Goyllarisquizga

En los trabajos de campo se han reconocido las siguientes unidades (figura 3):

- a) Depósitos coluviales. Circundantes en los sectores La Chotal, Sapame y Moyocupe, que se encuentran cubriendo parcialmente las laderas de los cerros. Los materiales que conforman estos depósitos, son bloques y gravas de naturaleza sedimentaria (arenisca), son de formas angulosas.
- b) Depósitos fluviales. Se encuentran a lo largo de los ríos Motupe y La Leche; se caracterizan por estar conformados por arenas, limos y arcilla. Parte de los poblados Jayanca y de Pacora se encuentran sobre estos antiguos depósitos.
- c) Depósitos eólicos (2). Se reconocen en forma de dunas y mantos de arena recientes, conformados por arenas finas y medias. Estos depósitos se encuentran en el extremo noroeste del área en mención.
- d) Depósitos eólicos (1). Se reconocen como remanentes de dunas y mantos de arena antiguos, los primeros tienen alturas hasta de 5 m. Los depósitos están conformados por arenas finas y medias. Fueron erosionados por la actividad fluvial de los ríos Motupe y La Leche, en algún momento. El depósito duna de mayor extensión reconocida, se encuentra al oeste de Jayanca, y alcanza una longitud de hasta 1,900 m.
- e) Depósitos aluviales (3). Estos tipos de depósitos se caracterizan por estar conformados de arenas, limos y arcilla, se encuentran inconsolidados. Se ubican en lugares cercanos a los cauces de los ríos Motupe y La Leche.
- f) Depósitos aluviales (2). Se caracterizan por estar conformados por arenas, con limos y arcilla, se encuentran inconsolidados. Se ubican generalmente distantes a los cauces de los ríos Motupe y La Leche.
- g) Depósitos aluviales (1). Se caracterizan por estar conformados por arenas, con limos y arcilla, se encuentran inconsolidados; se han originado por la actividad de escorrentía fluvial de los antiguos cauces en los ríos Motupe y La Leche. Se encuentran ampliamente distribuidos, y sobre ellos se encuentran asentados los poblados de Jayanca, Pacora e Illimo, y sus Anexos. También se desarrolla ampliamente la agricultura.
- h) Depósitos proluviales. Se encuentran relacionadas a los depósitos generados por diferentes quebradas; se caracterizan por estar conformados por arenas y limos.
- i) Tablazo Talara. Unidad geológica que varía de manera lateral y consiste en bancos de conglomerados fosilíferos (lumaquelas) con matriz areniscosa y cementos salinos, compactos, pero no consolidados. Aflora en el extremo oeste de la zona estudio.

- j) Grupo Goyllarisquizga. Substrato rocoso compuesto por areniscas y cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas a intercaladas con horizontes de lutita gris, marrón y rosada. Estratificación cruzada en la mayoría de los afloramientos. Afloran en las colinas aisladas que se encuentran entre los ríos La Leche y Motupe.

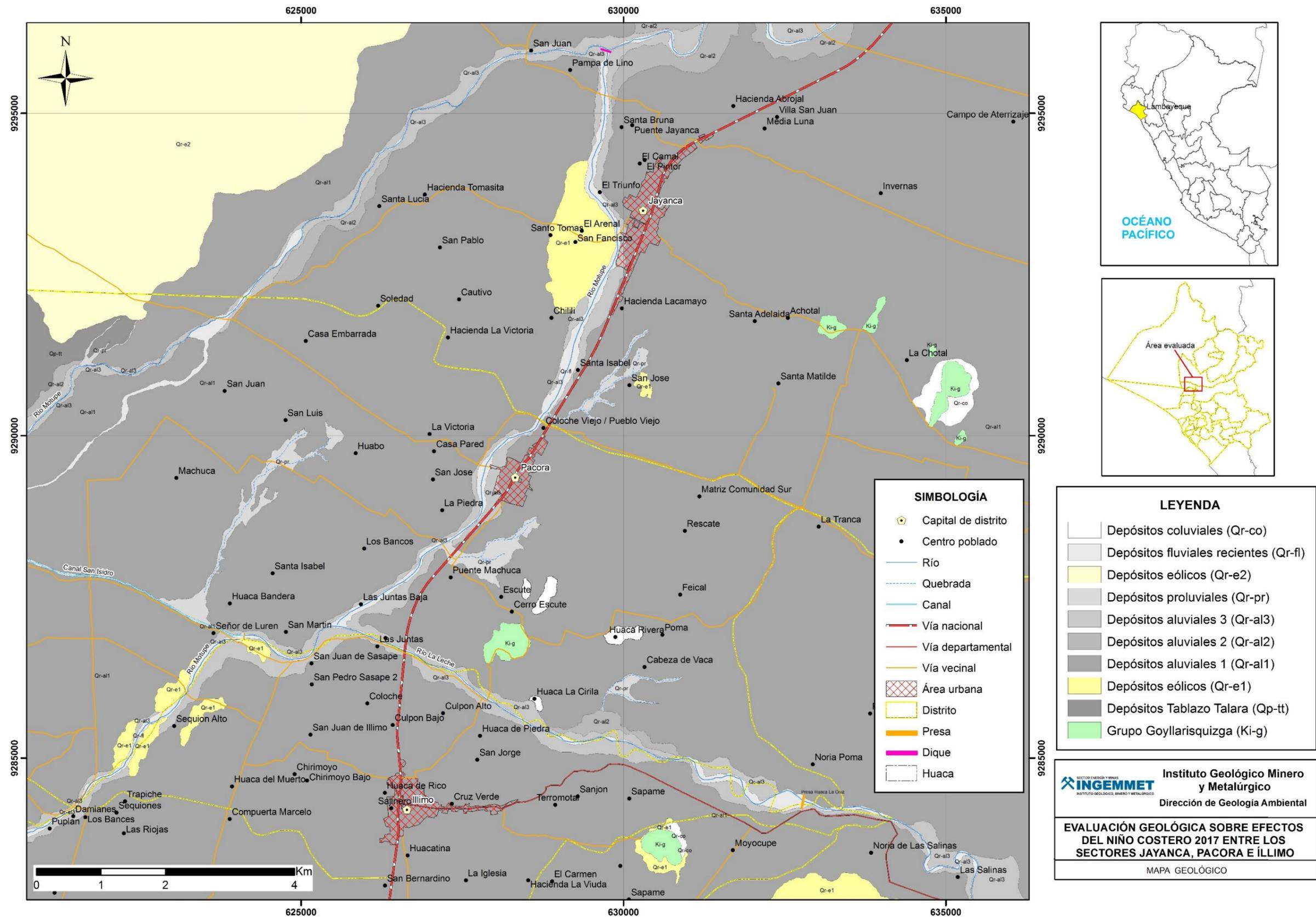


Figura 3

#### 4.1.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El creciente análisis de información geomorfológica actual, es el resultado de la necesidad de contar con una cartografía geológica de superficie útil y necesaria en investigaciones relativas a las ciencias de la tierra y con muchas de las actividades humanas. El reciente interés por la geomorfología es una derivación específica de esa necesidad y utilidad pues, como consecuencia de la expansión demográfica, entran en consideración todos aquellos problemas relacionados con la geología superficial, como es la agricultura, riego, erosión, obras públicas, urbanismo, medio ambiente, riesgos naturales, etc. (Martín-Serrano *et al.* 2004).

En un mapa geomorfológico las unidades elementales que contiene se organizan en agrupaciones genéticas; es decir que se establece a partir de su génesis principal, (Martín-Serrano *et al.* 2004), estas agrupaciones genéticas son (figura 4):

##### Unidades Geomorfológicas

- De origen endógeno (erosivas): son los relieves iniciales que constituyen las formas estructurales elementales.
- De origen exógeno (acumulación): son geoformas de carácter depositacional o de agradación): relacionado con los procesos y agentes denudativos.

Según lo mencionado tenemos en la zona las siguientes unidades geomorfológicas:

##### A. Origen Endógeno

###### 1) Colinas en roca sedimentaria (RC-rs)

Se encuentran a manera de montes islas, con pendiente moderadas, menores a 25°, tienen alturas hasta de 70 m. Como ejemplo tenemos el cerro Jotoro y otros ubicados al sureste de Jayanca; este y noreste de Illimo. El substrato rocoso está compuesto por afloramientos de areniscas y cuarcitas.

###### 2) Lomadas en roca sedimentaria (RL-rs)

Se encuentran en el sector La Chontal a manera de montes islas. Los cerros tienen pendiente moderadas, menores a 15°, con alturas hasta de 10 m. Están compuestos por afloramientos de areniscas y cuarcitas.

##### B. Origen Exógeno

###### 1) Cauce de Río.

Corresponde al cauce actual del río, contiene sedimentos conformados por arenas, limos y arcillar, de fácil transporte.

###### 2) Vertiente de detritos coluvio-deluvial (V-cd)

Se encuentra las laderas del cerro en el sector Chontal. Se presenta en forma de conos de derrubios. La pendiente de estos depósitos es menor a 15°, y se amolda a la pendiente de las laderas del cerro.

###### 3) Piedemonte aluvio-torrencial

Corresponde a los depósitos generados por las quebradas S/N, son de pendientes bajas, conformadas por arenas, limos y arcillas.

#### **4) Terraza aluvial (T-al)**

Esta unidad está ampliamente distribuida en la zona se caracterizada por tener una baja pendiente. Está formada por los antiguos depósitos de los ríos Motupe y La Leche, sobre ella se desarrolla la actividad agrícola, parte de Illimo, Pacora y Jayanca.

Se presentan inundaciones en tiempos de lluvias excepcionales como la del fenómeno El Niño. Presenta pendiente muy baja.

#### **5) Terraza media aluvial (Tm-al)**

Se encuentra inmediatamente después de la terraza aluvial baja, y se dispone casi en forma paralela a los cauces de los ríos Motupe y La Leche.

Presenta pendiente muy baja.

#### **6) Terraza baja aluvial (Tb-al)**

Se encuentra inmediatamente después a los bordes de los cauces de los ríos Motupe y La Leche. Se presentan en forma paralela al curso de los ríos. Su extensión puede alcanzar desde unos cuantos metros hasta los 750 m. En esta unidad se presentan inundaciones en tiempos de lluvias. Presenta pendiente muy baja.

#### **7) Mantos de arena**

Están cubriendo parte de la planicie aluvial y Tablazos Talara, a manera de dunas y mantos de arena. Presenta pendiente baja

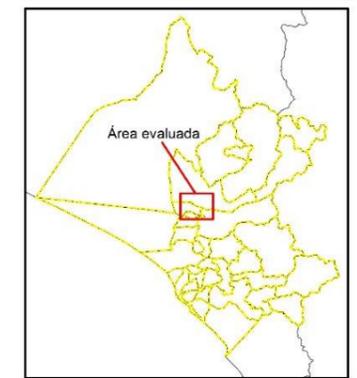
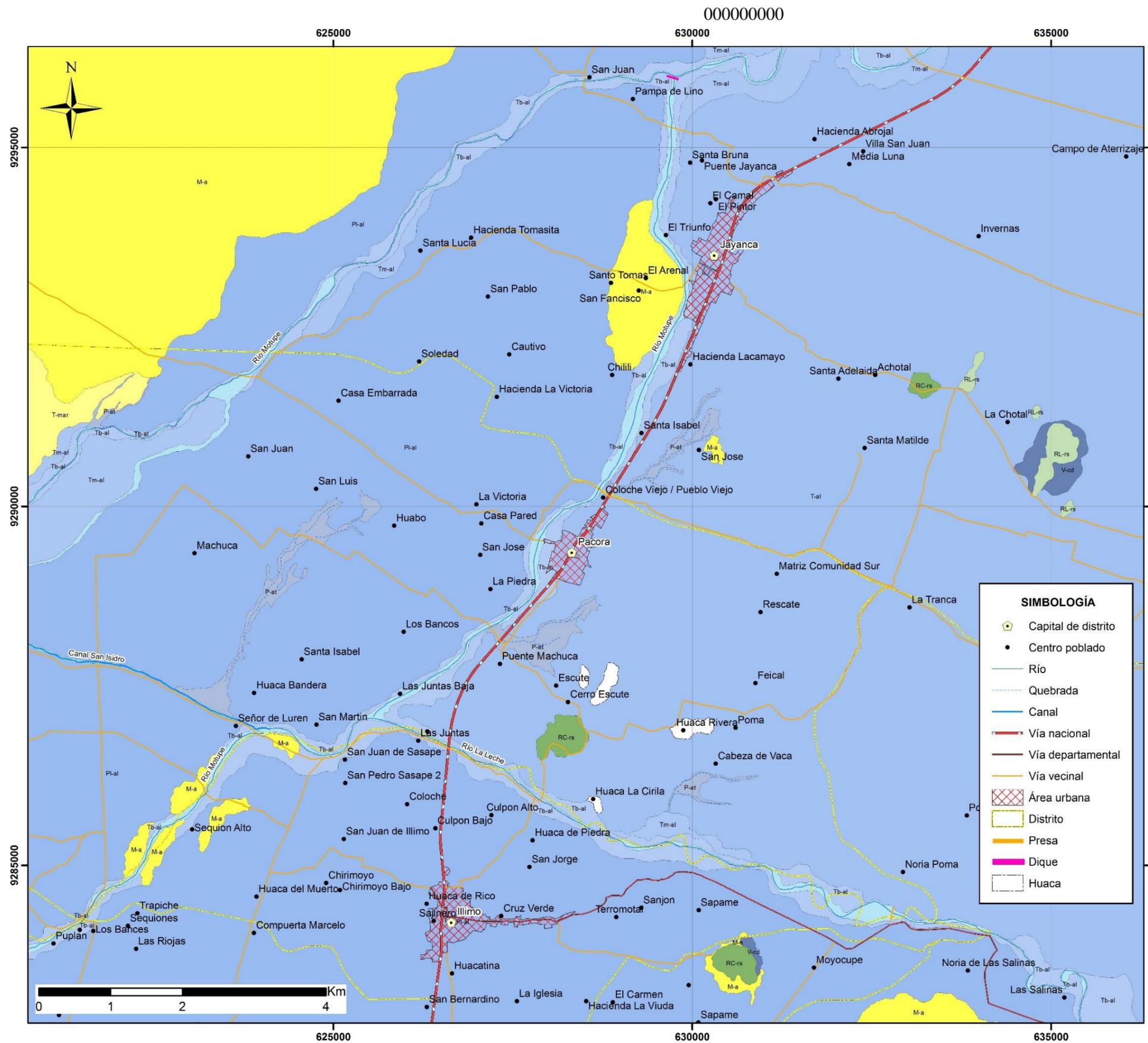
Se tienen dunas fósiles, ubicados en Jayanca (El Arenal), San José así como entre San Martín hasta Sequión Alto, las cuales se encuentran en ambas márgenes de un brazo del río Motupe.

#### **8) Llanura o planicie aluvial**

Se encuentra en la margen derecha actual cauce del río Motupe y entre los brazos antiguos y recientes del río Motupe, se caracteriza por tener pendiente baja. Presenta cierta resistencia a los procesos erosivos.

#### **9) Terraza Marina**

Se ubica hacia el oeste de la zona de estudio, caracterizada por presentar una pendiente muy baja; resalta la que se encuentra en el extremo oeste del área de estudio.



**SIMBOLOGÍA**

- Capital de distrito
- Centro poblado
- Río
- Quebrada
- Canal
- Vía nacional
- Vía departamental
- Vía vecinal
- Área urbana
- Distrito
- Presa
- Dique
- Huaca

**LEYENDA**

**Origen exógeno (Depositación)**

- Cauce del río
- V-cd, Piedemonte coluvio-deluvial
- P-at, Piedemonte aluvio-torrencial
- Tm-al, Terraza media aluvial
- Tb-al, Terraza baja aluvial
- M-a, Mantos de arena
- Pl-al, Llanura o planicie aluvial
- T-al, Terraza aluvial
- T-mar, Terraza marina o tablazo

**Origen endógeno (Erosión)**

- RC-rs, Colina en roca sedimentaria
- RL-rs, Lomada en roca sedimentaria

**Instituto Geológico Minero y Metalúrgico**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA SOBRE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO 2017 ENTRE LOS SECTORES JAYANCA, PACORA E ILLIMO**

MAPA GEOMORFOLÓGICO

Mapa - 02	Escala: 1 / 50, 000	Año: 2017
-----------	---------------------	-----------

Figura 4

#### 4.1.5 VARIACIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE DE LOS RÍOS

Maill (1977), en función de la sinuosidad y el parámetro de braiding (trenzado), considera cuatro tipologías básicas de los tipos de ríos en: recto, meandriforme, entrelazado (braided) y anastomosado.

##### a) Análisis de la sinuosidad

En los ríos Motupe y La Leche, se presentan tramos rectos y sinuosos; por lo observado en las imágenes satelitales predominan los tramos rectilíneos (en un 80%) y sinuosos (20%), esto con referencia al sector estudiado.

Para descartar si se trata de tramos rectos, sinuosos o meandriformes aplicamos el concepto de Villota (2005), que señala: para determinar el índice de sinuosidad de un río se debe analizar los siguientes factores:

- Longitud del cauce del río (LC)
- Longitud del valle (LV)

El índice de sinuosidad se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Sinuosidad (IS)} = LC/LV$$

Si IS es mayor o igual a 1,5 se le considera como meándrico, si es menor a este valor es recto o sinuoso.

Además, Villota (2005), mencionada considerar que los cauces de los ríos meándricos deben contar con cierto grado de simetría en su curvatura.

Para el caso presente, se realiza un análisis en los cauces de los ríos Motupe y La Leche, en los tramos que presentan cierta sinuosidad.

##### Río Motupe

En el sector Pampa Lino, el cauce presenta curvaturas (figura 5) con cierta simetría, aplicando lo sugerido por Villota, tenemos:

Valor de la sinuosidad =  $LC/LV$

- Longitud del cauce (LC) = 6310 m
- Longitud de valle (LV) = 4260 m.

Valor de la sinuosidad IS =  $6310/4260 = 1.48$

El valor obtenido de la sinuosidad del cauce del río es menor a 1,5, por lo tanto, se considera como cauce sinuoso.

##### Río La Leche

En el cauce del río La Leche, en el sector San Lorenzo, se tiene un sector sinuoso, para descartar si es recto o meandriforme, aplicamos nuevamente el criterio propuesto por Villota (2005). Figura 6.

Valor de la sinuosidad =  $LC/LV$

- Longitud del cauce (LC) = 7170 m
- Longitud de valle (LV) = 11210 m.

Valor la sinuosidad IS =  $11210/7170 = 1.56$



**Figura 5.** Análisis de la sinuosidad del cauce del río Motupe, sector Pampa Lino



**Figura 6.** Análisis de la sinuosidad del cauce del río La Leche, sector San Lorenzo, donde el río presenta una serie de curvaturas.

En la imagen satelital, sector San Lorenzo (figura 7), se distinguen líneas en forma de curvas o semicírculos (resaltadas con color amarillo), son rastros dejados en la superficie del terreno por

el antiguo cauce del río. Se puede decir que estas huellas, son los orillares o complejos de estructura típica de los ríos meándricos desarrollados sobre terrenos con pendiente muy suave.



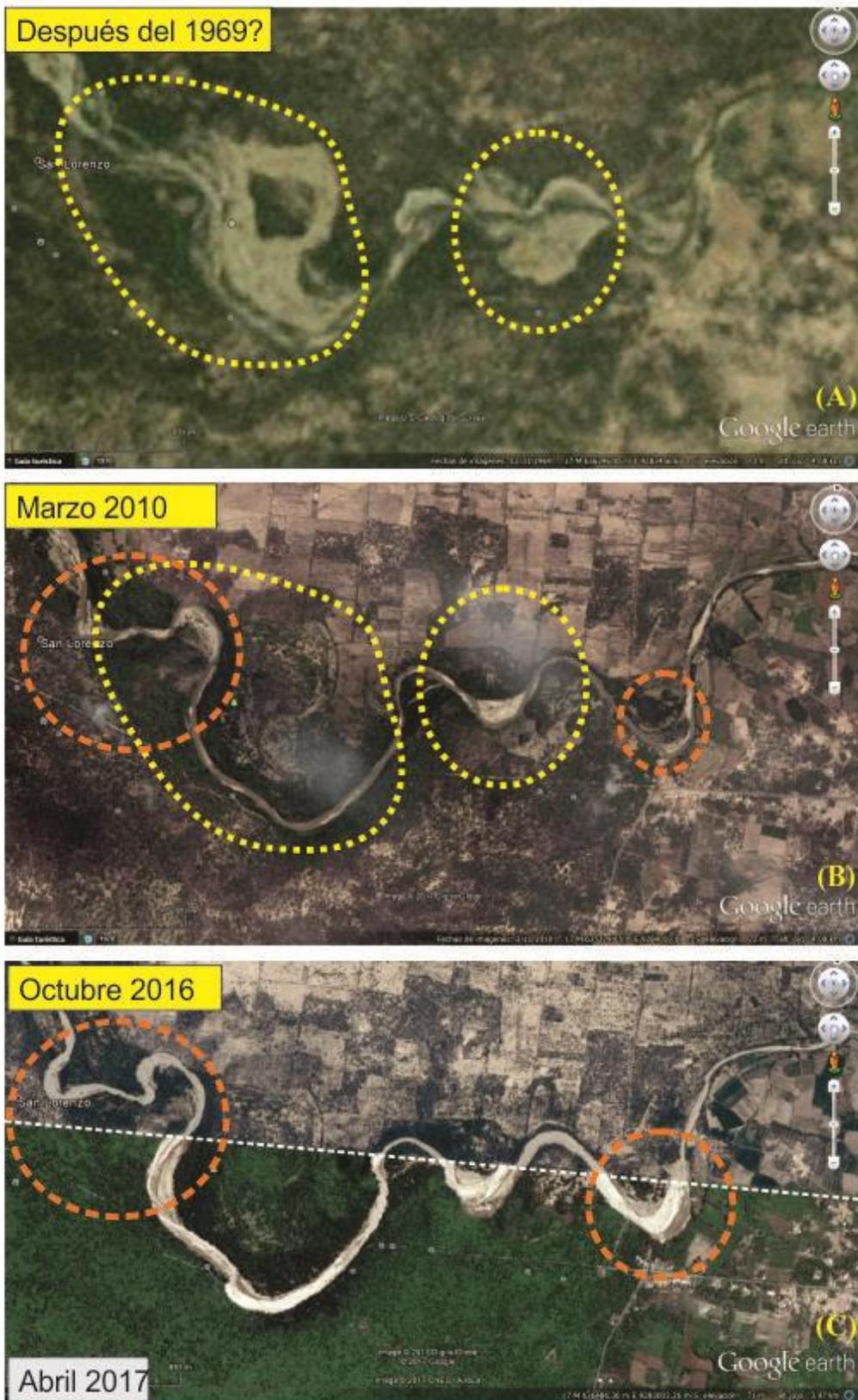
**Figura 7.** Sector San Lorenzo (río La Leche), se aprecia los cauces antiguos (líneas amarillas) que ha tenido el río La Leche.

Además, el cauce del río en este sector, sus curvaturas tienen cierta simetría, por lo cual se considera como meándrico.

Las figuras 8A, 8B y 8C muestran un análisis multitemporal de la variación en el cauce del río La Leche, realizado a partir de imágenes satelitales disponibles del Google Earth, para los años: 1969?, 2010, 2016 y 2017.

#### **b) Variación de la forma del cauce**

- Los cauces de los ríos Motupe y La Leche, en los sectores mencionados tienen forma sinuosa y/o meándrica, porque el terreno por donde discurre el río, tiene pendiente longitudinal muy baja menor a  $1^\circ$ . Entonces, por la carga excesiva de agua y sedimentos transportada por los ríos van erosionar y sedimentar en forma simultánea en ambos márgenes, en una erosionan (cóncava) y en otra sedimentan (convexa), además la erosión de las orillas es de forma helicoidal (cóncava).
- En los sectores meándricos, el cauce forma una “caja”, vale decir los límites de cauces recientes y antiguos, marcando o definiendo los límites hasta donde llegaron las variaciones del cauce del río en un período determinado. Esta zona es considerada muy susceptible a la inundación.



**Figura 8A.** y **Figura 8B,** se marca con líneas de color amarillo, las zonas donde hay mayor variación del cauce del río La Leche, la primera imagen corresponde a los años 1969?, la segunda al año 2010. Entre marzo 2010 y octubre 2016 se observan variaciones del cauce del río marcadas con líneas naranjas. **Figura 8C,** muestra dos escenas octubre 2016 y abril 2017, separadas por una línea blanca punteada.

- Cuando se presentan lluvias excesivas, como el fenómeno El Niño, se llegan a inundar estas terrazas, al sobrepasar su capacidad de carga el río se desbordar por los lados.

En las zonas donde el río se comporta como rectilíneo las inundaciones se generan por el desborde lateral y se expanden a lo largo de la terraza aluvial.

**c) Bifurcación en el cauce del río Motupe:**

El río Motupe presenta dos brazos en su tramo inferior, que se inicia desde pampa de Lino; sin embargo, el cauce principal es el brazo izquierdo que presenta un ancho irregular con máximo de 300 m y un mínimo de 80 m derecho. Éste, incide directamente sobre los sectores de Jayanca y Pacora, uniéndose al río La Leche en el sector Las Juntas.

El brazo derecho muestra un ancho regular entre 40 a 70 m. el cual podría corresponder a un brazo antiguo del río colmatado por la actividad eólica, pero que probablemente haya sido aperturado por la actividad antrópica, para irrigar los terrenos de cultivo adyacentes. Este brazo llega a desembocar en el sector de la laguna La Niña.

La caja noroeste del río (borde derecho), está limitada por el tablazo marino, cubierto en gran parte por depósitos eólicos.

#### **4.1.6 DINÁMICA EÓLICA SOBRE LA PLANICIE ALUVIAL**

Las terrazas aluviales en el valle de Motupe, analizando la geomorfología actual, probablemente fue cubierta por depósitos eólicos en el Pleistoceno. La extensión de estos depósitos antiguos, cuyos remanentes de mantos de arena se pueden apreciar en el sector El Arenal y Sequión Alta (dunas fósiles), actualmente corresponden a extensos terrenos de cultivo (sembríos de caña de azúcar o arrozales).

Frente a Jayanca, se tiene una “duna fósil” tiene una longitud de 2 km, no conserva su estructura original por la acción antrópica (usos de terrenos de cultivo), controla en parte la dirección del cauce del brazo izquierdo del río Motupe. Este depósito tiene forma ovalada, modelado por la acción fluvial del río Motupe (margen derecha). Es muy probable que el depósito eólico halla cubierto parcialmente el cauce del río, después fue erosionado.

Se tienen otros depósitos aislados entre los sectores Sequión Alto-San Martín, Cerro Escute, en ambas márgenes del río Motupe, aguas abajo de Las Juntas. Esto evidencia la invasión de depósitos eólicos en el pasado geológico, que después han sido erosionados.

#### **4.1.7 PRECIPITACIONES PLUVIALES**

De los datos disponibles del Senamhi, estación Jayanca<sup>2</sup>, para las precipitaciones pluviales registradas entre febrero y marzo 2017, las de marzo se dieron con mayor frecuencia las mayores precipitaciones (grafico 1).

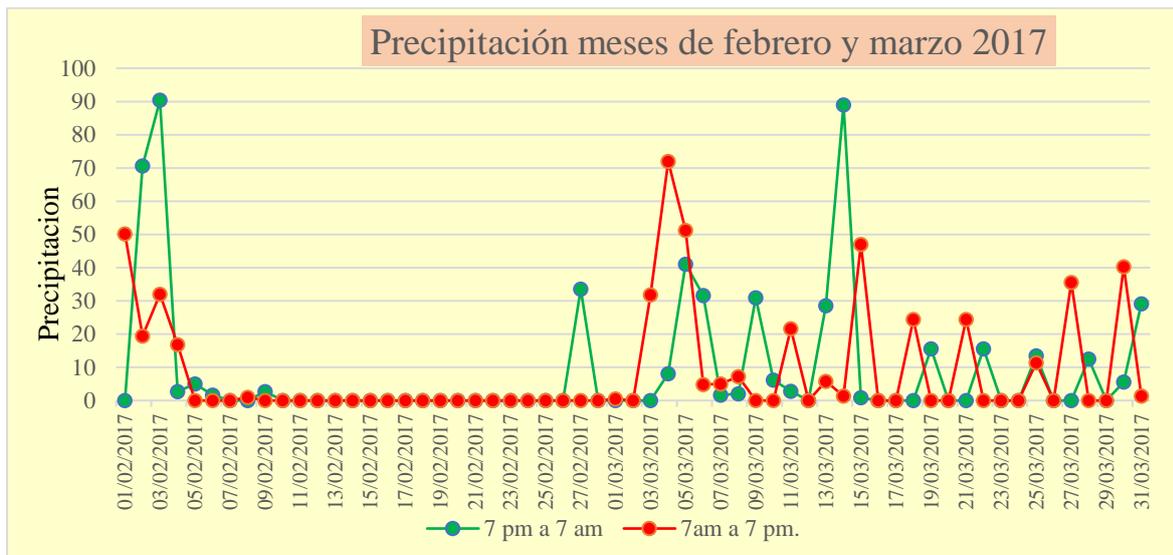
---

<sup>2</sup> Los datos que figuran en la Web del SENAMHI, están dados cada 12 horas, desde las 7 hasta 19 horas y 19 horas a 7 horas.

Las lluvias comprendidas en 12 horas que superaron los 80 mm, se dieron entre los días 2 y 3 de febrero y entre 13 y 14 de marzo (ver cuadro 4).

**Cuadro 4**

Día	Hora	Precipitación pluvial (mm)
02/02/2017	19	90.4
03/02/2017	7	
13/03/2017	19	89.0
14/03/2017	7	



**Gráfico 1**

De la data disponible, se tiene además que las precipitaciones registradas en 24 horas, en los meses febrero y marzo 2017, se dieron los días 2 y 3 de febrero; 4, 5 y 14 de marzo (grafico 2 y cuadro 5).

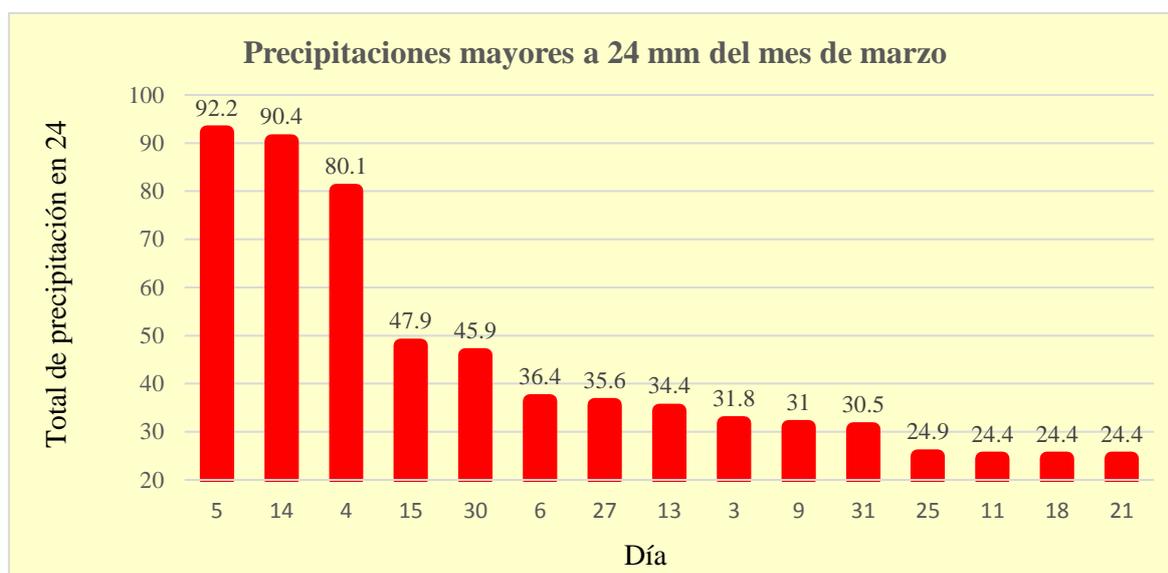


**Gráfico 2**

**Cuadro 5**

Día	Total de Precipitación (mm)
02/02/2017	90
03/02/2017	122.4
04/03/2017	80.1
05/03/2017	92.2
14/03/2017	90.4

Por otro lado, las precipitaciones pluviales en el mes de marzo, mayores a 24 mm en 24 horas, se presentaron los días 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 15 y 18, 21, 25, 27, 30 y 31; siendo los días 4, 5 y 14 donde las lluvias superaron los 80 mm en 24 horas.

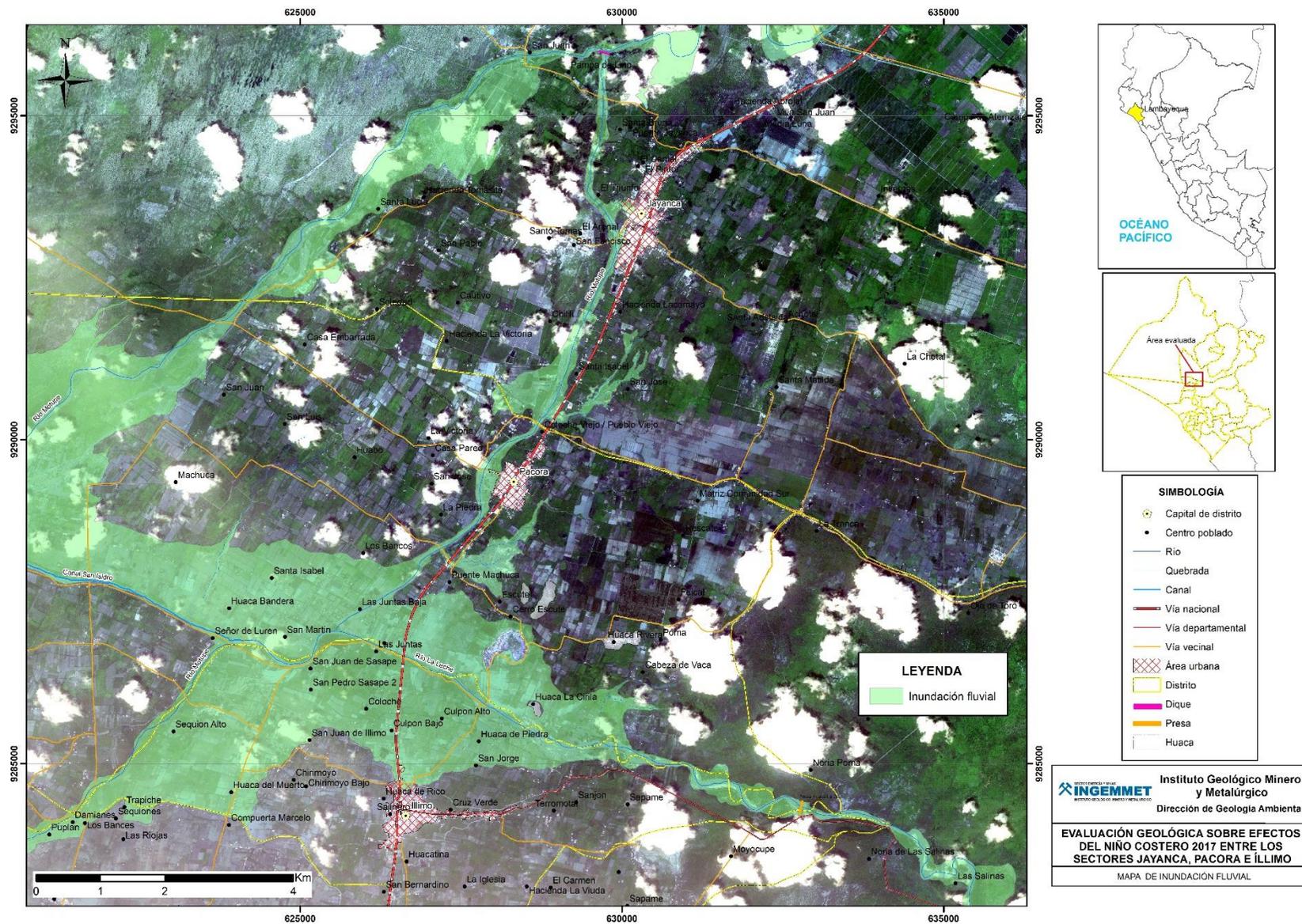


**Grafico 3**

#### **4.1.8 INUNDACIONES DE LOS RÍOS MOTUPE Y LA LECHE**

Las causas de las inundaciones son:

- Canal de los cauces reciente y antiguo de los ríos, colmatados.
- Cauces antiguos de formas sinuosas o meandriformes, reducidos a rectilíneos. Donde el río con carga extraordinaria recupera su forma antigua.
- Canal del cauce actual de los ríos, reducido, no soportó la carga excesiva de agua, generándose así el desborde.
- Canales de regadío que cruzan el cauce del río, no soportaron la carga excesiva proveniente de los ríos, generando desborde.
- Adicionalmente contribuyó las lluvias intensas que se presentaron durante el proceso de inundación, es decir la inundación no solo fue fluvial sino también pluvial. Esto está relacionado a lo indicado en el ítem 4.1.7 donde se resalta las máximas precipitaciones presentadas en 24 horas (duración) y también la prolongación de lluvias en varios días.



**Figura 9.** Inundaciones fluviales entre los sectores de Jayanca e Illimo, durante el fenómeno El Niño Costero 2017.

### **a) Río Motupe**

En el sector entre Pampa El Lino, frente a Jayanca, el **río Motupe** se separa en dos brazos (figura 10) el brazo izquierdo, cruza los sectores de Jayanca y Pacora hasta encontrarse con el río La Leche en el sector Las Juntas. Mientras el que va por la derecha, cruza terrenos de cultivo de los sectores Santa Lucía y San Juan, hasta encontrarse con un canal artificial derivado del río La Leche, el cual desemboca posteriormente en la laguna La Niña.

Parte de los terrenos en los sectores de Jayanca y Pacora, están asentados sobre el cauce antiguo del río Motupe, en el sector mencionado, por lo observado en las imágenes satelitales este cauce es de mayor ancho que el actual.

De lo observado en la imagen satelital octubre 2016, el cauce del río Motupe por la margen izquierda, se encontraba canalizado con defensas ribereñas (dique). Cuando el río creció violentamente (marzo 2017), originó el colapso del dique. El flujo de agua se canalizó por el antiguo cauce, erosionando todo lo que encontró a su paso, afectando principalmente terrenos de cultivo, vías de acceso y viviendas; la mayor inundación se dio entre la zona comprendida entre Jayanca-Pacora.

La estación Meteorológica Jayanca (La Viña), el día 14 de marzo registró precipitaciones pluviales que llegaron hasta 90.2 mm, que incrementó el caudal del río Motupe, esto estaría relacionado con las inundaciones presentadas este día. Es importante aclarar este punto, que el caudal del río ya venía sobrecargado por las lluvias aguas arriba, con las precipitaciones pluviales en la zona baja, incrementó más el caudal del río y por ende se originaron los desbordes del río, además influyó la deficiencia de drenaje en muchos sectores.

Por tanto, el incremento del caudal del río Motupe, antes de entrar a la bifurcación del río (Jayanca) ya venía con una carga extraordinaria, lo que no sucedió los días 2 y 3 de febrero (cuadro 5), donde a pesar de las lluvias registradas en la estación Jayanca (122.4 mm) mucho mayor que las del 14 de marzo, no fueron suficientes para generar desborde en el río.

Durante las inundaciones, entre Jayanca y Pacora las aguas llegaron a cubrir hasta 1,5 m de altura y duraron varios días.

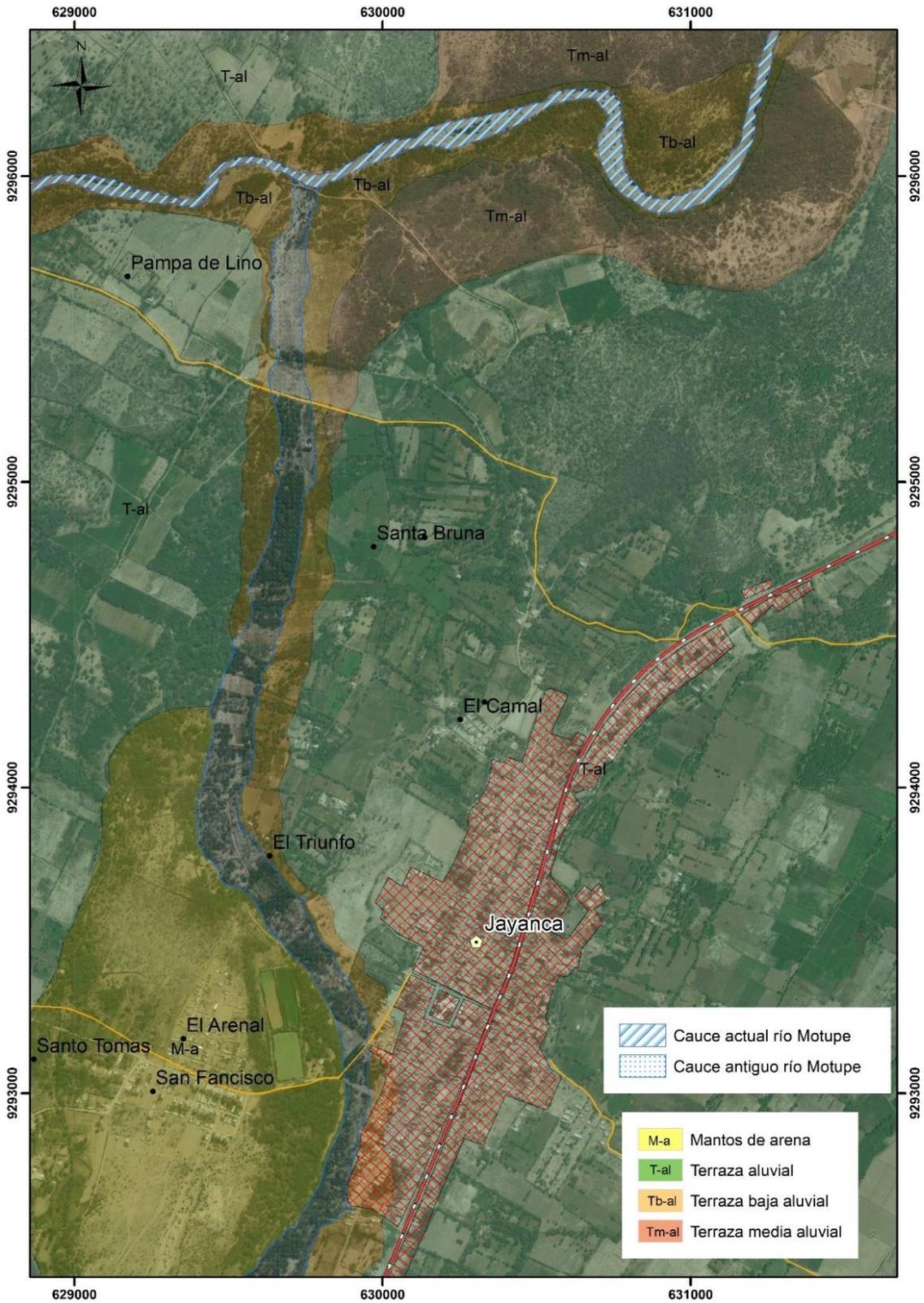
### **b) Río La Leche**

El río **La Leche**, antes de entrar a Illimo, sector Las Salinas-San Lorenzo, se comporta como un río meándrico<sup>3</sup>, después pasa a ser rectilíneo hasta llegar a la confluencia con el río Motupe. Es probable que el cauce del río rectilíneo mencionado, en un tiempo antiguo haya tenido forma meándrica o sinuosa, pero en la actualidad por la actividad antrópica se haya estrechado y modificado su cauce normal.

En el sector La Compuerta Huaca La Cruz<sup>4</sup>, ubicada en la margen izquierda del río La Leche, deriva las aguas hacia un canal de regadío. Este sector el cauce del río es meandrico (figura 11).

---

<sup>3</sup> Tramo analizado en el punto 4.1.5.



**Figura 10.** Bifurcación del río Motupe.

<sup>4</sup> El río La Leche se desbordó a nivel de la bocatoma Huaca de la Cruz, produciendo inundaciones aguas abajo. El encauzamiento realizado después de las crecidas del año 1983 fue para un caudal de diseño de 800 m<sup>3</sup>/s, se estimó el caudal pico de la crecida en 1998 llegó a 1200 m<sup>3</sup>/s a nivel de la Panamericana Norte.



**Figura 11.** Cauce del río La Leche de forma sinuosa, para luego convertirse en rectilíneo.

En base a la observación de las imágenes satelitales de los años 2013, 2015 y 2016 (figura 12) del sector Compuerta Huaca La Cruz, el cauce del río La Leche, agua abajo, puede decir lo siguiente:

- Diciembre 2013, el río no estaba canalizado.
- Febrero 2015, el río no se encontraba canalizado por ambas márgenes.
- Marzo 2016, la defensa ribereña de la margen derecha fue afectada por el incremento del caudal del río por lluvias del Fenómeno El Niño 2016.

En el cambio de la forma del cauce del río La Leche de meándrica a rectilínea en este sector, por el exceso de carga de agua del río, el cauce que era rectilíneo pasa a sinuoso, es decir vuelve a tomar su forma antigua (figura 13).

El río en este sector, por la carga excesiva de fluido, adquiere un mayor poder erosivo, afectando las defensas ribereñas de ambas márgenes, generando el desborde e inundación en sus márgenes.

Por la margen izquierda, al romper el dique en 100 m, las aguas provenientes del río, se canalizan por la terraza y canales de irrigación, llegan a inundar al poblado de Illimo, como también caseríos y terrenos de cultivo, obstruyeron vías.

Los lugares donde se generaron las inundaciones fluviales, incrementaron su área de afectación por el agua de lluvia.

Las aguas de inundación llegaron a cubrir hasta un metro las viviendas en Íllimo, caseríos y terrenos de cultivo. Vale mencionar que el poblado de Íllimo se encuentra ubicado en la margen izquierda del río La Leche, a 2 km del cauce actual del río.

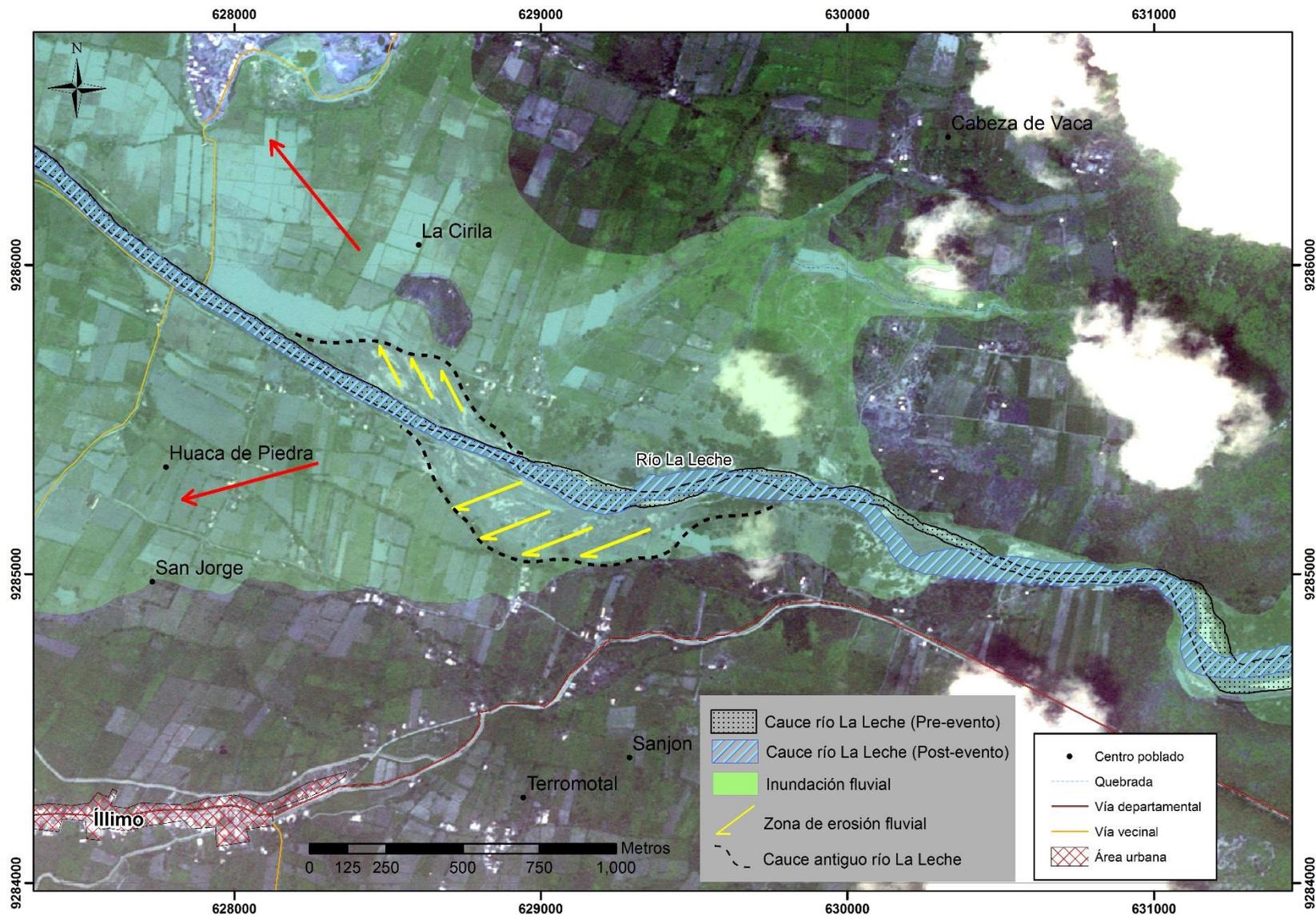
Por la margen derecha, al romperse la defensa ribereña, las aguas se canalizan por la terraza, hasta llegar a Jayanca, cubriendo terrenos de cultivo, caseríos y vías de acceso, incluyendo la Antigua Panamericana Norte. Deja las huacas y colinas con la apariencia de “islotes”.

La inundación de mayor dimensión, al igual como ocurrió en el río Motupe, sucedió el día 14 de marzo, que duró varios días, dejando incomunicado los poblados aledaños.

Por las depresiones topográficas, con el exceso de lluvia local, se dieron lugar a empozamientos de agua, que en muchos casos se mezcló con el agua proveniente de la inundación fluvial.



**Figura 12.** Secuencia de imágenes del cauce del río La Leche:  
Año 2013: Sector no canalizado;  
Año 2015: Sector canalizado por ambas márgenes;  
Año 2016: En la margen derecha, parte de la defensa ribereña, está destruida



**Figura 13.** El cauce del río la Leche se vuelve de rectilíneo a sinuoso (líneas negras punteadas )

#### 4.2 SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES REGIONAL

Se han tomado como parámetros para el análisis de la susceptibilidad las variables geomorfología y pendientes del terreno. (Mapa 2).

**Cuadro 6**

<b>Categoría de susceptibilidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nula</b>	Vertientes de laderas inclinadas y cóncavas de montañas, colinas y lomadas de baja altura.
<b>Baja</b>	Representada por terrenos que presentan un nivel ligeramente alto, conformando geoformas de terrazas aluviales altas, geoformas cubierta con mantos de arena y dunas fósiles de baja elevación. Se puede decir que no están exentas de inundaciones fluviales provocados por desbordes de cursos de río asociados a caudales excepcionales.
<b>Media</b>	Corresponde a terrenos planos de pendiente baja a nula, se encuentra muy próxima al curso principal del río. Las geoformas son terrazas medias a altas, dunas fósiles de baja altura y quebradas secas que se activan excepcionalmente. Estas zonas pueden ser afectadas por inundaciones de tipo fluvial o pluvial, donde muchas veces es difícil establecer los límites entre estos dos tipos, pudiendo producirse en muchos de los casos al mismo tiempo en función a las características hidrológicas y meteorológicas que sucedan en su cuenca.
<b>Alta</b>	Se tienen terrenos planos de pendiente muy baja, conformando el lecho del río actual, las llanuras inundables, terrazas bajas y antiguos cauces del río. Estas zonas fueron afectadas recientemente por desbordes de los ríos. Las mayores inundaciones se generaron por los desbordes de los ríos Motupe y La Leche, Chancay, etc. Los ríos se comportaron como ríos de tipo sinuoso o meándrico, no como rectilíneos. También influyó las inundaciones pluviales.

#### 4.3 SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA REGIONAL

Para la susceptibilidad a movimientos en masa se han considerado los mapas: pendientes, litológico, geomorfológico, hidrogeológico y cobertura vegetal. (Mapa 3)

**Cuadro 7.**

<b>Categoría de susceptibilidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Muy Baja</b>	Se presentan terrenos planos, terrazas bajas, depósitos eólicos y cauces de ríos, los movimientos en masa son casi nulos o muy escasos.
<b>Baja</b>	Corresponde a terrenos conformados por terrenos de pendiente baja (1° a 5°), corresponde a los depósitos aluviales. Estos terrenos sufren las consecuencias de los efectos de lo que sucede en la cuenca alta. Es decir, en muchos casos son las zonas donde se llegan a depositar los flujos de detritos o de lodo que se generan en la parte media o alta de la cuenca de la quebrada. Se pueden genera flujos de lodo originados por la erosión de los depósitos eólicos.

<b>Media</b>	Se tienen terrenos con pendiente moderada menores de 15°, son lomadas tipo intrusivo, sedimentaria, volcánicas y colinas metamórficas. Se han presentado movimientos en masa como derrumbes y flujos de lodo o detritos.
<b>Alta</b>	Se presentan en terrenos con pendiente menores a 25°, y mayores de 45°, son colinas y montañas volcánico, metamórficas, sedimentarias. Se encuentran en los sectores de Cirato (Catache) Potrerillo (Llama), Talapampa (Catache), etc. Son las zonas donde se inician los flujos de detritos. Se presentan derrumbes, algunos deslizamientos reactivados.
<b>Muy Alta</b>	Se presentan en terrenos con pendiente mayores a 25°, son colinas y montañas volcánico-sedimentarias. Se encuentran en los sectores de Cirato (Catache) Potrerillo (Llama), Talapampa (Catache), etc. Son zonas donde inician los flujos de detritos. Se han presentado la mayor cantidad de derrumbes, y deslizamientos reactivados

## **5. CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA.**

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 Lambayeque-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:

**CUADRO N°8**

<b>CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR LOS PELIGROS GEOLÓGICOS. LAMBAYEQUE (SECTOR A)</b>					
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>SECTOR (DISTRITO) (CÓDIGO)</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>INUNDACIÓN FLUVIAL</b>	Las Pirkas - Jayanca (Jayanca) (3A-1)	Lambayeque / Lambayeque	Se presentan depósitos aluviales de material fino (arenas, limos y arcillas), que inundó el antiguo cauce del río Motupe que tiene una dirección norte-sur.	Afectó las instalaciones del centro recreativo las Pirkas (piscinas, zoológico y áreas comunes), como también postes de tendido eléctrico, etc.	Considerar alcantarillas en el muro construido para represar el agua de la laguna
	Olmos - San Cristóbal (Olmos) (3A-2)	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación compuesta principalmente por material fino, transportado por el río.	Afectó viviendas y extensas áreas de cultivo	Reubicación de viviendas afectadas. Construcción de obras de defensa ribereña o enrocado con material resistente a la erosión fluvial.
	Tongorrape (Motupe) (3A-3)	Lambayeque / Lambayeque	Aumento de caudal del río durante lluvias excepcionales, lo que produjo la ruptura de tuberías de agua potable y provocó la pérdida de áreas de cultivo de maíz.	Afectó viviendas y extensas áreas de cultivo	Reubicación de viviendas afectadas. Reforzamiento del enrocado en márgenes del río donde se produjo el desborde.
	Marripón (Motupe) (3A-4)	Lambayeque / Lambayeque	Margen izquierda del río. En esta zona se generó el desborde del río. La inundación alcanzó alturas 1.5m, El río se desvió por un brazo.	Afectó zonas de cultivo y colapso parcialmente una vivienda.	Construcción de muro de contención en la margen izquierda del río para evitar futuros desbordes.
	Santa Isabel (Jayanca) (3A-5)	Lambayeque / Lambayeque	Erosión en surcos por escorrentía que provocó la caída de portada de concreto de hacienda	Mal sistema de drenaje, el mismo que contribuyo con la destrucción de infraestructura privada.	Mejorar en sistema de drenajes y reubicar la infraestructura colapsada.
	Illimo - Río La Leche (Illimo) (3A-6)	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación, actualmente se tienen presencia de limos y materiales finos. El nivel de inundación alcanzó un metro sobre el terreno y 2.5m respecto del nivel del cauce	Afectó tres viviendas y terrenos de cultivo.	Reubicación de tres viviendas afectadas, reforzamiento del enrocado en márgenes del río donde se produjo el desborde.
	Lambayeque-Piura (Morrope) (3A-7)	Lambayeque / Lambayeque	Depósitos fluviales y aluviales formando terrazas de baja pendiente, con presencia de regular vegetación (cultivos y arbustos). Las precipitaciones pluviales generaron la colmatación del río La Cuesta, produciéndose el desborde del mismo.	Vivienda de material rústico, parcialmente afectada.	Reubicación de viviendas afectadas, reforzamiento del enrocado en márgenes del río donde se produjo el desborde.
	Lambayeque-Piura (Morrope) (3A-8)	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación, actualmente se tienen presencia de limos y materiales finos.	Afectó viviendas de adobe.	Reubicación de viviendas afectadas, Enrocado en márgenes del río donde se produjo el desborde.

EROSIÓN FLUVIAL	Olmos - Abra Porcuya (Motupe) (3A-10)	Lambayeque / Lambayeque	Erosión fluvial acompañado de desborde de cauce, ocasionando el socavamiento de los bordes del río. La zona de deslizamiento es de aproximadamente 10 m de ancho	Vivienda ubicada sobre terraza, que fue erosionada en su base y causó colapso de la vivienda.	Reubicación de viviendas ubicadas en el borde. Canalización y limpieza del cauce.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	Zapote - Salitral (Motupe) (3A-9)	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos promedio de 1 a 2 metros, con bloques mayores a 10 metros de diámetro.  El flujo llegó hasta la carretera Panamericana Norte Antigua.	Afectó dos viviendas	Se recomienda construcción de muros de contención. Reconstrucción del acceso al santuario por otra zona.
DESIZAMIENTOS (CAÍDA DE ROCAS U OTROS)	Colaya (Salas) (3A-11)	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional, compuesto por limo-arcillas rojizas. Este movimiento provocó el colapso de las estructuras en lugares aledaños.	El deslizamiento ocasionó el colapso del local de la Institución Educativa N°161	Evaluar la posibilidad de reubicar la zona afectada. Rehabilitar la vía. Remover el material deslizado (Desquinchar).

### CUADRO N°9

#### CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR LOS PELIGROS GEOLÓGICOS. LAMBAYEQUE (SECTOR B)

TIPO DE PELIGRO	SECTOR (DISTRITO) (CÓDIGO)	PROVINCIA / REGIÓN	COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
	Oberazal (Chongoyape) (3B-1)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos aluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas); los fragmentos de roca son de formas redondeadas y subredondeadas que indican que tienen gran recorrido, son de naturaleza sedimentaria (areniscas) y volcánica.</p> <p>El terreno es usado como zona urbana y terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales perteneciente a ambos márgenes de la quebrada Juana Ríos.</p> <p>Por la rotura del muro de encauzamiento o defensa ribereña (dique), de la margen izquierda, quebrada Chirquipe, en un tramo de 100 m, permitió que las aguas fluyeran hacia el sector urbano y agrícola.</p>	Se inundaron viviendas en el sector Oberazal y se destruyeron 25.2 metros del muro de encauzamiento en la quebrada Chirquipe. Afectó también terrenos de cultivo y vías de acceso.	<p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro.</p> <p>Canalizar toda la quebrada, con la finalidad de darle un curso definido. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada Chirquipe/Yaipón. Realizar un programa de forestación en las márgenes de las quebradas.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p>

	Nuevo Paraíso (Reque) (3B-2)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos eólicos recientes han cubierto las laderas de los cerros conformados por rocas intrusivas (adamelitas).</p> <p>La pendiente de los cerros es menor a 20°, la terraza aluvial es de baja pendiente menor a 2°; ambas cubiertas por depósitos eólicos.</p> <p>El poblado y terrenos de cultivo, se desarrollan sobre depósitos eólicos.</p> <p>Al generarse las lluvias, el material suelto se canaliza por la quebrada, afectando los depósitos eólicos.</p> <p>El flujo de detritos estuvo conformado por gravas, gravillas y arenas, los fragmentos de rocas son de formas subredondeadas a subangulosas, esto indica escaso recorrido del flujo. En las laderas de los cerros se encuentran materiales sueltos, producto de la erosión esferoidal, que alimentan la quebrada.</p>	Afectó tres viviendas y destruyó una; destruyó vía de acceso.	<p>Reubicación de las viviendas afectadas y destruidas.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar las laderas inestables de los cerros.</p> <p>La población debe ser capacitada en temas de peligros geológicos.</p>
	La Calera (Reque) (3B-3)	Chiclayo / Lambayeque	<p>El depósito eólico está cubriendo el cauce de la quebrada S/N y parte de las laderas. Se tienen colinas intrusivas (adamelitas) cubiertas parcialmente por depósitos eólicos.</p> <p>El terreno se encuentra como zona urbana y terrenos de cultivo.</p> <p>Flujos conformados mayormente por arena, y erráticamente se presentan bloques erráticos hasta de 40 cm. en longitud. La forma de los fragmentos de roca es de redondeadas y subredondeadas.</p>	Afectó siete viviendas y destruyó una.	<p>Reubicación de viviendas afectadas y destruidas, como también las que se encuentran en los bordes de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestación de las laderas inestables de los cerros.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el poblado. La población debe ser capacitada en temas de peligros geológicos.</p>
	Desaguadero (Pátapo) (3B-4)	Chiclayo / Lambayeque	<p>El cauce de la quebrada se encuentra ocupado por el área urbana, agrícola y cantera (extracción de agregados).</p> <p>Geomorfológicamente se identificó un piedemonte aluvio-torrencial, caracterizada por tener terrenos de pendiente baja (menor de 2°). El cauce de la quebrada en la parte baja, esta removido por actividad de extracción de material (cantera antigua), que modificó la superficie del terreno.</p> <p>La quebrada antes de llegar a la zona urbana y carretera Chiclayo-Chongoyape, se separa hasta en cuatro ramales, siendo la rama distal de la margen izquierda la de mayor ancho (10 m), el resto llega hasta 5 m. con profundidades hasta de 2 m.</p> <p>Los canales o cauces de la quebrada, al estar removidos por las canteras, los canales de la quebrada no tienen un curso definido.</p> <p>En las laderas de los cerros se observan procesos de erosión de laderas que aportan material suelto al cauce de la quebrada. La expansión urbana ha reducido el cauce de la quebrada.</p> <p>Los flujos de detritos generados, formaron depósitos conformados por gravas, arenas y arcillas y restos de árboles. Los fragmentos de rocas son de formas subredondeadas a subangulosas, de naturaleza sedimentaria y volcánica.</p>	Destruyó una vivienda, afectó carretera Chiclayo-Chongoyape y canal Madre Tinajones.	<p>Reubicación de las viviendas que se encuentran en ambos márgenes de los cauces de las quebradas. No permitir el crecimiento urbano en los cauces de las quebradas.</p> <p>Descolmar el cauce de la quebrada.</p> <p>Canalización de la quebrada.</p> <p>Rediseñar el sistema de drenaje de la carretera, para que no se obstruyan las alcantarillas al paso del flujo, ampliar capacidad de drenaje. Para ello se tienen que tomar en cuenta los caudales de las quebradas y geomorfología de la zona.</p> <p>Canalización de la quebrada, con la finalidad de darle un cauce definido.</p>

			<p>El flujo al desplazarse aguas abajo, incorpora material suelto (canteras) canalizándose y ampliando su canal hacia la zona urbana. Al llegar a las alcantarillas las obstruye, ocasionado un embalsamiento, donde el material del flujo se desborda, discurriendo por la carretera, zona urbana y agrícola. Este material llega hasta el canal Madre de Tinajones.</p>		<p>Forestación de las laderas de los cerros.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para flujos en el poblado.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	La Cría (Pátapo) (3B-5)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y escasamente grueso (gravilla).</p> <p>Los depósitos generados por los flujos de detritos, están conformados por fragmentos de roca de formas subredondeadas a subangulosas esto demuestra que la quebrada tiene un recorrido, por la forma del material.</p> <p>Los fragmentos de roca son de naturaleza sedimentaria y volcánica y llegan hasta tamaños hasta de 5 cm. Geomorfológicamente se tiene una unidad de piedemonte aluvio-torrencial, caracterizada por tener pendiente baja (menor de 2°). Sobre ella se encuentra asentado la población.</p> <p>El cauce actual de la quebrada esta reducido por la expansión urbana. Aguas arriba de la zona urbana, el cauce de quebrada está siendo modificado por la extracción de agregados (cantera), generando material suelto de fácil acarreo.</p> <p>Al generarse el flujo, incorpora material suelto al cauce de la quebrada, al pasar por la alcantarilla la obstruye, originando que el material se rebose por la carretera y zona urbana.</p> <p>El cementerio se encuentra cercano al flanco oeste de una colina, donde se observan procesos de erosión de laderas, que aportaron material suelto, generando flujos de lodo, este evento afectó viviendas, cementerio y corrales de ganado porcino.</p> <p>La quebrada al cruzar la zona urbana, su ancho se ha reducido.</p> <p>Cuando se generó el flujo, al pasar por la alcantarilla de carretera Chiclayo-Chongoyape, obstruyó el dren, originando que el material del flujo se desborde por la carretera y la zona urbana.</p>	<p>Afectó las viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada.</p> <p>Afectó alcantarilla de la carretera Chiclayo-Lambayeque.</p> <p>Para un próximo evento podría afectar las viviendas que se encuentran en el borde de la quebrada.</p>	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada, para que en una próxima avenida no sean afectadas.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Canalizar la quebrada, la extracción de material para agregados, debe realizarse en el centro de la quebrada, después de realizar esta labor se debe dejar la zona con una superficie suave, sin hendiduras, para evitar que en tiempos de lluvia empozamientos de agua.</p> <p>En la zona de laderas se debe realizar una intensa forestación con la finalidad de darle una mayor estabilidad al terreno.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> <p>En la zona con actividad de extracción de agregados (canteras), que se encuentra en el cauce de la quebrada, debe sugerirse que traslade la actividad hacia aguas arriba, o en todo caso el relieve del cauce debe quedar en forma homogénea, con la finalidad de no generar oquedades, para que en tiempos de lluvia no se generen empozamientos o montículos de material de fácil erosión.</p>

	Pátapo-Quebrada Santa Lucía (Pátapo) (3B-6)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por gravilla, arena y limo.</p> <p>Geomorfológicamente se tienen una planicie aluvio-torrencial, caracterizada por tener pendiente muy baja (menor de 2°). Se tienen afloramientos de rocas volcánicas de composición andesítica y dacítica (Volcánico Oyotún).</p> <p>Los fragmentos de roca del depósito son subredondeados y subangulosos, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 10 cm, con predominancia a los menores a 5 cm.</p> <p>La expansión urbana ha ocupado el cauce de la quebrada. La carretera Chiclayo-Pátapo, cruza el cauce de esta quebrada, sobre ella se ha construido una alcantarilla que ha reducido el cauce de la quebrada.</p> <p>Al generarse el flujo, incorpora material suelto del cauce de la quebrada, arrastrando también restos de troncos de árboles. Al pasar el flujo por la alcantarilla la obstruye (luz reducida), originando que el material se desborde y se desplace por la carretera y el área urbana. El llegar el flujo hacia la alcantarilla que se encuentra por debajo del canal madre de Tinajones lo obstruye nuevamente, rebalsando hacia la zona urbana.</p> <p>Haciendo una comparación de las imágenes satelitales 2003 y 2017, disponibles en el Google, se aprecia que la expansión urbana está orientada hacia el cauce antiguo de la quebrada. Además, se aprecia que el ancho de la quebrada está reducido, en la parte alta llega hasta 50 m, mientras que en la zona urbana tiene hasta 5 m.</p>	Viviendas afectadas en el sector de Pátapo-(Quebrada Santa Lucía) y carretera Chiclayo-Chongoyape y canal madre del proyecto Tinajones.	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada y las que se encuentran dentro del cauce actual.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestación de las laderas inestables de los cerros.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaycos en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Pátapo-Quebrada La Primavera (Pátapo) (3B-7)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes sobre rocas volcánicas de composición andesítica y dacítica (Volcánico Oyotún).</p> <p>Los fragmentos de roca, que conforman el depósito son de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 10 cm, con predominancia a los menores a 5 cm. Sobre estos depósitos tenemos el área urbana y terrenos de cultivo. La expansión urbana ha ocupado el cauce de la quebrada. La carretera Chiclayo-Pátapo, cruza el cauce de esta quebrada, sobre ella se tiene una alcantarilla que ha reducido el cauce de la quebrada.</p> <p>Al generarse el flujo, incorpora material suelto del cauce de la quebrada, arrastrando también restos de troncos de árboles. Al pasar el flujo por la alcantarilla la obstruye (luz reducida), originando que el material se desborde y se desplace por la carretera.</p>	Viviendas afectadas y obstrucción de la alcantarilla carretera principal Chiclayo Tinajones.	<p>Reubicar viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Canalización del cauce de la quebrada.</p> <p>Forestación de las laderas de los cerros.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaycos en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Pátapo-Quebrada Almendra (Pátapo) (3B-8)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, ocupados por el área urbana. Tenemos un piedemonte aluvio-torrencial de pendiente baja.</p> <p>Esta quebrada es un ramal que proviene de la quebrada Santa Lucía. El cauce natural de la quebrada tiene un ancho hasta de 40 m, esta estrechado por la expansión urbana, se aprecian viviendas ubicadas en pleno cauce.</p> <p>Se apreció viviendas construidas sobre relleno, esto es de fácil de erosión.</p>	Viviendas construidas sobre relleno, fueron afectadas por los flujos de lodo.	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestación de las laderas inestables de los cerros.</p>

			<p>Por las laderas del cerro Piedra Blanca discurren aguas de escorrentía generados flujos de lodo, que afectaron viviendas.</p>		<p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaycos en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Huaca Blanca (Chongoyape) (3B-9)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes de pendiente baja. En la cuenca se tienen rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún).</p> <p>Geomorfológicamente es un piedemonte aluvio-torrencial. El material que lo conforma son gravas en matriz areno-limosa, los fragmentos de roca son de formas redondeadas, con tamaños predominante de 10 a 5 cm, erráticamente hasta de 20 cm. son de naturaleza volcánica y sedimentaria.</p> <p>El área se encuentra ocupada por el área urbana. El sector Huaca Blanca está disectado por una quebrada. La quebrada aguas arriba tiene un ancho hasta de 60 m y conforme llega a la parte urbana se reduce hasta en 20 m. El flujo se llega a disipar en los terrenos de cultivo.</p>	Afectó viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de badén.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana.</p> <p>Colocar muros disipadores de energía, para retener el material suelto.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	El Mirador - Yaipón (Chongoyape) (3B-10)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales reciente de pendiente baja. Geomorfológicamente es un piedemonte aluvio-torrencial. El material que lo conforma son gravas en matriz areno-limosa, los fragmentos de roca son de formas redondeadas, con tamaños predominante de 10 a 5 cm, erráticamente hasta de 20 cm. son de naturaleza volcánica y sedimentaria.</p> <p>En la cuenca tenemos rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún) y sedimentaria (Grupo Goyllarisquiza).</p> <p>Sobre los depósitos tenemos la zona urbana, y vías de acceso. Las viviendas se encuentran dispersas.</p> <p>El flujo se disipó en los terrenos de cultivo.</p>	Afectó viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo	<p>Reubicar las viviendas afectadas y las se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de badén.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana.</p> <p>Colocar muros disipadores de energía, para retener el material suelto.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	San Nicolás (Zaña) (3B-11)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes con pendiente baja. En la cuenca de la quebrada se tienen rocas intrusivas (adamelitas) y sedimentarias de naturaleza calcárea (Grupo Pullucana).</p>	Podría afectar a las viviendas de San Nicolás, vía Panamericana Norte y terrenos de cultivo.	<p>El cauce de la quebrada debe ser canalizado, orientarlo fuera de zona urbana. Para ello se tendrá que construir un muro (defensa ribereña), la dirección del posible flujo a</p>

			<p>Se tiene un piedemonte aluvio-torrencial, conformado por arena y limo, con escasa grava, los fragmentos de roca son de formas angulosas, con tamaños variables, predominando la gravilla, son de naturaleza intrusiva y sedimentaria.</p> <p>La quebrada tiene un cauce amplio y no definido. Los depósitos se encuentran utilizados como zona cantera y urbana.</p> <p>Con el fenómeno de El Niño del 1998, fue afectado este centro poblado. En la actualidad el flujo se disipó, relleno parte de las oquedades dejadas por las canteras, no llegó hasta la zona urbana.</p>		<p>generarse deberá ser hacia los terrenos agrícolas.</p> <p>La expansión urbana debe ser controlada, no orientarse hacia el cauce antiguo de la quebrada.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Collique-Alto de Santa Rosa (Pucará) (3B-12)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Laderas de los cerros cubiertas por depósitos eólicos antiguos y recientes, sueltos de fácil erosión. Esta presenta pendiente baja a moderada, la primera correspondiente a mantos de arena y la segunda colinas sedimentarias e intrusivas</p> <p>Al generarse la lluvia, el agua erosiona el depósito eólico que se encuentra sobre las laderas, se disecta fácilmente, formando surcos.</p> <p>Se generan flujos de lodo, por el aporte de la erosión del depósito eólico. El material se canaliza por las quebradas y llega a discurrir por la zona urbana y agrícola.</p>	El flujo de lodo afectó a viviendas y vías de acceso, del centro poblado Alto de Santa Rosa.	<p>Realizar un programa de forestación, para darle una mayor estabilidad al terreno.</p> <p>Canalizar las quebradas.</p> <p>Construir un muro con la finalidad de canalizar a las quebradas en una sola. Este muro debe construirse en las inmediaciones del poblado, con la finalidad de captar los tres ramales de la quebrada.</p> <p>Forestar.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Nueva Arica (Nueva Arica) (3B-13)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, en la cuenca de la quebrada tenemos rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún). Piedemonte aluvio-torrencial con pendiente baja, conformado por fragmentos de roca de formas subangulosas y subredondeadas, con tamaños de hasta de 5 cm. Los depósitos se encuentran ocupados por la zona urbana y áreas de cultivo.</p> <p>Los cauces de las quebradas tienen anchos hasta de 30 m, con alturas hasta de 5 m. Al generarse el flujo de detritos arrastró consigo restos de troncos de árboles, llegó entraparse en la boca de la alcantarilla (carretera Oyotún-Zaña), generando un embalse, el material acarreado se rebasó y se canalizó por la zona urbana.</p>	<p>Podrían ser afectadas las viviendas ubicadas al borde de ambos márgenes de la quebrada, así como el centro educativo (ubicado a 8 m de la quebrada).</p> <p>Afectó vías de acceso.</p>	<p>Reforzamiento de la defensa ribereña. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Culpón (Nueva Arica) (3B-14)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales reciente, conformados por fragmentos de roca de naturaleza sedimentaria e intrusiva, son de formas subangulosas y subredondeadas. Se muestran afloramientos de rocas sedimentarias (areniscas y calizas), como también intrusivas (tonalitas).</p> <p>Geomorfológicamente se tiene un piedemonte aluvio-torrencial con pendiente baja; en la cuenca tenemos montañas y colinas sedimentaria e intrusivas. Parte del poblado está asentado en pleno cauce de una quebrada seca.</p>	Afectó viviendas y carretera Zaña-Oyotún.	<p>Reforzamiento de la defensa ribereña y ampliación de la alcantarilla.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Realizar un programa intenso de forestación, con la finalidad de fijar el suelo.</p>

			<p>Flujos de detritos y lodo afectaron este sector. Se tiene además procesos de erosiones de ladera que generan flujos de lodo, que bajan directamente hacia el centro poblado. Las escorrentías y quebrada antes de entrar al centro poblado se encuentran canalizadas por un muro con longitud de 330 m, con una altura hasta de 3 m con ello se evita que el flujo llegue directamente al centro urbano.</p> <p>El inicio del muro se encuentra deteriorado por la construcción de un corral de ganado, por donde este año discurrió parte un flujo de lodo.</p>		<p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Virú (Oyotún) (3B-15)0	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias del Volcánico Llama y secuencias calcáreas de la Formación Pariatambo.</p> <p>La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°. Corresponde a las unidades geomorfológicas de piedemonte proluvial (quebrada), colinas y montañas volcánicas-sedimentarias y sedimentarias.</p> <p>Los depósitos están conformados por fragmentos de roca de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, con tamaños de hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm. Sobre los depósitos proluviales se encuentra asentado el poblado de Virú.</p> <p>Los flujos de detritos que se presentaron fluyeron por el área urbana.</p>	<p>Afectó viviendas, carretera de acceso al centro poblado afectadas y terrenos de cultivo</p>	<p>Construcción de defensas ribereñas (enrocado) en especial en la margen izquierda de la quebrada.</p> <p>Limpieza del cauce de la quebrada.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaycos.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p> <p>Forestar las laderas.</p>
	Las Delicias (Oyotun) (3B-16)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga, y del Grupo Pariatambo.</p> <p>La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°. La unidad geomorfológica corresponde a piedemonte proluvial (quebrada) y de colinas y montañas volcánicas-sedimentarias y sedimentarias.</p> <p>El cauce de la quebrada, aguas arriba después de la población, llega a tener un ancho de 100 m, hacia la zona urbana se reduce en 20 m. Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, llegan a medir hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p> <p>Sobre los depósitos proluviales se encuentra asentado el poblado Las Delicias. En el año 1998 se presentó un flujo de detritos que afectó al sector urbano. Los flujos de detritos presentados fluyeron por el área urbana.</p>	<p>El cauce de la quebrada está ocupado por la zona urbana. El flujo afectó viviendas y vías de acceso.</p>	<p>Reubicar viviendas ubicadas en el borde y en cauce de la quebrada.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construcción de badén.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana.</p> <p>En el cauce de quebrada colocar muros disipadores de energía, para que cuando se genere el flujo se retenga el material grueso, y solamente pase el agua y lodo.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>

	La Compuerta (Oyotún) (3B-17)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes; conformados por gravilla y arenas. Los fragmentos de roca son de tamaños hasta de 5 cm, son de formas subredondeadas a subangulosas. Los depósitos provienen de la quebrada Cerezos. En las nacientes de la quebrada tenemos afloramientos de rocas volcánicas (volcánico Oyotún).</p> <p>La quebrada en el sector de la Compuerta, presenta pendiente muy baja menor a 2°, hacia las nacientes es mayor de 20°. Por tener una pendiente muy baja en su parte terminal, el flujo se disipa. Sobre los depósitos proluviales se ha desarrollado el centro poblado, el cual en el año 1998 fue severamente afectado.</p> <p>En el periodo lluvioso del año 2017, se presentaron flujos de lodo, conformados por arenas con escasa gravilla.</p>	<p>Afectó viviendas, vías de acceso, puente y terrenos de cultivo.</p>	<p>Por ser una quebrada con un amplio recorrido es necesario construir muros disipadores de energía. Reconstrucción del puente destruido.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaycos en el poblado.</p> <p>Reforestar la quebrada y sus laderas. Limpiar y canalizar la quebrada, para que tenga un cauce definido y tenga un desfogue.</p> <p>No permitir construcciones de viviendas sobre el cauce de la quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Chumbenique (Oyotún) (3B-18)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes; conformados por gravilla y arenas. Los fragmentos de roca son de tamaños hasta de 5 cm, son de formas subredondeadas a subangulosas.</p> <p>En laderas tenemos afloramientos de areniscas con lutitas intercalados con tobas (Formación La Leche). En las nacientes de la quebrada se tienen derrames lávicos y tobas del Volcánico Oyotún.</p> <p>La quebrada en el sector Chumbenique, presenta pendiente muy baja menor a 2°, hacia las nacientes es mayor de 20°. Sobre los depósitos proluviales se ha desarrollado el centro poblado.</p> <p>En el año 1998 fue severamente afectado por flujo de detritos.</p> <p>En el periodo lluvioso del año 2017, se presentaron flujos de lodo, conformados por arenas con escasa gravilla.</p>	<p>Podría afectar a la I.E. N° 11178 Abelardo Gonzales - Chumbenique (margen izquierda de la quebrada).</p> <p>El flujo del 2017 afectó 8 viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo.</p>	<p>Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada.</p> <p>Canalizar la quebrada. Limpiar el cauce de la quebrada</p> <p>Aguas arriba antes de llegar a la zona urbana, se deben construir diques disipadores de energía.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Villa Esperanza-Oyotún (Oyotún) (3B-19)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena con limo con escasa gravilla.</p> <p>Geomorfológicamente el área se encuentra sobre una planicie aluvio-torrencial de pendiente baja. Sobre estos depósitos se encuentra asentada parte de la población de Oyotún.</p> <p>En las nacientes de la quebrada se tienen afloramientos de rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquiza (areniscas y lutitas).</p> <p>Con el fenómeno de El Niño 1998 y 2017, los flujos se canalizaron por las calles de Oyotún.</p>	<p>Afectó viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada. Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada. Limpiar el cauce de la Quebrada.</p> <p>En la zona urbana, realizar calles canales, con la finalidad que el flujo discorra por ella y se disipe en los terrenos de cultivo.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>

					No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada.
	Vista Alegre-Oyotún (Oyotún) (3B-20)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena y limo, con escasa gravilla.</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra sobre una planicie aluvio-torrencial de pendiente baja, Sobre estos depósitos se encuentra asentada parte de la población de Oyotún.</p> <p>En las nacientes de la quebrada se tienen afloramientos de rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas y lutitas).</p> <p>Flujo de lodo originado el 2017 se canalizó por las calles, llegando hasta los terrenos de cultivo.</p>	Afectó viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo.	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada. Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada. Limpiar el cauce de la Quebrada</p> <p>En la zona urbana, construir calles canales, con la finalidad que el flujo discorra por ella y se disipe en los terrenos de cultivo.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos. No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada.</p>
	Cercado Oyotún <sup>5</sup> (Oyotún) (3B-21)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena y limo, con escasa gravilla.</p> <p>Geomorfológicamente el área se encuentra sobre una planicie aluvio-torrencial de pendiente baja. Sobre estos depósitos se encuentra asentada parte de la población de Oyotún.</p> <p>En las nacientes de la quebrada se tienen afloramientos de rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas y lutitas).</p> <p>El cauce de la quebrada, aguas arriba del poblado, presenta un ancho de hasta 40 m, al pasar por la parte urbana se estrecha hasta en 10 m, en las calles no tiene un curso definido.</p> <p>El flujo del año 1998 y de 2017 discurren por las calles, hasta llegar a la zona de cultivos.</p>	<p>Viviendas, terrenos de cultivo y vías de acceso, afectados.</p> <p>En el año 1998 se generó un flujo de detritos que afectó al cementerio de Oyotún</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada, antes de llegar a la zona urbana.</p> <p>En la zona urbana construir calles-canales, con la finalidad de canalizar el flujo. Hacia la parte alta construcción de disipadores de energía, para retener el material proveniente del flujo.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>

<sup>5</sup> El poblado de Oyotún se encuentra asentado sobre un depósito de piedemonte aluvio-torrencial, provenientes de las quebradas que cruzan al poblado, generada por materiales provenientes de flujos de lodo y de detritos.

	Boca de Tigre (Chongoyape) (3B-22)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena y limo, con escasa gravilla. Se tienen varias quebradas, proveniente de la ladera este del cerro Boca de Tigre. En las laderas del cerro se tienen afloramientos de rocas del Volcánico Oyotún conformados por derrames lávicos y tobas silicificadas.</p> <p>Geomorfológicamente el área se encuentra sobre un piedemonte proluvial, de pendiente baja. Sobre estos depósitos se encuentra asentada parte de la población de Boca de Tigre. En las laderas se observan procesos de erosiones de ladera, que generan flujos de lodo</p> <p>Las quebradas tienen anchos entre 5 a 10 m. El año 1998 se presentó flujos de lodo. Flujo de lodo originado el 2017 se canalizó por las calles, llegando hasta los terrenos de cultivo.</p>	<p>Afectó cinco viviendas, ubicadas en pleno cauce de la quebrada, como también terrenos de cultivo y vías de acceso.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de defensas ribereñas.</p> <p>Canalizar las quebradas, en la zona urbana construir calles canales, por donde discurrirán los posibles flujos que se generen.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Pampa Grande (Chongoyape) (3B-23)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por gravas en matriz areno-limosa. Geológicamente, en los cerros aledaños se tienen afloramientos rocas volcánicas de tipo andesitas, en forma de derrames lávicos y tobas silicificadas (Volcánico Oyotun), también se aprecian de afloramientos de cuerpo hipabisales de tipo andesitas.</p> <p>Se tienen tres quebradas, que provienen de la ladera norte de los cerros Campana y Pampagrande, que han generado depósitos proluviales.</p> <p>Geomorfológicamente el poblado de Pampagrande y el Complejo Arqueológico de Pampagrande se encuentra sobre una planicie aluvio-torrencial, generada por una secuencia de flujos de detritos. Las nacientes y parte media de las quebradas se desarrollan sobre montañas volcánicas. El cauce de la quebrada presenta fragmentos de roca de formas subredondeadas a redondeadas, en la parte del complejo arqueológico llegan a medir hasta 40 cm., en la parte baja es hasta de 5 cm.</p> <p>En las laderas se han identificado procesos de erosiones de ladera, que han generado material suelto de fácil remoción.</p> <p>Antes que los cauces de las quebradas entren al poblado de Pampa Grande, son canalizadas por un muro<sup>6</sup>, con la finalidad generar un solo canal, con desembocadura hacia los terrenos de cultivo.</p> <p>En los años 1983 y 1998 se presentaron flujos de detritos y de lodo, que llegaron afectar terrenos de cultivo. En el 2017 se generó un flujo de lodo, el material proveniente del evento se disipó por el canal de regadío, llegando a colmatarlo, originando que el agua proveniente del canal se desborde y discurra por los terrenos de cultivo y zona urbana.</p>	<p>Destruyó dos viviendas de adobe. Podrían ser afectadas más viviendas ubicadas en los bordes del cauce de la quebrada.</p> <p>Colmatar el canal de regadío.</p> <p>Afectó vía de acceso al poblado y al centro Arqueológico Pampagrande.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada y las que se encuentran cercanas al canal. Para las quebradas que llegan hasta las inmediaciones de la Huaca Fortaleza antes de llegar a la zona arqueológica, se deben construir disipadores de energía (muros transversales al cauce de la quebrada). Mejorar el muro que funciona como defensa ribereña en el sector de la Huaca Fortaleza. Reforzar el muro de Pampa Grande, ya está empezando a ser erosionado.</p> <p>Limpiar y descolmatar los cauces de las quebradas.</p> <p>Forestar la quebrada, esto le dará más consistencia al suelo.</p> <p>Sobre el canal de regadío, se encuentra sobre el desfogue de la canalización de la quebrada. Para evitar que se colmate o se obstruya se debería construir un canal cubierto, con la finalidad que el material proveniente del flujo, pase libremente sobre el canal y se disipe hacia los terrenos de cultivo.</p>

<sup>6</sup> El muro tiene una longitud de 500 m, con una altura de 5 m, ancho hasta 10 m. la función de esta estructura es canalizar los flujos que provienen de las laderas de los cerros Campana y Pampagrande a uno solo y desfogue hacia los terrenos de cultivo.

			<p>En las paredes de las huacas<sup>7</sup> se observan incisiones generadas por lluvias durante periodos lluviosos relacionados con el Fenómeno el Niño o lluvias excepcionales. Donde se generan procesos similares a erosiones de ladera (surco), flujos de lodo y derrumbes.</p>		<p>No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada.</p> <p>No verter depósitos sólidos, sobre los cauces de las quebradas.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Carniche Alto (Llama) (3B-24)	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena y limo, con escasa gravilla. Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja. Rodeada por el cerro Calabozo. En las nacientes de la quebrada se tienen afloramientos de rocas volcánica-sedimentaria de la Formación Tinajones y rocas intrusivas.</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica, sedimentaria e intrusiva, con tamaños hasta de 5 cm. Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de Carniche Alto.</p> <p>Se presentan dos quebradas que provienen del cerro Calabozo. Flujo de lodo originado el 2017 se canalizó por las calles, llegando hasta los terrenos de cultivo.</p>	<p>Afectó viviendas ubicadas en el borde de la quebrada, también tramo carretero y terrenos de cultivo.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar los cauces de las quebradas. Canalizar la quebrada.</p> <p>Forestación de las laderas, con la finalidad de dar una mayor estabilidad al terreno.</p> <p>No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada.</p> <p>No verter depósitos sólidos, sobre los cauces de las quebradas.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Cuculí (Chongoyape) (3B-25)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados grava escasos bloques, en matriz arenolimoso. En los alrededores se tienen afloramientos de areniscas del Goyllarisquizga y del Volcánico Oyotún (derrames lávicos y tobas silificados). Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja.</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 5 cm. Se presentan dos quebradas que provienen del cerro La Cal. Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de Cuculí.</p> <p>La quebrada que se encuentra al lado derecho, el ancho de su cauce es hasta de 80 m en la parte superior, conforme se llega a la parte urbana se reduce hasta en 20 m.</p> <p>Se ha construido un muro como defensa ribereña, canalizando la quebrada, este tiene una longitud de 620 m, con un alto de hasta 5 m, y ancho de 10 m.</p> <p>El flujo que se dio en el mes de marzo, afectó al muro de encausamiento, llegando la erosión hasta las inmediaciones del centro poblado.</p>	<p>Afectó viviendas ubicadas en la parte baja del encausamiento. De presentarse flujos de la misma intensidad que del 2017, podría ser afectado nuevamente el muro de encausamiento. Ello también afectaría la zona urbana.</p> <p>Afectó directamente a vía de acceso hacia el reservorio de Tinajones y centros poblados.</p>	<p>Reparación y reforzamiento del muro de encausamiento.</p> <p>No permitir la expansión de la zona urbana hacia el cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar los cauces de las quebradas.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huacos en el poblado.</p> <p>No verter depósitos sólidos, sobre los cauces de las quebradas.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>

<sup>7</sup> Las paredes de las huacas son hechas a base de bloques de barro seco (limos con arcillas)

	Cumbil Bajo (Llama) (3B-26)	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por arena y limo, con escasa gravilla. Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja. Rodeada por el cerro Azul y Culebrones. En las nacientes de la quebrada se tienen afloramientos de rocas volcánica-sedimentaria de las unidades Formación Tinajones y Volcánico Oyotún.</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 5 cm. Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de Cumbil Bajo.</p> <p>Flujo de lodo originado el 2017 se canalizó por las calles, llegando hasta los terrenos de cultivo.</p>	<p>Afectó viviendas ubicadas en el borde de la quebrada, también afectó tramo carretero y terrenos de cultivo</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar los cauces de las quebradas. Canalizar el cauce de la quebrada. Forestar las laderas, con la finalidad de dar una mayor estabilidad al terreno.</p> <p>No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada.</p> <p>No verter en los cauces de la quebradas desperdicios como basura. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Tablazo (Chongoyape) (3B-27)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por gravas, escasos bloques, en matriz arena y limo, con escasa gravilla.</p> <p>Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja. Proveniente de la quebrada Montería.</p> <p>En sus nacientes la quebrada tiene afloramientos de rocas volcánica-sedimentarias (Unidad Llama), sedimentarias (Grupo Goyllarisquizga y Pariatambo).</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas a redondeadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, con tamaños hasta de 20 cm, los bloques son de tamaños hasta de 1 m. predominado los comprendidos entre 10 cm. Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de Tablazos</p> <p>La quebrada, por su margen derecha disecta al poblado. En el año 1983, 1998 y 2017 se presentaron flujos de detritos, afectando severamente al centro poblado.</p>	<p>Afectó viviendas ubicadas en el borde derecho de la quebrada. También la trocha Tablazo-Montería y terrenos de cultivo.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalización de la quebrada. Forestación de las laderas, con la finalidad de dar una mayor estabilidad al terreno.</p> <p>No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Macuaco- Quebrada Las Yeguas (Oyotún) (3B-28)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por gravas, escasos bloques, englobados en matriz areno-limosa. Afloramientos de rocas volcánicas de las unidades Llama y Huambos en la quebrada.</p> <p>Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja. Se tienen montañas volcánicas sedimentarias representadas por los cerros El Coche y Sombrerito.</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas a redondeadas, de naturaleza volcánica escasamente sedimentaria, los bloques llegan hasta tamaños de 1 m. predominado los comprendidos entre 10 cm.</p> <p>Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de Macuaco.</p> <p>Flujo de lodo originado el 2017 al llegar a hasta el puente lo obstruyó, el material del flujo se rebalsó, afectado el sector colindante a la parte urbana.</p>	<p>Afectó a vivienda en el sector Macuaco-Quebrada Las Yeguas.</p> <p>En una próxima temporada similar a intensas lluvias, las viviendas pueden ser afectadas severamente. También afectó vía de acceso.</p>	<p>Reubicar las viviendas ubicadas en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada y disipadores de energía. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huaicos en el poblado. No permitir el crecimiento hacia el cauce de la quebrada</p>

					La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.
	El Espinal (Oyotún) (3B-29)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales; conformados por gravas, escasos bloques englobados, en matriz areno-limosa. En la quebrada se tienen afloramientos de rocas volcánicas de las unidades Llama y Huambos.</p> <p>Geomorfológicamente el área urbana se encuentra sobre una planicie proluvial de pendiente baja. Se tiene una montaña en roca volcánica-sedimentaria.</p> <p>En el cauce de la quebrada se tienen fragmentos de rocas de formas subredondeadas a redondeadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, con tamaños hasta de 20 cm, los bloques son de tamaños hasta de 1 m. predominado los comprendidos entre 10 cm.</p> <p>Sobre estos depósitos se encuentra asentada la población de El Espinal. Flujo de lodo originado el 2017 llegó obstruir al puente, el material proveniente del flujo se rebalsó, y se canalizó hacia la zona urbana.</p>	Afectó viviendas, áreas de cultivo y puente.	<p>Reubicar las viviendas afectadas.</p> <p>Construcción de defensas ribereñas en ambos márgenes, y muros disipadores de energía a lo largo de la quebrada. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para huacos en el poblado. No permitir el crecimiento hacia el cauce de la quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	Zaña-Sector Salitral (Zaña) (3B-30)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos aluviales recientes conformados por arenas. Geomorfológicamente se encuentran sobre una planicie aluvial.</p> <p>En este sector en el año 1998, por la margen derecha del río Zaña, rompió al muro de encausamiento afectando severamente a la ciudad de Zaña.</p>	<p>En el año 1998 afectó viviendas y áreas de cultivo de la zona urbana afectadas.</p> <p>En el año 2017, afectó terrenos de cultivo.</p>	<p>Reforzar y contemplar la posibilidad de levantar la altura de la defensa ribereña. De la margen derecha. Limpiar y descolmatar el cauce del río Zaña.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
<b>EROSIÓN FLUVIAL</b>	Zaña-Sector Salitral (Zaña) (3B-30)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos aluviales recientes conformados por arenas. Geomorfológicamente se encuentran sobre una planicie aluvial.</p> <p>En este sector en el año 1998, por la margen derecha del río Zaña, rompió al muro de encausamiento afectando severamente a la ciudad de Zaña.</p>	<p>En el año 1998 afectó viviendas y áreas de cultivo de la zona urbana afectadas.</p> <p>En el año 2017, afectó terrenos de cultivo.</p>	<p>Reforzar y contemplar la posibilidad de levantar la altura de la defensa ribereña. De la margen derecha. Limpiar y descolmatar el cauce del río Zaña.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>

<b>INUNDACIÓN PLUVIAL</b>	San Pablo (Monsefú) (3B-31)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos eólicos, conformados por arenas finas y medias. En forma de mantos de arena. Sobre estos depósitos se tiene la población de San Pablo y terrenos de cultivo, donde se tienen canales de riego.  Con las lluvias generadas en el mes de marzo, el suelo se saturó, los canales de drenaje y riego se desbordaron, donde el sector de San Pablo se inundó, llegando a tener una altura de agua de hasta 50 cm. Según los moradores la inundación llegó a tener hasta 1 mes (aprox.)	Afectó viviendas del poblado y terrenos de cultivo.	Descolmatar canales de drenaje.  Contemplar la posibilidad de ampliar el drenaje pluvial en la zona urbana.
	Los Arenales de la Pradera (Pimentel) (3B-32)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos eólicos, conformados por arenas finas y medias, en forma de mantos de arena. Sobre estos depósitos se tienen los asentamientos mencionados.	Se inundaron viviendas en este sector y colapsaron las paredes de material rústico.	Contemplar la posibilidad de implementar un sistema de drenaje pluvial en la zona urbana.  Evitar el crecimiento vertical de las viviendas.  Realizar un estudio de suelos de los sectores con la finalidad de determinar el tipo de cimentación para las viviendas.
	AA.HH. Nadine Heredia (Pimentel) (3B-33)	Chiclayo / Lambayeque	La napa freática se encuentra entre 1.00m a 1.20 m. de profundidad. Al generarse las lluvias intensas del mes de marzo, la napa se saturó, elevó su nivel, hasta llegar a aflorar, esto originó que las bases de las viviendas ubicadas en este sector se humedecieron y saturaron de agua en forma muy rápida.	80 viviendas afectadas y 10 destruidas.	
	La Bahía de Pimentel (Pimentel) (3B-34)	Chiclayo / Lambayeque	Las viviendas son de material rústico (adobe) y escasamente de material noble. Al remojarse las bases de las viviendas, perdieron su capacidad de sostenimiento, que conllevó al colapso de las viviendas.	20 viviendas afectadas.	
	Las Flores (Pimentel) (3B-35)	Chiclayo / Lambayeque	El agua de napa freática es salada, se apreció en las bases de las viviendas de material noble, un cierto deterioro de ellas.	Afectó viviendas.	
	Los Balsares (Santa Rosa) (3B-36)	Chiclayo / Lambayeque	Estos suelos de baja capacidad portante, por ser arenas sueltas y tener la napa freática muy superficial.		

**CUADRO N° 10**

<b>TRAMOS CARRETEROS AFECTADOS POR PELIGROS GEOLÓGICOS. LAMBAYEQUE (SECTOR A)</b>						
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>CARRETERA</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>INUNDACIÓN FLUVIAL</b>	Carretera Panamericana Antigua (Ilimo) (3A-12)	Ilimo-Pacora	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación.  En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso.	Afectó 0.2 km de carretera. Daño la alcantarilla de drenaje.	Mejor diseño de las alcantarillas, considerando avenidas excepcionales.
	Carretera Panamericana Antigua	Ilimo-Pacora	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación.  En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso.	Afectó 0.13 Km de carretera.	Construcción de alcantarilla de mayor dimensión.

(Illimo) (3A-13)						
Panamericana Antigua (Jayanca) (3A-14)	Jayanca - Salas	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso.		Afectó 0.2 Km de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje. Mejorar el drenaje y alcantarillado
Panamericana Antigua (Motupe) (3A-16)	Tongorrape	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso.		130 m de afección de carretera por aguas de escorrentía y drenaje insuficiente	Construcción de alcantarilla de mayor dimensión.
Fernando Belaunde Terry (Pacora) (3A-17)	Santa Isabel - Pacora	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. Esto evidencia de paso de cauce que afectó carretera y favoreció la inundación		Afectó 0.03 Km de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
Río La Leche (Illimo) (3A-18)	Illimo - Río La Leche	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso.		Destrucción de vía de acceso de 25 m de longitud, provocando la incomunicación con centro educativo.	Considerar mejora de las defensas ribereñas y construcción de un puente.
Panamericana (Mórrope) (3A-19)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. En ambos lados de la carretera, se aprecian grietas de desecación y en sectores aún se observa zonas con agua empozada (Mayo 2017).		Afectó 0.09 Km de carretera.	Construcción de sistema de drenaje
Panamericana (Mórrope) (3A-20)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. Zona con presencia de grietas de desecación, se observan pequeños surcos que indican la zona de por donde discurrió el flujo		Afectó 20 m de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
Panamericana (Mórrope) (3A-21)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. Por el proceso de la inundación erosión fluvial, se generó la destrucción de carpeta asfáltica. Colapso de la alcantarilla.		15 m de afección en carretera.	Reconstrucción y un mejor diseño de las alcantarillas.
Panamericana (Mórrope) (3A-22)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. Se tienen marcas de inundación y pequeños surcos que afectaron la carretera. Provocó caídas de la misma en alrededor de 20 m		Afectó 0.05 Km de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.

	Panamericana (Morrope) (3A-23)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. Se ha removido el material para crear el nuevo talud de carretera	Afectó 1.7 km de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
	Panamericana (Morrope) (3A-24)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. La zona de destrucción de carretera ha sido contenida momentáneamente por bloques rocosos.	230 m de afección de carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
	Panamericana (Morrope) (3A-25)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Zona de inundación. En la superficie inundada dejó un rastro de material limo-arcilloso. En el lado sur se aprecian grietas de desecación	200 m de afección en carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	Olmos-San Cristóbal (Olmos) (3A-26)	Baden Querpón	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto clastos promedio de hasta 20 cm en matriz limo-arcillosa.	Afectó carretera en varios tramos, alcanzando hasta 0.31 km.	Construcción de alcantarilla y sistema de drenaje. Construir muros de contención.
	Zapote - Salitral (Motupe) (3A-27)	Zapote - Salitral	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos promedio de 1 a 2 metros, además se tienen fragmentos de roca mayores a 10 metros de diámetro, en matriz limo-arcillosa.	Afectó 0.2 km de carretera de acceso Motupe.	Construcción de muros de contención en las zonas afectadas. Reconstrucción del acceso al santuario por otra zona.
	Tongorrape (Motupe) (3A-28)	Tongorrape	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 20 cm) en matriz limo-arcilla.	Paso de flujo de detritos que afectó aproximadamente 170 m de la vía de acceso a Olmos.	Construcción de drenaje.
	Tongorrape (Motupe) (3A-29)	Tongorrape	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 20 cm) en matriz limo-arcilla. Crecida del río generó flujo de lodo de aproximadamente 300 m, el que afectó acceso y áreas de cultivo. Altura de la ladera 2 m.	Paso del flujo de detritos afectó aproximadamente 320 m de la vía.	Construcción de muro de contención.
	Tongorrape (Motupe) (3A-30)	Tongorrape	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos en matriz limo-arcillas. Leve socavamiento de la parte inferior con caída por sectores de carpeta asfáltica, sin comprometer la zona de tránsito. Se tienen Estancamiento de agua (mayo 2017).	Afectó 0.35 km de carretera	Construcción de drenaje o desfogue
	Panamericana (Mórrope) (3A-31)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 20 cm) en matriz limo-arcillosa.	Paso de flujo de detritos, afectó badén en 25 m	Construcción de drenaje y alcantarillas
	Panamericana (Mórrope) (3A-33)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 10 cm) en matriz limo-arcillosa.	Tramo de 10 m de socavado y afección de la carretera, en tramo de 25 m.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
	Panamericana (Mórrope) (3A-34)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 10 cm) en matriz limo-arcillosa. La canaleta sirvió como desagüe del agua, impidió la inundación de viviendas.	Aproximadamente 250 m de daño en cunetas.	Reconstrucción de drenaje. (construcción de alcantarillas).

	Panamericana (Mórrope) (3A-35)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 10 cm) en matriz limo-arcillosa.	Tramo de 10 m de socavamiento y afección de la carretera.	Construcción de alcantarilla.
	Panamericana (Mórrope) (3A-36)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 10 cm) en matriz limo-arcillosa.	Tramo de 6 m de socavamiento y afección de la carretera.	Construcción de alcantarilla.
	Panamericana (Mórrope) (3A-37)	Lambayeque-Piura	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos (promedio de hasta 10 cm) en matriz limo-arcillosa.	Tramo de 8 m de socavamiento y afección de la carretera.	Construcción de alcantarilla y drenaje.
	San Carranco (Jayanca) (3A-57)	San Carranco	Lambayeque / Lambayeque	Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Flujo de lodo de 20 metros de ancho que destruyó parte de la vía de acceso	Afectó 0.02 km de carretera	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flanco de la carretera y/o camino. Muro de gaviones
	San Carranco (Jayanca) (3A-56)	San Carranco	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de lodo. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de paso de flujo de detritos afectando aprox. 25 metros de carretera.	Afectó 0.025 km de carretera, Además, destruyó 3 metros de canal de irrigación.	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
EROSIÓN FLUVIAL	Olmos-San Cristóbal (Olmos) (3A-38)	Río Cascajal	Lambayeque / Lambayeque	Erosión fluvial que provocó el socavamiento de la terraza, en el flanco izquierdo del río Cascajal. La altura de la terraza es aproximadamente 2 m, sin embargo, en la erosión en la ladera provocó la caída una porción del terreno, afectando la vía de acceso.	Afectó 0.5 km de carretera	Construcción de muro de contención y mitigadores de energía.
	Illimo - Río La Leche (Illimo) (3A-39)	Illimo - Río La Leche	Lambayeque / Lambayeque	Erosión fluvial que provocó el socavamiento de la terraza, que está compuesta por limo y arcilla.	Zona de ruptura y desborde de 150 m, provocando inundaciones y ruptura de parte de la carretera.	Construcción de muro de contención y mitigadores de energía.
DESPLAZAMIENTO (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	Panamericana Antigua (Jayanca) (3A-15)	Jayanca - Salas	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamientos rotacionales. Se tienen deslizamientos rotacionales, el material que lo conforma son limo-arcillas rojizas.	Zonas de deslizamientos a lo largo de 20 Km de la carretera Salas - Shita Alta.	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flancos de la carretera.
	Carretera a Bagua (Olmos) (3A-40)	Olmos - Abra Porcuya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamientos rotacionales, compuesto por limo-arcillas rojizas, ubicados a lo largo de la carretera, presentan longitudes hasta de 300m. Se tienen procesos de erosión en surcos, que generan material suelto, se forman flujos de lodo que depositan el material en las cunetas.	Zona de deslizamiento a lo largo de la carretera, aproximadamente 300 m.	Corrección del ángulo de talud.
	Carretera a Bagua (Olmos) (3A-41)	Olmos - Abra Porcuya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tienen afloramientos de limo-arcillas rojizas (Fm. Salas).	Afectó 0.1 km de carretera.	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flancos de la carretera y/o camino. Zona de ruptura, donde se instalaron muros de gaviones para prevenir la caída de vía de acceso.

	Carretera a Bagua (Olmos) (3A-42)	Olmos - Abra Porcuya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene una secuencia de limo-arcillitas rojizas. Se presenta material areno-limoso, esporádicamente bloques de roca. El material del cuerpo del deslizamiento cubrió parte de las cunetas destruyéndolas.	Afectó 80 m de carretera	Corrección del ángulo de talud de carretera.
	Penachi (Chochope) (3A-43)	Chochope-Penachi	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. El cuerpo del deslizamiento presenta un ancho de aproximadamente 50 m. Una de las causas es terreno sobresaturado de agua.	Afectó 0.1 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Penachi (Chochope) (3A-44)	Chochope-Penachi	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de deslizamiento de aprox. 300 metros.	Afectó 0.33 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Colaya (Salas) (3A-45)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. El cuerpo del deslizamiento presenta 250 m. Se observan procesos de erosión en surcos y cárcavas.	Afectó 0.25 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Colaya (Salas) (3A-46)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Escarpa de deslizamiento rotacional de 250 metros de ancho.	Afectó 0.25 km. trocha carrozable y terrenos de cultivo.	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Colaya (Salas) (3A-47)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Deslizamiento rotacional, presenta escarpe de forma semi circular, con una longitud de aproximadamente 200 m.	Afectó 0.2 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Colaya (Salas) (3A-48)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. El deslizamiento es de forma semi circular, el escarpe principal tiene una longitud hasta de 200 m de ancho.	Afectó 0.2 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.
	Colaya (Salas) (3A-49)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas.	Afectó 0.07 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.

				El cuerpo del deslizamiento presenta 70 m de ancho. Por debajo de carretera se tienen procesos de erosión en cárcavas.		
Colaya (Salas) (3A-50)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de deslizamiento de 50 m (de la corona o del cuerpo). Presenta medidas correctivas como enrocado, que falló por la sobresaturación de agua, por el periodo lluvioso.	Afectó 0.05 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Colaya (Salas) (3A-51)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de deslizamiento de forma semi circular. Presenta un escarpe o ancho del cuerpo de deslizamiento de aprox. 60 metros de ancho.	Afectó 0.06 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Colaya (Salas) (3A-52)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Deslizamiento tiene forma semicircular, con 70 m de ancho.	Afectó 0.07 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Colaya (Salas) (3A-53)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Deslizamiento de forma semicircular, con 70 m de ancho, constituido por material cuaternario.	Afectó 0.07 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Colaya (Salas) (3A-54)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de deslizamiento de 75 metros.	Afectó 0.075 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Colaya (Salas) (3A-55)	Colaya	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. La corona del deslizamiento es de forma semicircular de más de 200 m de longitud.	Afectó 0.4 km de carretera	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
San Carranco (Jayanca) (3A-58)	San Carranco	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. El ancho del cuerpo es de 15 m de ancho.	Afectó 0.01 km de carretera	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flanco de la carretera y/o camino.	
San Carranco (Jayanca) (3A-59)	San Carranco	Lambayeque / Lambayeque	Deslizamiento. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas.	Afectó 25 m de carretera	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flanco de la carretera y/o camino.	

				El cuerpo tiene un ancho de 25 m.		
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-60)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Deslizamiento. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Zona de deslizamiento de 50 m de largo y 10 m de alto (escarpa)	Afectó 0.05 km de la vía de acceso a Incawasi	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-61)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Caída de roca. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Se tiene un bloque de 8 Tn, que se desprendió del talud. La base del puente presenta socavamiento y parte del puente se encuentra en mal estado.	Afectó 0.02 km de carretera En la base del puente presenta socavamiento. Puente en mal estado.	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-62)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas.	Afectó 0.03 km de la vía.	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flancos de la carretera y/o camino.	
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-63)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. Se tienen además flujo canalizado a lo largo de quebrada, con ancho de 15 m.	Afectó 0.02 km de la vía.	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flancos de la carretera y/o camino.	
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-64)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene un material compuesto por limo-arcillas rojizas. El cuerpo del deslizamiento presenta un ancho de 40 m. Generó socavamiento en la base de la carretera, desestabilizando la estructura.	Afectó 0.04 km de la vía.	Corrección del ángulo de talud y tomar medidas para reforzar los flanco de la carretera y/o camino.	
Pitipo - Incahuasi (Pitipo) (3A-65)	Pitipo - Incahuasi	Ferreñafe / Lambayeque	Deslizamiento rotacional. Se tiene material compuesto por limo-arcillas rojizas. La escarpa es de forma semicircular, el cuerpo del deslizamiento presenta un ancho 50 m	Afectó 0.05 km de la vía	Mejorar el corte de talud. Drenaje del cuerpo del deslizamiento.	

**CUADRO N° 11**

<b>TRAMOS CARRETEROS AFECTADOS POR PELIGROS GEOLÓGICOS. LAMBAYEQUE (SECTOR B)</b>						
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>CARRETERA</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	Pacherrez (Pucalá) (3B-37)	Chiclayo-Pampa Grande	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravas y bloques englobados en matriz arena limosa. Geomorfológicamente se encuentran sobre superficie aluvio-torrencial, son terrenos de baja pendiente.</p> <p>En el mes de marzo se presentó un flujo de detritos. Los fragmentos de rocas son de formas redondeadas a subredondeadas, predominando los tamaños entre 10 a 20 cm.</p>	<p>El flujo afectó al badén en un tramo de 100 m. Destruyó completamente las canaletas de drenaje La base de la canalización del badén, aguas abajo, fue destruido, dejando un vacío con una altura hasta en 4 m.</p>	<p>Rehabilitación de la base del badén.</p> <p>Reconstruir las canaletas.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce la quebrada.</p>
	Carretera Panamericana Norte Antigua Garraspiña (Chongoyape) (3B-38)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes y antiguos. Conformados por gravas englobados en matriz arena limosa, presenta esporádicamente bloques hasta longitudes de 1 m. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas, con tamaños predominante entre los 10 a 15 cm.</p> <p>Los cerros que rodean la quebrada S/N se encuentran afloramientos de la Formación La Leche (calizas intercaladas con tobas y derrames lávicos andesíticos), y el Volcánico Oyotún (derrames lávicos silicificados).</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra en una terraza aluvio-torrencial. Esta quebrada tiene un ancho hasta de 1 km, el cauce actual ha migrado hacia la margen izquierda, presenta una longitud hasta de 180m. Al generarse el flujo, al llegar a las inmediaciones del canal, se rebalsa el flujo y se deposita por el canal.</p> <p>Al entrar el material del flujo en la alcantarilla se obstruye, rebalsándose y canalizándose por la carretera y terrenos de cultivo.</p>	<p>Afectó 160 m de plataforma (base) de la carretera, alcantarilla de la carretera.</p> <p>Afectó canal de irrigación y terrenos de cultivo.</p>	<p>Reparación y rediseño de las alcantarillas. Se tiene que dar una mayor luz, para que no sufran obstrucciones ante nuevas avenidas de mayor intensidad.</p> <p>Limpiar y descolmar el material del cauce de la quebrada.</p> <p>Canalizar la quebrada, para que en una próxima avenida no se disipe por otro ranal.</p> <p>El canal de regadío de debe construir en forma de sifón</p>
	Carretera Panamericana Norte Antigua Desaguadero (Pátapo) (3B-39)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravas englobados en matriz arena limosa, se presentan esporádicamente bloques con tamaños hasta de 50 cm. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas, con tamaños predominante entre los 10 a 15 cm, de variada litología.</p> <p>Los cerros que rodean la quebrada El Desaguadero, están conformados rocas de la Formación La Leche (calizas intercaladas con tobas y derrames lávicos andesíticos), e intrusivos (dioritas y tonalita).</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra en una terraza aluvio-torrencial, rodeada por colinas y montañas volcánico-sedimentaria e intrusivas. La quebrada tiene un ancho de 900m, el cauce actual ha migrado hacia</p>	<p>Afectó 120 m de carretera Chiclayo-Chongoyape, las alcantarillas de la carretera, fueron afectadas parcialmente.</p> <p>Afectó canal de irrigación y terrenos de cultivo</p>	<p>Reparación y rediseño de las alcantarillas.</p> <p>Se tiene que dar una mayor luz, para que no sufran obstrucciones ante nuevas avenidas de mayor intensidad.</p> <p>Limpiar y descolmar el material del cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada</p>

				<p>la margen derecha, presenta una longitud hasta de 180m. se divide hasta en 6 canales con longitudes variadas hasta de 30 m.</p> <p>Al generarse el flujo, al llegar el material a nivel de la alcantarilla de la carretera, se obstruye, rebalsándose y canalizándose por la carretera y terrenos de cultivo.</p>		
	Carretera Panamericana Norte Antigua Sector La Cría (Pátapo) (3B-40)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravas englobados en matriz areno limosa, se presentan esporádicamente bloques con tamaños hasta de 50 cm. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas, con tamaños predominante entre los 10 a 15 cm, de variada litología.</p> <p>Los cerros que rodean la quebrada S/N, están conformados rocas de la Formación La Leche (calizas intercaladas con tobas y derrames lávicos andesíticos), e intrusivos (diorita).</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra en una terraza aluvio-torrencial, rodeada por colinas y montañas volcánico-sedimentaria e intrusivas. La quebrada tiene un ancho de 700m, el cauce actual ha migrado hacia la margen izquierda, presenta una longitud hasta de 180m.</p> <p>Al llegar el material del flujo a nivel de la alcantarilla de la carretera se obstruye, el material se rebalsa y se canaliza por la carretera, terrenos de cultivo y área urbana.</p>	<p>Afectó 120 m de carretera Chiclayo-Chongoyape.</p> <p>Las Alcantarillas de la carretera, fueron afectada parcialmente.</p>	<p>Reparación y rediseño de las alcantarillas. Se tiene que dar una mayor luz, para que no sufran obstrucciones ante nuevas avenidas de mayor intensidad.</p> <p>Limpiar y descolmar el material del cauce de la quebrada.</p> <p>Canalizar la quebrada</p>
	Altura del Km 55 Carretera Chiclayo-Chongoyape (Chongoyape) (3B-41)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravas englobados en matriz areno limosa, se presentan esporádicamente bloques con tamaños hasta de 50 cm. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas, con tamaños predominante entre los 10 a 15 cm, de variada litología. Los cerros que rodean la quebrada Huabo, están conformados rocas de la Formación La Leche (calizas intercaladas con tobas y derrames lávicos andesíticos), e intrusivos (diorita).</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra en una terraza aluvio-torrencial, rodeada por colinas volcánico-sedimentaria e intrusivas. El cauce de la quebrada tiene un ancho de 160m, el cauce actual ha migrado hacia la margen izquierda, presenta una longitud hasta de 20m.</p> <p>Al llegar el material del flujo a nivel de la alcantarilla de la carretera se obstruye, el material se rebalsa y se canaliza por la carretera, terrenos de cultivo.</p>	<p>Afectó 50 m de carretera, parte de su carpeta asfáltica, también bases de la alcantarilla.</p>	<p>Limpiar y descolmar el material del cauce de la quebrada Huabo. Las alcantarillas deben rediseñarse, de mayor dimensión, con la finalidad de admitir mayor carga de transporte.</p>
	Reservorio de Tinajones (Chongoyape) (3B-42)	Reservorio de Tinajones	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos conformados por gravas englobadas en matriz areno-limosa; esporádicamente se tienen bloques. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas, con tamaños comprendidos entre los 5 a 10 cm, de litología diversa.</p> <p>A lo largo de las quebradas se tienen afloramientos de la Formación La Leche (calizas y tobas), Grupo Goyllarisquiza (areniscas</p>	<p>600 m de carretera afectada en el tramo del Reservorio Tinajones, por tramos comprendidos entre 10 hasta 300 m.</p> <p>De los tramos afectados, las estructuras que han</p>	<p>Contemplar en reponer los badenes destruidos.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.</p>

				<p>cuarcitas), Volcánico Oyotún (derrames lávicos y tobas andesíticas silificadas).</p> <p>Geomorfológicamente se tiene un piedemonte aluvio-torrencial, conformado por el aporte de las quebradas Chaparri, La Encañada, Yaipón y Río Zanjón. El terreno es de baja pendiente, con longitud de 2,600 m.</p> <p>Flujos de detritos afectaron la carretera de acceso al reservorio de Tinajones, hasta en 11 tramos, con longitudes variables entre 10 hasta 300 m. el mayor tramo está representado en la quebrada Yaipón, que tiene un cauce con un ancho hasta de 300 m.</p> <p>Por la interpretación de imágenes satelitales disponibles en el Google Earth, se infiere que en las nacientes de las quebradas mencionadas se han identificado posibles procesos de movimientos en masa, es muy probable, que durante el periodo lluvioso del Niño Costero, se hayan reactivados, generando material suelto de fácil arrastre.</p>	colapsado son badenes, o carretera donde no había badén.	
	Pátapo-Quebrada Santa Lucia (Pátapo) (3B-43)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravilla, arena y limo. Geomorfológicamente se tienen una planicie aluvio-torrencial, se caracteriza por tener pendiente muy baja (menor de 2°).</p> <p>Se tienen afloramientos de rocas volcánicas de composición andesítica y dacítica (Volcánico Oyotún). Los fragmentos de roca que conforman el depósito son de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 10 cm, predominando los menores a 5 cm.</p> <p>La carretera Chiclayo-Pátapo, cruza el cauce de esta quebrada, sobre ella se ha construido una alcantarilla, que ha reducido en cauce de la quebrada. Al generarse el flujo, incorpora material suelto del cauce de la quebrada, arrastrando hasta restos de troncos de árboles. Al pasar el flujo por la alcantarilla se obstruye (luz reducida), originando que el material se desborde y se desplace por la carretera y el área urbana.</p> <p>El llegar nuevamente el flujo hacia la alcantarilla que se encuentra por debajo del canal madre Tinajones nuevamente se obstruye, y se rebalsa, afectado la zona urbana.</p> <p>Haciendo una comparación de las imágenes satelitales 2003 y 2017, disponibles en el Google, se aprecia que el ancho de la quebrada esta reducido, en la parte alta llega hasta 50 m, mientras que en la zona urbana tiene hasta 5 m.</p>	Afectó la carretera en 60 m y alcantarilla	Rediseñar las alcantarillas, con la finalidad de darle una mayor longitud, para que soporte una mayor cantidad de carga.
	Oberazal-Yaipón (Chongoyape) (3B-44)	Chongoyape - Reservorio de Tinajones	Chiclayo / Lambayeque	<p>Brazo de la quebrada Yaipón, con depósitos proluviales recientes y antiguos.</p> <p>En la parte media y alta de la quebrada se tienen cerros con afloramientos de secuencias volcánico-sedimentarias del Grupo</p>	Afectó 300 m de trocha afirmada por varios tramos.	<p>Canalizar la quebrada.</p> <p>Forestar las laderas.</p> <p>Descolmatar el cauce de quebrada.</p>

				<p>Goyllarisquizga (areniscas y lutitas). Pendiente del cauce de la quebrada menor a 5° y laderas menor a 25°.</p> <p>Geomorfológicamente se presentan unidades piedemonte proluvial y colinas y montaña sedimentaria.</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, predominando los tamaños entre 5 a 10 cm.</p>		
	Cerrillos (Chongoyape) (3B-45)	Tocmoche-Miracosta	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos, conformados por gravilla, arena y limo. En la cuenca alta y media de la quebrada se tienen afloramientos del volcánico sedimentario de la Formación Tinajones. Geomorfológicamente se tienen una planicie aluvio-torrencial, caracterizada por tener pendiente muy baja (menor de 2°).</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subredondeadas y subangulosas, de naturaleza volcánica y sedimentaria, con tamaños hasta de 10 cm, predominando los menores a 5 cm.</p> <p>Al generarse el flujo, incorpora material suelto del cauce de la quebrada, arrastrando hasta restos de troncos de árboles. Flujos de detritos canalizados, que discurrió por un ramal de la quebrada Yaipón.</p>	Afectó 190 m de carretera en el tramo Cerrillos, así como el canal revestido que se encuentra en ese sector.	Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.
	Cerrillos (Chongoyape) (3B-46)	Tocmoche-Miracosta	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas).</p> <p>En la naciente de la quebrada se encuentran afloramientos de rocas volcánicas. Terrenos de baja pendiente, en una unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial perteneciente a la margen derecha de la quebrada Juana Ríos. Flujos de detritos (gravas, gravillas, arenas y arcillas) que afectaron este tramo de carretera.</p>	140 m de carretera afectada en el tramo Cerrillos, así como parte del badén.	<p>Rehabilitación del badén.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.</p>
	Juana Ríos (Chongoyape) (3B-47)	Chiclayo-Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por gravas y bloques en matriz areno-limosa. Los fragmentos de roca son de formas subredondeadas a redondeadas de naturaleza sedimentaria y volcánica.</p> <p>A lo largo de la microcuenca se encuentran afloramientos de tobas, derrames lávicos (Volcánicos Oyotun y Llama) y cuarcitas (Grupo Goyllarisquizga).</p> <p>Geomorfológicamente se tiene una superficie aluvio-torrencial donde se desarrolla quebrada Juana Ríos.</p> <p>Estos flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	Afectó badén a lo largo de 330 m, erosión plataforma ubicada aguas abajo.	<p>Rehabilitación del badén.</p> <p>Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.</p> <p>Intensa forestación de material aluvial del cauce de la quebrada.</p>
	Nueva Arica-Las Viñas (Nueva Arica)	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales recientes sobre rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún). Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica de vertiente o	Afectó 50 m de carretera asfaltada en el tramo Las Viñas.	Reparación y reforzamiento de las defensas ribereñas.

	(3B-48)			<p>piedemonte aluvio-torrencial. Sobre estos depósitos discurre el tramo carretero</p> <p>Los materiales de los depósitos son de formas subangulosas y subredondeadas. Tenemos fragmentos de roca del tamaño hasta de 5 cm.</p> <p>Al generarse el flujo, arrastró consigo restos de troncos de árboles, se llegó entrapar la boca de la alcantarilla (carretera Oyotún-Zaña), generando un embalse, el material rebasó y se canalizó por la zona urbana.</p>		
	El Ocho-Quebrada Seca (Oyotún) (3B-49)	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes. Los materiales de los depósitos son de formas subredondeadas, tenemos fragmentos de roca del tamaño hasta de 5 cm.</p> <p>Se tienen rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Llama).</p> <p>Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Al generarse el flujo, arrastró consigo restos de troncos de árboles, se desplazó por tramo carretero y terrenos de cultivo.</p>	Afectó 90 m de carretera afirmada	<p>Reconstruir el tramo carretero.</p> <p>Contemplar la posibilidad de construir un badén en este tramo de carretera.</p> <p>Canalizar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Enrocado en ambas márgenes de la quebrada.</p>
	Nueva Arica-Oyotún (Nueva Arica) (3B-50)	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes sobre rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún). Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los cauces de las quebradas tienen anchos hasta de 30 m, con profundidad hasta de 5 m. Los depósitos se encuentran ocupados por la zona urbana y áreas de cultivo, discurre tramo carretero.</p> <p>Los fragmentos de roca son de formas subangulosas y subredondeadas, tamaños hasta de 5 cm</p> <p>Al generarse el flujo, y arrastrar consigo restos de troncos de árboles, se llegó entrapar la boca de la alcantarilla (carretera Oyotún-Zaña), generando un embalse, el agua rebasó y se canalizó por la zona urbana.</p>	<p>Afectó 20m de carretera tramo Nueva Arica-Oyotún.</p> <p>Afectó alcantarilla.</p>	<p>Construcción de defensas ribereñas en ambas márgenes de la quebrada Nanchoc.</p> <p>Descolmatar cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de disipadores de energía. A lo largo de la quebrada.</p> <p>Rediseñar las alcantarillas, teniendo en cuenta el volumen de detritos que trajo el evento del 2017.</p>
	Virú (Oyotún) (3B-51)	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias del volcánico Llama y secuencias sedimentarias calcáreas de la Formación Pariatambo.</p> <p>Se tienen las siguientes unidades geomorfológicas: piedemonte proluvial, colinas volcánicas-sedimentarias, montañas volcánicas-sedimentarias y montañas sedimentarias.</p> <p>El cauce de la quebrada presenta pendiente baja, menor a 5°, las laderas son pendiente media (menor de 25°). Los fragmentos de roca son de</p>	<p>Afectó 20m de carretera, tramo Oyotún-El Espinal.</p> <p>Afectó alcantarilla.</p>	<p>Construcción de defensas ribereñas (enrocado).</p> <p>Limpieza del cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de muros disipadores de energía</p>

				<p>formas subangulosas a subredondeadas, son de naturaleza sedimentaria y volcánica, los tamaños de los fragmentos de roca llegan hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p> <p>Sobre los depósitos proluviales se encuentra asentado el poblado de Virú, se tiene además terrenos de cultivo y vías de acceso.</p>		
	Virú (Oyotún) (3B-52)	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias sedimentarias calcáreas de la Formación Pariatambo y del volcánico Llama.</p> <p>Se tienen las siguientes unidades geomorfológicas: piedemonte proluvial, colinas volcánicas-sedimentarias, montañas volcánicas-sedimentarias y montañas sedimentarias. El cauce de la quebrada presenta pendiente baja, menor a 5°, las laderas son pendiente media (menor de 25°).</p> <p>Los fragmentos de roca son de formas subangulosas a subredondeadas, son de naturaleza sedimentaria y volcánica, los tamaños de los fragmentos de roca llegan hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p> <p>Sobre los depósitos proluviales se encuentra asentado el poblado de Virú, se tiene además terrenos de cultivo y vías de acceso.</p>	Afectó 20 m de la carretera, en el tramo	<p>Construcción de badén, defensas ribereñas (enrocado). En el cauce, aguas arriba construir muros disipadores de energía</p> <p>Limpieza del cauce de la quebrada.</p>
	La Polvorada (Oyotún) (3B-54)	Oyotún-El Espinal	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias sedimentarias calcáreas de la Formación Pariatambo y en forma puntual del volcánico Llama.</p> <p>Se tienen las siguientes unidades geomorfológicas: piedemonte proluvial, Montañas sedimentaria y montañas volcánicas. Cauce de quebrada con pendiente baja, menor a 5°, las laderas son pendiente media (menor de 25°). Presenta fragmentos de roca de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, los tamaños de los fragmentos de roca están comprendidos entre 5 a 10 cm.</p> <p>Sobre los depósitos proluviales discurre la carretera Oyotún-La Florida.</p> <p>En este evento se presentaron flujos de lodo.</p>	Afectó 20 m de carretera Oyotún-La Florida.	<p>Construcción de badén.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p>
	Las Delicias (Oyotún) (3B-55)	Oyotún-El Espinal	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquiza, y de la Formación Pariatambo.</p> <p>El cauce de la quebrada presenta pendiente baja menor a 5°, las laderas son pendiente media (menor de 25°). Geomorfológicamente se presentan piedemonte proluvial, de colinas y montañas volcánicas-sedimentarias y sedimentarias. Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subredondeadas, son de naturaleza</p>	20 m de carretera afectada en el tramo Las Delicias.	<p>Construcción de badén. Implementación de un sistema de drenaje pluvial.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construir muros disipadores de energía.</p>

			<p>sedimentaria, llegan hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p> <p>Sobre los depósitos proluviales se encuentra asentado el poblado Las Delicias, se tiene además terrenos de cultivo y vías de acceso. En el año 1998 se presentó un flujo de detritos que afectó al sector urbano. Los flujos de detritos que se presentaron fluyeron por el área urbana.</p>		
Las Delicias (Oyotún) (3B-56)	Oyotún-El Espinal	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se encuentran afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga, y de la Formación Pariatambo.</p> <p>La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°. Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades piedemonte proluvial, colinas volcánicas-sedimentarias y montañas volcánicas-sedimentarias y sedimentarias.</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, llegan hasta 25 cm, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p>	Afectó trocha afirmada Oyotún-La Florida en 20 m.	<p>Construcción de badén y muros disipadores de energía.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p>
Quebrada San Luis (Oyotún) (3B-57)	Oyotún-La Compuerta-Chumbenique	Chiclayo / Lambayeque	<p>En la quebrada San Luis se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas), y de la Formación Pariatambo (lutitas).</p> <p>La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p> <p>Geomorfológicamente se presentan unidades de piedemonte proluvial, colina sedimentaria y montaña sedimentaria. Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p>	Afectó trocha Oyotún-La Florida en 60 m y terrenos de cultivo	<p>Construcción de badén o puente.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar las laderas de los cerros.</p>
Santa Rita (Qda. Del Higuierón / Hualcatal) (Oyotún) (3B-58)	Oyotún-El Espinal	Chiclayo / Lambayeque	<p>En la quebrada Del Higuierón/Hualcatal se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos. En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas y lutitas), Formación Inca-Chulec (calizas y lutitas) y de la Formación Pariatambo (calizas y lutitas).</p> <p>Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades piedemonte proluvial, colina y montaña sedimentaria. La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, predominando los comprendidos entre 5 a 10 cm.</p>	Afectó trocha afirmada Oyotún-La Compuerta en un tramo de 180 m.	<p>Construir badén.</p> <p>Canalizar la quebrada.</p> <p>Forestar las laderas circundantes a la quebrada.</p> <p>Descolmatar el cauce de la quebrada.</p>
Huaca El Toro-Entrada Oyotún	Zaña-Oyotún	Chiclayo / Lambayeque	<p>En la quebrada El Toro se presentan depósitos proluviales recientes y antiguos.</p>	Afectó tramo de carretera asfaltada Zaña Oyotún en tramo de 80 m.	<p>Construcción de badén.</p> <p>Contemplar la posibilidad de proteger el canal (Canal cubierto)</p>

	(Oyotún) (3B-59)			<p>En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquiza (areniscas y lutitas).</p> <p>Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades piedemonte proluvial, con colina y montaña sedimentaria. La quebrada, aguas arriba después de la población, el cauce actual llega a tener un ancho de 20 m, hacia la zona urbana se reduce hasta en 10 a 5 m. La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, predominando los tamaños entre 5 a 10 cm.</p>	Terrenos de cultivo y canales	Descolmatar el cauce de la quebrada.
	Saltur (Zaña) (3B-60)	Zaña- Chongoyape	Chiclayo / Lambayeque	<p>En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de rocas intrusivas cubiertas por depósitos eólicos sueltos. La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p> <p>Geomorfológicamente se presentan unidades Planicie eólica erosionada, colina intrusiva cubierta parcialmente por depósitos eólicos.</p> <p>El agua de lluvia erosionó al depósito eólicos, ello generó surcos y canales, por donde discurrieron flujos de lodo por la Pampa El Portachuelo, hasta alcanzar la vía de acceso. Se presentan escasamente fragmentos de roca de formas subredondeadas.</p>	Afectó 2900 m de trocha afirmada	Canalizar la quebrada. Forestar las laderas.
	El Mirador/Qda. Yaipón (Llama) (3B-61)	Tocmoche - Miracosta	Chota / Cajamarca	<p>Braza de la quebrada Yaipón, con depósitos proluviales recientes y antiguos. En la parte media y alta de la quebrada se tienen cerros con afloramientos de secuencias volcánico-sedimentarias, sedimentarias del Grupo Goyllarisquiza (areniscas y lutitas).</p> <p>Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades piedemonte proluvial y montaña sedimentaria. La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas menor a 25°.</p> <p>Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, predominando los tamaños entre 5 a 10 cm.</p>	Afectó 300 m de trocha afirmada por varios tramos..	Canalizar la quebrada. Forestar las laderas. Descolmatar el cauce de quebrada.
	Quebrada San Carlos (Llama) (3B-63)	Carretera Chiclayo- Cajamarca	Chota / Cajamarca	<p>La quebrada S/N que baja del cerro El Choro generó un flujo de detritos.</p> <p>En las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias volcánicas (Volcánico Llama) y sedimentarias del Grupo Goyllarisquiza (areniscas y lutitas).</p> <p>Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades: piedemonte proluvial, colina y montaña sedimentaria.</p> <p>Pendiente del cauce de la quebrada menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p>	Afectó carretera Chiclayo-Chota en un tramo de 120 m.	Canalizar la quebrada. Forestar las laderas. Descolmatar el cauce de quebrada.

				Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son de formas subangulosas a subredondeadas, de naturaleza sedimentaria, englobados en matriz areno-Limosa.		
	Alumbral-Río Seco (Oyotún) (3B-66)	Oyotún-La Compuerta	Chiclayo / Lambayeque	<p>La quebrada Cerecito nace en el cerro El Águila y Portachuelo. Las laderas de los cerros se tienen afloramientos de secuencias volcánicas (Volcánico Oyotún) y sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas y lutitas).</p> <p>La pendiente del cauce de la quebrada es menor a 5° y de las laderas es menor a 25°.</p> <p>Geomorfológicamente se presentan las siguientes unidades piedemonte proluvial, colina sedimentaria y montaña volcánica. Los fragmentos de roca que conforman el depósito, son naturaleza sedimentaria y volcánica, englobados en matriz areno-Limosa.</p>	Afectó 100 m de trocha afirmada, afectada en el tramo Alumbral-Río Seco.	<p>Construcción de badén y defensas ribereñas.</p> <p>Contemplar la posibilidad de implementar un canal tipo sifón.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p>
DESPLAZAMIENTO (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	Limoncarro (Llama) (3B-62)	Maychil - Llama	Chota / Cajamarca	<p>Deslizamiento rotacional.</p> <p>Afloran rocas del volcánico Llama, tobas medianamente fracturadas y altamente meteorizada. El escarpe principal tiene una longitud de 50 m, ensanchándose conforme se desplaza aguas abajo. Se tienen procesos de erosiones de ladera.</p> <p>El terreno presenta una pendiente entre 25° a 30°.</p>	Afectó trocha afirmada de acceso a Limoncarro y puente de acceso.	Cambio de trazo de carretera
	Repartidor La Puntilla (Pucalá) (3B-67)	Chiclayo - Chota	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentó caída de rocas en afloramiento de roca intrusiva; sistemas de fracturamiento que forman cuñas. Se encuentra poco a medianamente fracturada y fracturamiento abierto. Con pendiente menor de 30°.</p> <p>En el depósito de caída de rocas tenemos bloques hasta de 2 m, con escasa matriz. La caída de rocas afectó tramo de carretera Chiclayo-Chongoyape.</p> <p>En la parte colindante al río se tienen una planicie antigua perteneciente al río Chancay, conformados por material fino (arenas) y grueso (gravas); que fue afectada por erosión fluvial.</p>	Afectó 50 m de carretera Chiclayo-Chongoyape en el sector Repartidor La Puntilla.	<p>Desquinchar rocas inestables en las laderas de los cerros.</p> <p>Para la zona de erosión fluvial construir defensas ribereñas (enrocado).</p>
	Huaca Blanca/Quebrada El Pato (Chongoyape) (3B-68)	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	Chiclayo / Lambayeque	<p>Deslizamiento rotacional que afectó este tramo de carretera</p> <p>Se presentan rocas intrusivas (Tonalita) altamente a moderadamente meteorizada.</p> <p>Las laderas presentan pendientes menores de 20°</p>	Afectó 70 m de carretera Huaca Blanca-Quebrada El Pato.	Rehabilitación del camino rural. Mejoramiento del drenaje.

EROSIÓN FLUVIAL	Zorronto (Oyotún) (3B-65)	Oyotún-Pan de Azúcar /La Compuerta	Chiclayo / Lambayeque	Erosión fluvial, se presentó por la margen derecha del río Zaña. Destruyó defensa ribereña. Terrenos de baja pendiente. El río migro hacia la margen derecha.	Afectó la vía Oyotún tramo de 400m y canal de irrigación.,	Forestar las laderas. Descolmatar el cauce del río. Canalizar el río. Estas medidas deben ser integrales.
-----------------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------	--	--	--

**CUADRO N° 12**

<b>OBRAS DE INFRAESTRUCTURA AFECTADOS POR LOS PELIGROS DETONADOS CON LAS FUERTES LLUVIAS DE EL NIÑO COSTERO 2017. LAMBAYEQUE (SECTOR A)</b>					
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
INUNDACIÓN FLUVIAL	Canal de Irrigación ( Pampa de Lino /Jayanca) ( 3A-66)	Lambayeque / Lambayeque	Material fluvial compuesto por limo-arcillas y arenas, colmataron el canal.	Destrucción de Canal de Irrigación	Descolmatar el canal. Construcción de canal cubierto. Reparar canal.
	Puente (Jayanca /Jayanca) ( 3A-67)	Lambayeque / Lambayeque	Material fluvial compuesto por limo-arcillas y arenas. Por el exceso de carga del río La Leche, generó erosión en las defensas ribereñas, que colapsaron. Ello generó el desborde de las aguas del río, provocando la inundación.	Afectó muros de gaviones	Reconstrucción de gaviones.
	Puente (Santa Isabel/Jayanca) ( 3A-68)	Lambayeque / Lambayeque	Material fluvial compuesto por limo-arcillas y arenas. El desborde del río, fue detonado por las precipitaciones pluviales presentadas en el mes de marzo.	Zona de inundación con afección de puente de aproximadamente 6 m.	Construcción de defensas ribereñas en la zona de desborde.
	Alcantarillas (Santa Isabel / Jayanca)	Lambayeque / Lambayeque	Material fluvial compuesto por limo-arcillas y arenas. El evento fue detonado por las precipitaciones pluviales del mes de marzo.	Afectó la alcantarilla	Reconstrucción de alcantarillado
	Puente (Illimo / Illimo) ( 3A-70)	Lambayeque / Lambayeque	Material fluvial compuesto por limo-arcillas y arenas. El desborde del río, fue detonado por las precipitaciones pluviales del mes de marzo.	Afectó puente con longitud de 12 m.	Reconstrucción de puente con una mejor infraestructura y realizar enrocado en las márgenes del río.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	Puente (Ñaupe /Olmos ) ( 3A-71)	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos englobados en matriz limo-arcillosa, los clastos llegan a tener un diámetro promedio de 20 cm. Se formaron surcos a consecuencia de la escorrentía	Afectó parcialmente a muros de gaviones.	Reconstrucción de gaviones.
	Camino - Gruta (C° Chalpón /	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, compuesto por clastos promedio de 1 a 2 metros, se tienen hasta de 10 metros de diámetro.	Gruta Cruz de Chalpón	Construcción de muros de contención en zonas afectadas.

	Motupe) ( 3A-72)		La matriz del es limo-arcillosa.		Cambio de trazo del camino al acceso al santuario.
	Puente (Tongorrape / Motupe ) ( 3A-73)	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de detritos, conformado por gravas, con matriz limo-arcillosa . La energía hidráulica del flujo de detritos, ha transportado todo tipo de material detrítico.  Al generarse el flujo y al pasar por el puente, generó erosión en el estribo del puente afectando y erosionando la carpeta asfáltica.	Afectó totalmente al puente. Destruyó el estribo del puente afectando la carretera.	Estabilizar las márgenes ribereñas (defensas enrocadas).  Reconstrucción de puente con una mejor infraestructura (considerar canaletas).
	Bocatoma (Marripón / Motupe) ( 3A-74)	Lambayeque / Lambayeque	Flujo de lodo, compuesto por limo-arcillas y arenas, colmataron al río, obstruyéndolo y provocaron su desborde.  La Compuerta esta cimentada sobre rocas metamórficas de la Formación Salas.  Destruyó la compuerta de Tongorrape del canal de Tongorrape (20m).  El flujo de lodo entro hacia los terrenos de cultivo, el flujo al desplazarse lleo hasta una altura de 1.7m	Afectó bocatoma.  Destruyó el canal de Tongorrape en 20m.  También afectó terrenos de cultivo.	Descolmatar el material producto del flujo de lodo y reparación de la bocatoma.
	Canal de Irrigación (Marripón / Motupe ) ( 3A-75)	Lambayeque / Lambayeque	Material de flujo de detritos compuesto por limo-arcillas y arenas provenientes de la quebrada Chineama. Llegó a colmatar el cauce provocando su desborde.  El material del flujo lleo a cubrir al terreno hasta una altura de 3 m.	Afectó completamente al canal (lo destruyó y enterró). También afectó terrenos de cultivo, aproximadamente 6 ha.	Descolmatar el cauce de la quebrada.  Encausar la quebrada.  Reparación del canal.
	Canal de Irrigación (San Carranco / Jayanca)	Lambayeque / Lambayeque	Material de flujo de detritos compuesto por limo-arcillas y arenas han colmatado la quebrada provocando su desborde.	Flujo de detritos colmató canal de irrigación en aprox. 30 metros.  El canal fue cubierto completamente por el flujo.	Descolmatar el material producto del flujo de lodo y reparación del canal.
	Canal de Irrigación (San Carranco / Jayanca) ( 3A-77)	Lambayeque / Lambayeque	El material canalizado por la quebrada está conformado por limoarcillas y arenas.  El material proveniente del flujo de lodo colmató el cauce de la quebrada, provocando su desborde.	Mas de 300 metros de canal relleno por lodo.	Descolmatar el material producto del flujo de lodo y reparación del canal.
	Canal de Irrigación (Illimo / Illimo) ( 3A-78)	Lambayeque / Lambayeque	Material de flujo de lodo compuesto por limo-arcillas y arenas colmataron la quebrada provocando su desborde.	Bocatoma afectada por el material proveniente del flujo.  Parte de los canales han sufrido colmatación 2 compuertas han sido selladas	Descolmatar del material producto del flujo de lodo y reparación del canal.  Canalizar la quebrada.
	Canal de Irrigación (Mesones Muro / Ferrefaife) ( 3A-79)	Ferrefaife / Lambayeque	Quebrada "Río Loco", que generó un flujo de lodo compuesto por limo-arcillas y arenas.	Afectó al techo de la estructura. El canal colapsó en 15 m aproximadamente.	Descolmatar la quebrada. Forestar.

			El cauce de la quebrada se colmató, provocando su desborde. El flujo se canalizó por debajo del canal de irrigación Taymi. El material se sedimentó obstruyendo las alcantarillas.	Se han colocado sacos con arena, para canalizar el flujo.	
	Canal de Irrigación (Ferreñafe / Ferreñafe) (3A-80)	Ferreñafe / Lambayeque	Material de flujo de lodo compuesto por limo-arcillas y arenas han colmatado la quebrada provocando su desborde.	Ruptura de canal en 15 m.	Descolmatar y reparar el canal. Forestar
EROSIÓN FLUVIAL	Puente (Laquipampa / Incahuasi) (3A-81)	Ferreñafe / Lambayeque	La sobrecarga de agua incrementó el poder erosivo del río, ocasionado la erosión de los estribos del puente. También se generó desborde del río.	Ruptura total del puente de aproximadamente 50 m.	Reconstrucción del puente con los cimientos en los flancos del río. Contemplar la construcción de defensas ribereñas.

**CUADRO N° 13**

<b>OBRAS DE INFRAESTRUCTURA AFECTADOS POR LOS PELIGROS DETONADOS CON LAS FUERTES LLUVIAS DE EL NIÑO COSTERO 2017. LAMBAYEQUE (SECTOR B)</b>					
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
EROSIÓN FLUVIAL	Puente Zaña (Zaña/Zaña) (3B-69)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos fluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de planicie inundable perteneciente al río Zaña. La erosión fluvial afectó ambas márgenes del río Zaña, en un tramo de 50 m.	Destruyó al Puente La Otra Banda Zaña. El puente tenía una longitud de 194 m.	Reparación y reforzamiento de las defensas ribereñas. Contemplar la posibilidad de levantar la altura de las defensas ribereñas. Limpieza y descolmatación del cauce del río Zaña. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.
	Puente Tablazos (Chongoyape) (3B-70)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos fluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas), que se encuentran sobre rocas sedimentarias del tipo areniscas (Formación Goyllarisquizga). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de planicie inundable perteneciente al río Chancay.	Puente Tablazos destruido.	Reconstrucción del puente destruido (considerar ampliar la luz del puente). Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas en ambas márgenes del río.

			La erosión fluvial afectó ambas márgenes del río Chancay, debilitando las bases del Puente Tablazos, el cual quedó totalmente destruido.		Limpiar y descolmar el material del cauce del río.
	Canal (Cerro León/Cayaltí) (3B-71)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos aluviales recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (bloques, gravas). Terrenos de pendiente baja.  Erosión por flujos de detritos que afectaron el canal en el sector Cerro León.	Nueve metros de canal destruido.	Reparación y reforzamiento de las defensas ribereñas.  Contemplar la posibilidad de levantar la altura de las defensas ribereñas. Limpiar y descolmar el canal de irrigación.  Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones.
	Canal (Alumbral/Oyotún) (3B-72)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos aluviales recientes, conformados por material fino (arenas y arcillas) y grueso (gravas).  Terrenos de pendiente baja. Llanura o planicie inundable.  Erosión generada por flujos de detritos canalizados por la quebrada.	Afectó 75 m de canal, en el sector Alumbral.	Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas e implementar un canal tipo sifón.  Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada. Limpiar el canal de irrigación.
	Canal (Villa Esperanza/Oyotún) (3B-73)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales recientes.  Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial.  La erosión causada por los flujos de detritos afectó este canal.	40 metros de canal afectados en el sector Villa Esperanza.	Contemplar la posibilidad de implementar un canal tipo sifón.  Limpiar y descolmar el material del cauce de la quebrada.  Limpiar el canal de irrigación.
	Puente Tablazos (Chongoyape) (3B-74)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos fluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas).  Terrenos de baja pendiente, en una unidad geomorfológica de llanura inundable perteneciente al río Chancay.  La erosión fluvial afectó ambas márgenes del río Chancay, destruyó las bases de la margen izquierda, dejándolo inutilizado.	Destruyó al Puente Tablazos.	Reconstrucción del puente (considerar ampliar la luz del puente).  Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas en ambas márgenes del río.  Limpiar y descolmar el cauce del río.
	Puente (La Compuerta / Oyotún) (3B-75)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos fluviales recientes conformados por material fino (arenas y arcillas) y grueso (gravas, gravillas).  Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica de llanura inundable.  La erosión fluvial afectó el puente debido al socavamiento de las bases.	35 metros de puente destruidos en el sector La Compuerta.	Reconstrucción del puente destruido (considerar ampliar la luz del puente).  Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas en ambas márgenes de la quebrada. Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.
FLUJOS (HUAICOS).	Alcantarilla (Quebrada Santa Lucía/Pátapo) (3B-76)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas). En las laderas de la quebrada se encuentran rocas volcánicas, tipo andesitas (Volcánico Oyotún).	Alcantarillas afectadas.	Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas.  Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada.

			Terrenos de pendiente baja. Piedemonte proluvial en la quebrada Santa Lucía. Flujos de detritos afectaron las alcantarillas, estas esta diseñadas con capacidad insuficiente para desaguar el material proveniente de la quebrada.		Construcción de muros disipadores de energía. Forestar la quebrada.
Alcantarilla (La Cría/Pátapo) (3B-77)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial. Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron la alcantarilla.	Alcantarillas afectadas.	Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas. Limpieza y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestar la quebrada.
Alcantarilla (Desaguadero/Pátapo) (3B-78)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. Flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron las alcantarillas de capacidad insuficiente para desaguar el material de acarreado por el cauce de las quebradas.	Alcantarillas afectadas.	Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestar la quebrada.
Alcantarilla (Desaguadero/Pátapo) (3B-79)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. Flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) que afectaron alcantarillas, estas tienen capacidad insuficiente para desaguar el material carreado por los flujos.	Alcantarillas afectadas.	Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construir muros disipadores de energía. Forestar el cauce de la quebrada.
Alcantarilla (La Puntilla / Chongoyape) (3B-80)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron las alcantarillas de capacidad insuficiente para desaguar el material de las quebradas.	Alcantarillas afectadas en este sector.	Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas. Limpieza y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construir muros disipadores de energía en el cauce de la quebrada. Forestar.
Canal de regadío (Santa Rosa / Pomalca) (3B-81)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de baja pendiente, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron al canal de regadío.	Afectaron al Canal Santa Rosa.	Contemplar la posibilidad de implementar un canal cubierto o sifón.
Canal (Pampa Grande / Chongoyape) (3B-82)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales. En la cuenca alta de la quebrada, se tienen afloramientos de rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún)	Afectó canal de irrigación.	Contemplar la posibilidad de implementar un canal cubierto. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.

		<p>Terrenos de pendiente baja.</p> <p>Los flujos de detritos se canalizaron por la quebrada Huaca del Pato generando la obstrucción del canal y posterior desborde.</p>		<p>En el cauce de la quebrada construir muros disipadores de energía</p>
Reservorio de Tinajones (Chongoyape) (3B-83)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas), son de formas redondeadas a subredondeadas. En la cuenca de la quebrada se encuentran afloramientos de tobas, cuarcitas, lutitas, conglomerados (Formación Tinajones).</p> <p>Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos desembocan en el reservorio, ayudan a colmatar al vaso. Es muy probable que en las cuencas altas de las quebradas que desembocan al reservorio, con las lluvias presentadas, se hayan activado movimientos en masa, o generación de nuevos, que aportaron material suelto a cauce.</p>	<p>Los depósitos que llegan directamente al reservorio, colmatan al vaso, que a lo largo del tiempo le restan su capacidad de almacenamiento de agua.</p>	<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestación. Canalizar las quebradas.</p> <p>Realizar un estudio a mayor escala, en todas las microcuencas de quebradas que fluyen al reservorio, con la finalidad de dar ciertas medidas correctivas y evitar su colmatación.</p>
Canal Madre (Pátapo/Pátapo) (3B-84)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas). En la cuenca de la quebrada se encuentran afloramiento de rocas volcánicas del tipo andesitas (Volcánico Oyotún) y areniscas (Grupo Goyllarisquizga).</p> <p>Terrenos de pendiente baja,</p> <p>Flujos de detritos afectaron las alcantarillas.</p>	<p>Afectó alcantarillas.</p>	<p>Mejoramiento y rediseño de las alcantarillas.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Canalizar la quebrada</p> <p>Muros disipadores de energía.</p> <p>Forestar.</p>
Canal secundario Tinajones (Chongoyape) (3B-85)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas), que se encuentran sobre rocas volcánicas del tipo andesitas (Volcánico Oyotún).</p> <p>Terrenos de pendiente baja.</p> <p>Flujos de detritos afectaron el canal.</p>	<p>El canal quedó obstruido por el material transportado por los flujos, dejándolo inutilizado.</p>	<p>Rediseñar el canal.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Forestar la quebrada.</p> <p>Construcción de muros disipadores de energía.</p>
Toma y Canal Cayaltí (Cayaltí/Cayaltí) (3B-86)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y escasamente grueso (gravas, gravillas).</p> <p>Terrenos de pendiente baja.</p> <p>Flujos de lodo afectaron al canal.</p>	<p>15 metros de canal afectados en el sector Cayaltí.</p>	<p>Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas e implementar un canal tipo sifón.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Forestar.</p>
Canal Cayaltí (Cayaltí/Cayaltí) (3B-87)	Chiclayo / Lambayeque	<p>Depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y escasamente grueso (gravas, gravillas). En la cuenca de la quebrada se tienen afloramientos de rocas tobáceas (Volcánico Llama). Sobre la ladera del cerro tenemos depósitos eólicos de fácil erosión, esto último contribuyó con la generación de flujo de lodo.</p> <p>Terrenos de pendiente baja.</p>	<p>Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 350 m por sectores.</p>	<p>Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas e implementar un canal tipo sifón.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestar</p>

			Los flujos de lodo, provenientes de las quebradas se canalizaron por los canales, esto permitió que la ciudad de Cayaltí no fuera afectada. Obstruyendo el canal por varios sectores.		
Canal Cojal Bajo (Cayaltí) (3B-88)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y escasamente grueso (gravas, gravillas). En la quebrada afloramientos de rocas intrusivas de tipo adamelitas.  Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial.  Los flujos de lodo se canalizados por la quebrada y canal de regadío, por varios sectores.	Afectó tramos del canal de regadío en un tramo de 2700 m por sectores.	Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas.  Construcción de un canal cubierto.  Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestar la quebrada.
Canal Cerro León (Cayaltí) (3B-89)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas). En la cuenca de la quebrada se tienen afloramientos rocas intrusivas (adamelitas). Sobre estos afloramientos se tienen depósitos eólicos de fácil erosión. Terrenos de pendiente baja.  Los flujos de detritos canalizados por la quebrada y afectaron el canal en varios sectores.	Afectó al canal de regadío por tramos, con longitudes hasta de 10 m.	Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas.  Construir un canal cubierto, y el tramo que cruza la quebrada se debe construir un canal tipo sifón.  Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Forestar.
Canal Las Viñas (Las Viñas/Nueva Arica) (3B-90)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos eólicos y proluviales.  Terrenos de baja pendiente.  Flujos de detritos (gravas, gravillas, arenas y arcillas) que afectaron este tramo del canal.	50 metros de canal afectados en el sector Las Viñas.	Implementar un canal tipo sifón.  Contemplar la posibilidad de mejorar las defensas ribereñas.  Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.  Limpieza del canal.  Canalizar la quebrada. Forestar.
Puente Peatonal Orlando Oyarce (Virí/Oyotún) (3B-91)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos fluviales recientes, conformados por material fino grueso (gravas, gravillas) y finos (arenas, limos y arcillas). Los fragmentos de roca son de formas subredondeadas a redondeadas.  Terrenos de pendiente baja.  Los flujos afectaron puente.	Afectó defensas ribereñas del puente.	Rehabilitar defensas ribereñas.  Canalizar la quebrada.  Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.  Canalizar la quebrada.  Forestar
Canal de regadío (Alumbral/Oyotún) (3B-92)	Chiclayo / Lambayeque		Se presentan depósitos proluviales. En la cuenca de la quebrada se tienen afloramientos de rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún).  Terrenos de pendiente baja, correspondiente a la unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial.	Canal afectado.	Contemplar la posibilidad de construir defensas ribereñas e implementar un canal tipo sifón.  Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.  Limpieza del canal de irrigación.

			Los flujos de detritos se canalizaron por la quebrada generando la obstrucción del canal y posterior desborde.		Canalizar la quebrada. Forestar.
	Puente La Compuerta (La Compuerta/Oyotún) (3B-93)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales. En la cuenca de la quebrada se tienen afloramientos de rocas volcánicas de composición andesítica (Volcánico Oyotún). Terrenos de pendiente baja. Los flujos de detritos se canalizaron por la quebrada destruyendo el puente.	Puente destruido.	Reforzar defensas ribereñas y construir puente carrozable. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Forestar.
	Canal Madre Tinajones (Chongoyape) (3B-94)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. El cauce de la quebrada de Desaguadero se encuentra modificado por la extracción de material (canteras). Flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este canal. Las alcantarillas tienen insuficiente capacidad para desaguar el material proveniente de las quebradas.	Afectó Canal de regadío.	Limpiar del canal. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construcción de muros disipadores de energía. Forestar
	Canal de regadío Garraspiña (La Compuerta/Oyotún) (3B-95)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas, gravillas). En la cuenca tenemos afloramientos de calizas, lutitas y volcánicos (Formación La Leche). Terrenos de pendiente baja, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial. Los flujos de detritos canalizados por la quebrada afectaron el canal.	Afectó Canal de regadío.	Contemplar la posibilidad de implementar un canal tipo sifón. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construcción de muros disipadores de energía. Forestar.
	Canal de Chumbenique (Chumbenique/Oyotún) (3B-96)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y escasamente grueso (gravas). Terrenos de pendiente baja. Flujo de lodo afectó el canal en este sector.	Afectó Canal de regadío.	Contemplar la posibilidad de implementar un canal tipo sifón. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construcción de muros disipadores de energía. Forestar.
	Canal Oyotún (Oyotún) (3B-97)	Chiclayo / Lambayeque	Se presentan depósitos proluviales que se encuentran sobre rocas del tipo andesitas pertenecientes al Volcánico Oyotún. Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial. Los flujos de detritos afectaron al canal.	Canal afectado.	Implementar un canal tipo sifón y canal cubierto. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada. Construcción de muros disipadores de energía Forestar.

**CUADRO N° 14**

<b>CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR LOS PELIGROS DETONADOS CON LAS FUERTES LLUVIAS DE EL NIÑO COSTERO 2017. CAJAMARCA (Sector B)</b>					
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>SECTOR (DISTRITO) (CÓDIGO)</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	Cerro Blanco (Llama) (3B-119)	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y (gravas). Los materiales son de formas redondeadas a subredondeados. En la cuenca de la quebrada se tienen rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama).</p> <p>Sobre la terraza proluvial está asentado el poblado de Cerro Blanco. Geomorfológicamente se tiene un piedemonte aluvio-torrencial con pendiente baja.</p> <p>Los flujos de detritos compuesto por gravas, arenas y arcillas, se canalizaron por la quebrada afluente al río Chancay y afectaron este sector.</p>	Podrían verse afectadas viviendas del sector Cerro Blanco. Zonas de cultivo afectadas.	<p>Las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada deben ser reubicadas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de defensas ribereñas en los bordes de la quebrada, así como disipadores de energía en la parte alta.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p>
	La Ramada (Llama) (3B-120)	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (gravas) depositados por la quebrada Caña Brava. Los fragmentos de roca que se encuentran en el cauce son de formas redondeadas a subredondeadas. En la cuenca se tienen afloramientos de rocas volcánicas como andesita (Volcánico Llama) y sedimentarias tipo areniscas, cuarcitas y lutitas (Grupo Goyllarisquiza). Sobre estos depósitos se encuentran asentada la zona urbana.</p> <p>Terrenos de baja a media pendiente, en una unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) se canalizaron por la quebrada Caña Brava y afectaron este sector.</p>	Viviendas y zonas de cultivo afectadas.	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran en el borde del cauce de la quebrada.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para flujos de detritos en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros geológicos.</p> <p>Forestar la quebrada.</p> <p>Construcción de muro disipadores de energía.</p>
DESPLAZAMIENTO (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	Picuy (Catache) (3B-121)	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos coluvio-deluvial recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (gravas) depositados por la quebrada Chilal. Se tienen afloramientos de rocas sedimentarias como calizas con intercalaciones de lutitas (Formación Pariatambo).</p> <p>Las causas del deslizamiento son rocas altamente meteorizadas, muy fragmentadas, pendiente del terreno, presencia de puquiales que indican que el cuerpo está saturado de agua, por el tipo de material el cuerpo del deslizamiento retiene el agua.</p> <p>El deslizamiento se generó por estar saturado de agua, el peso de la masa, hizo que se deslizará por la pendiente.</p>	3 viviendas afectadas y otras destruidas.	<p>Reubicar las viviendas destruidas y las que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Realizar un drenaje del cuerpo del deslizamiento, tipo espina de pescado.</p> <p>Este terreno no es apto para vivienda.</p>

	El Monte (Catache) (3B-122)	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan depósitos coluvio-deluvial recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (gravas). Se tienen afloramientos de rocas volcánicas tipo dacita (Volcánico Huambos).  Sobre estos depósitos se encuentra asentado el poblado.  Las causas del deslizamiento son rocas altamente meteorizadas, muy fragmentadas, pendiente del terreno, presencia de puquiales que indican que el cuerpo está saturado de agua, el cuerpo retiene el agua.	Tres viviendas afectadas y una destruida; el deslizamiento puede afectar a más viviendas.	Reubicar las viviendas destruidas y las que se encuentran dentro del cuerpo del deslizamiento.  Mejoramiento del sistema de drenaje en el cuerpo del deslizamiento. Este terreno no es apto para vivienda.
	Cascadén (Catache) (3B-123)	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan depósitos coluvio-deluviales recientes. Se tienen rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama).  Las causas del deslizamiento son rocas altamente meteorizadas, muy fragmentadas, pendiente del terreno, presencia de puquiales que indican que el cuerpo está saturado de agua, el cuerpo retiene el agua.	Afectó cuatro 4 viviendas y destruyó dos. El deslizamiento puede afectar a más viviendas. De seguir el deslizamiento puede represar al río, lo cual sería muy catastrófico su desembalse.	Reubicar las viviendas destruidas y las que se encuentran dentro del cuerpo del deslizamiento.  Mejoramiento del sistema de drenaje del cuerpo del deslizamiento.  No realizar riegos por inundación.  Los canales de regadío deben ser revestidos o usar tuberías de PVC. Este terreno no es apto para vivienda.

**CUADRO N°15**

<b>TRAMOS CARRETEROS AFECTADOS POR LOS PELIGROS GEOLÓGICOS. CAJAMARCA (SECTOR B)</b>						
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>CARRETERA</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES	Bocatoma Racarumi (Llama) (3B-126)	Chiclayo-Chota	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos fluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos, fragmentos de roca de formas subredondeadas a redondeadas.	De seguir el proceso de erosión afectaría un tramo de 50 m. de la carretera Chiclayo-Llama.	Reforzar las defensas ribereñas en la margen derecha.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U	San Carlos (Llama) (3B-124)	Chiclayo-Chota	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas), los fragmentos de roca son de formas redondeadas y subredondeadas. En la cuenca se tienen afloramientos de rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama) e intrusivas (cuarcífero).  Terrenos de pendiente baja a media, en una unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.	0.03 km de carretera afectada en el tramo San Carlos. Socavamiento de la base de la carretera.	Contemplar la posibilidad de construir un badén en este tramo de carretera. Limpiar y descolmar el cauce de la quebrada.  Construir muros disipadores de energía en el cauce de la quebrada.  Forestar

				Los flujos de detritos (gravas, gravillas, arenas y limos) afectaron tramo de carretera Chongoyape-Llama.		
	Cerro Blanco (Llama) (3B-125)	Chiclayo-Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas), son de formas redondeadas a subredondeadas. Se tienen afloramientos de rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama).</p> <p>Terrenos de baja a media pendiente. Geomorfológicamente se encuentra sobre un piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) se canalizaron por la quebrada afluyente al río Chancay y afectaron este tramo de carretera.</p>	0.02 km de carretera afectada en el tramo Cerro Blanco	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construir muros disipadores de energía en el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar.</p>
	La Ramada/Quebrada Calabozo (Llama) (3B-127)	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (gravas) depositados por la quebrada Calabozo. Los fragmentos de roca son de formas subredondeadas a redondeadas. Rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (areniscas, cuarcitas y lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente baja a media. Geomorfológicamente se tienen depósitos de piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) se canalizaron por la quebrada Calabozo y afectaron este tramo de carretera.</p>	0.23 km de carretera afectada en el tramo La Ramada/Quebrada Calabozo.	<p>Limpieza y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construir muros disipadores de energía en el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar.</p>
	La Ramada (Llama) (3B-128)	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos, de formas subredondeadas a redondeados. En la cuenca se tienen afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercaladas con lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente baja.</p> <p>Geomorfológicamente se tienen depósitos de piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.4 km de carretera afectada en el tramo La Ramada.	<p>Construcción de defensas ribereñas. Limpieza y descolmatar del cauce de la quebrada.</p> <p>Construir muros disipadores de energía.</p> <p>Construcción de badén.</p> <p>Forestar.</p>
	La Ramada/Quebrada Caña Brava (Llama) (3B-129)	Chongoyape-Tablazos-La Ramada	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos, de formas subredondeadas a redondeados. Afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercaladas con lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente baja. Geomorfológicamente se tienen depósitos de piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.015 km de carretera afectada.	<p>Construcción de defensas ribereñas. Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de badén.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>

	Timón (Llama) (3B-130)	Maychil- Checopón- Timón	Chota Cajamarca /	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se presentan rocas tipo andesita del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se encuentra en un abanico de piedemonte.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.02 km de carretera afectada.	<p>Construcción de badén.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Chaupichana (Llama) (3B-131)	Maychil- Checopon- Timón	Chota Cajamarca /	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se presentan rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se encuentra sobre la unidad de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.03 km de carretera afectada en el tramo Chaupichana.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Limoncarro (Llama) (3B-132)	Maychil- Checopon- Timón	Chota Cajamarca /	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se presentan rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen las unidades de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.08 km de carretera afectada en el tramo Chaupichana.	<p>Contemplar la posibilidad de construir un puente en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Catache (Catache) (3B-133)	Catache - Tallapampa	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. En la quebrada se presentan rocas volcánicas del tipo dacita del Volcánico Huambos.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen piedemonte proluvial, con montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.15 km de carretera afectada.	<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Reservorio de Tinajones (Chongoyape) (3B-134)	Chongoyape- Reservorio de Tinajones	Chiclayo Lambayeque /	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Se tienen afloramientos de rocas volcánicas de tipo andesita y dacita (Volcánico Oyotún) e intrusivas (diorita).</p> <p>Terrenos de pendiente baja a media. Geomorfológica de terraza proluvial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, gravillas, arenas y limos) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.33 km de carretera afectada.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>

	Yaipón (Chongoyape) (3B-135)	Chongoyape- Tocmoche- Miracosta	Chiclayo / Lambayeque	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se tienen rocas de la Formación Tinajones del tipo tobas, grauvacas, lutitas, cuarcitas y conglomerados.</p> <p>Terrenos de baja pendiente; geomorfológicamente se tiene un piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.13 km de carretera afectada.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el material del cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar</p>
	Cerro Lontohuasi (Catache) (3B-136)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas); afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercaladas con de lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, gravillas, arenas y limos) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.2 km de carretera afectada.	<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Km 21 (Sexi) (3B-137)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se presentan rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.02 km de carretera afectada.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
	Cirato (Sexi) (3B-138)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se tienen rocas volcánicas del tipo andesita del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con Montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.4 km de carretera afectada.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del talud rocoso.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada</p>
	Las Malvas (Catache) (3B-139)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. En la cuenca de la quebrada se tienen rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con Montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos que afectaron tramo de carretera.</p>	0.01 km de carretera afectada en el tramo Las Malvas.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada. Forestar la quebrada</p>

Faique Negro (Catache) (3B-140)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se tienen rocas volcánicas del tipo andesita del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.3 km de carretera afectada.	<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada</p>
Km 8+450 (Catache) (3B-141)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se tienen rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con Montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) afectaron este tramo de carretera.</p>	0.01 km de carretera afectada.	<p>Mejoramiento y reforzamiento del badén en este tramo de carretera.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
Cirato (Catache) (3B-142)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos.</p> <p>En la cuenca de la quebrada se tienen rocas andesíticas del Volcánico Llama. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con Montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.25 km de carretera afectada.	<p>Reponer carpeta asfáltica y mejorar talud.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
Los Higueros (Catache) (3B-143)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se tienen rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen piedemonte aluvio-torrencial con montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.02 km de carretera afectada.	<p>Reponer badén.</p> <p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
Catache (Catache) (3B-144)	Catache - Tallapampa	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos; rocas dacíticas del Volcánico Huambos.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de Montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>	0.15 km de carretera afectada.	<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
Limoncarro (Llama) (3B-145)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos; se tienen rocas andesíticas del Volcánico Llama.</p>	0.08 km de carretera afectada.	<p>Contemplar la posibilidad de construir un puente en este tramo de carretera.</p>

				<p>Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Los flujos de detritos afectaron este tramo de carretera.</p>		<p>Limpiar y descolmatar el cauce de la quebrada.</p> <p>Forestar la quebrada.</p>
DESlizamiento (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	Sector Barrio Lata (Llama) (3B-146)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama).</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra sobre la unidad de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>Las causas son terrenos pendientes media a fuerte, roca medianamente fracturada (varias familias de fracturas) y altamente meteorizada.</p> <p>El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto con bloques aislados debido al corte artificial del talud, dicho evento afectó este tramo de carretera.</p>	0.1 km de carretera afectada, así como la cuneta.	<p>Desquinchar las rocas sueltas. Mejoramiento del perfil del talud.</p> <p>Forestar.</p>
	Izco (Llama) (3B-147)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se tienen afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercaladas con lutitas).</p> <p>Por los derrumbes se han formado depósitos coluviales conformados por gravas, arenas y limos. Los fragmentos de roca son de formas angulosas.</p> <p>Las causas son rocas medianamente fracturadas, con fracturamiento abierto, terrenos de pendiente fuerte. Se presenta rotura planar por la disposición de las fracturas de la roca y corte del talud.</p> <p>El derrumbe afectó tramo de carretera.</p>	0.1 km de carretera afectada, así como la cuneta.	<p>Desquinchar los fragmentos de rocas sueltas.</p> <p>Mejorar corte de talud y sistema de drenaje.</p> <p>Reforestar.</p>
	Potreriillo (Llama) (3B-148)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas de composición tipo areniscas, cuarcitas y lutitas (Grupo Goyllarisquiza).</p> <p>Terrenos de pendiente fuerte. Unidad de montaña en roca sedimentaria.</p> <p>Las causas del deslizamiento son: pendiente del terreno (mayor de 25°), roca medianamente fracturada y altamente meteorizada, fracturamiento abierto.</p>	0.2 km de carretera afectada, así como la cuneta.	<p>Desquinchar los fragmentos de rocas sueltas.</p> <p>Mejorar corte de talud.</p> <p>Reforestar.</p> <p>Mejoramiento del sistema de drenaje en el cuerpo del deslizamiento.</p>
	Potreriillo (Llama) (3B-149)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas intrusivas tipo tonalita.</p> <p>Terrenos de fuerte pendiente. Geomorfológicamente corresponde a la unidad de montaña en roca intrusiva.</p> <p>El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto, con forma de arranque irregular, dicho evento afectó este tramo de carretera.</p>	0.35 km de carretera afectada en el tramo Potreriillo.	<p>Desquinchar los fragmentos de rocas sueltas.</p> <p>Mejorar corte de talud.</p> <p>Reforestar.</p>

	Bocatoma (Llama) (3B-150)	Chiclayo - Chota	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos aluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos, depositados por el río Chancay; rocas intrusivas (pórfido cuarcífero).</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tiene la terraza aluvial y montaña intrusiva.</p> <p>El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto, dicho evento afectó este tramo de carretera. Una de las causas principales es el corte artificial del talud.</p>	0.03 km de carretera afectada en el tramo Bocatoma.	<p>Desquinchar los fragmentos de rocas sueltas.</p> <p>Reforestar.</p> <p>Realizar banquetas en las zonas inestables del derrumbe (material suelto).</p>
	Sucha (Llama) (3B-151)	Alta	Maychil-Checopon-Timón	<p>Se presentan rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama).</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto, con forma de zona de arranque regular. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía.</p> <p>El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.05 km de carretera afectada en el tramo Sucha Alta.	<p>Desquinchar los fragmentos de rocas sueltas.</p> <p>Reforestar.</p> <p>Realizar banquetas en las zonas inestables del derrumbe (material suelto).</p>
	Sucha (Llama) (3B-152)	Alta	Maychil-Checopon-Timón	<p>Se presentan rocas volcánicas del tipo andesita del Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpes múltiples, la forma de la escarpa principal es irregular y superficie rotacional. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía.</p> <p>El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.1 km de trocha afectada.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestación</p> <p>Mejorar corte de talud.</p>
	Maychil (Llama) (3B-153)		Maychil-Sucha-Timón	<p>Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas con intercalaciones de lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente fuerte, correspondiente a la unidad montaña en roca sedimentaria.</p> <p>El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto, con forma de zona de arranque irregular. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía.</p> <p>El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.15 km de trocha afectada.	<p>Desquinchar rocas sueltas.</p> <p>Reforestación del talud.</p> <p>Mejorar talud de corte.</p>
	Maychil (Llama) (3B-154)		Maychil-Sucha-Timón	<p>Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Inca-Chúlec (calizas intercaladas con lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente fuerte; unidad de montaña en roca sedimentaria.</p>	0.16 km de trocha afectada	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestar.</p> <p>Mejoramiento corte de talud.</p>

				<p>El deslizamiento presenta escarpes múltiples, la forma de la escarpa es irregular y superficie rotacional.</p> <p>El evento afectó tramo de trocha debido al corte artificial del talud.</p>		
Maychil (Llama) (3B-155)	Maychil-Sucha-Timón	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas tipo areniscas, cuarcitas y lutitas pertenecientes al Grupo Goyllarisquiza.</p> <p>Terrenos de pendiente fuerte, correspondiente a la unidad de montaña en roca sedimentaria.</p> <p>El derrumbe presenta una rotura tipo planar, la zona de arranque es irregular. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía.</p> <p>El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.27 km de trocha afectada.	<p>Desquinchar rocas sueltas del talud.</p> <p>Mejorar corte de talud.</p> <p>Reforestar.</p> <p>Drenaje del cuerpo del deslizamiento.</p>	
Maychil (Llama) (3B-156)	Maychil-Sucha-Timón	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Inca-Chúlec (calizas intercaladas con lutitas).</p> <p>Terrenos de pendiente fuerte, correspondiente a la unidad de montaña en roca sedimentaria.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpa única, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía. El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.12 km de trocha afectada.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Drenar cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestación del talud.</p>	
Maychil (Llama) (3B-157)	Maychil-Sucha-Timón	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte.</p> <p>Geomorfológicamente se encuentra sobre montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpas múltiples, de forma semicircular con superficie rotacional. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía. El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.1 km de trocha afectada.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Drenar cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestar</p> <p>Mejorar el corte de talud.</p>	
Limoncarro / El Molino (Llama) (3B-158)	Maychil-Limoncarro	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama).</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte del talud para la construcción de vía. El evento afectó tramo de trocha.</p>	0.02 km de trocha afectada.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestación.</p> <p>Banquetear el cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Drenar cuerpo del deslizamiento.</p>	
Tallapampa (Catache) (3B-159)	Maychil-Limoncarro	Santa Cruz / Cajamarca	<p>Se presentan rocas volcánicas dacita (Volcánico Huambos).</p>	0.1 km de trocha afectada.	<p>Desquinchar las rocas sueltas.</p> <p>Mejorar corte de talud.</p>	

				Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica. Las caídas de rocas afectaron este tramo de trocha.		Reforestar.
Tallapampa (Catache) (3B-160)	Catache-Tallapampa	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo dacita (Volcánico Huambos). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se encuentra en la unidad de montañas y colinas en roca volcánica. Caída de rocas, afectó tamo de carretera.	0.15 km de trocha afectada.		Desquinchar las rocas sueltas. Mejorar el corte de talud.
Tallapampa (Catache) (3B-161)	Catache-Tallapampa	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo dacita (Volcánico Huambos). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie plana. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la vía. El evento afectó tramo de trocha.	0.05 km de trocha afectada.		Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.
Catache (Llama) (3B-162)	Chiclayo-Santa Cruz	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.	0.23 km de carretera afectada.		Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Reforestación Banquetear la zona inestable. Drenar cuerpo del deslizamiento.
Catache (Llama) (3B-163)	Chiclayo-Santa Cruz	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. El evento afectó tramo de carretera.	0.075 km de carretera afectada.		Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Drenar cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.
Catache (Llama) (3B-164)	Chiclayo-Santa Cruz	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica.	0.12 km de carretera afectada.		Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.

				El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.		
Catache (Sexi) (3B-165)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.	0.12 km. Carretera afectada.	Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.	
Cirato (Catache) (3B-166)	Chiclayo-Santa Cruz	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.	0.2 km de carretera afectada.	Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.	
Izco (Llama) (3B-167)	Chongoyape-Llama	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. El deslizamiento presenta escarpas múltiples; forma de la escarpa semicircular y superficie rotacional. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.	0.075 km de carretera afectada.	Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento. Drenar cuerpo del deslizamiento. Reforestación. Banquetear la zona inestable.	
Maychil (Llama) (3B-168)	Checopón	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercaladas con lutitas). Terrenos de pendiente fuerte. Geomorfológicamente se tiene montaña en roca sedimentaria. La roca en el derrumbe, presenta una rotura mixta. La zona de arranque es de forma irregular. La causa principal es el corte de talud para carretera. El evento afectó tramo de carretera.	0.25 km de carretera afectada.	Desquinchar rocas sueltas. Mejorar el corte de talud. Reforestar.	

	Peña de Los Loros (Llama) (3B-169)	Santa Cruz - Chiclayo	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan rocas volcánicas tipo andesita (Volcánico Llama) Terrenos de pendiente media a fuerte.</p> <p>Geomorfológicamente se tienen montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es irregular y superficie rotacional.</p> <p>La causa principal es el corte de talud para carretera.</p> <p>El evento afectó tramo de carretera.</p>	0.23 km de carretera afectada.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Drenar cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestación.</p> <p>Banquetear la zona inestable.</p>
--	------------------------------------	-----------------------	-------------------	--	--------------------------------	--

**CUADRO N°15**

<b>OBRAS DE INFRAESTRUCTURA AFECTADOS POR LOS PELIGROS GEOLÓGICO. CAJAMARCA (Sector B)</b>					
<b>TIPO DE PELIGRO</b>	<b>TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO)</b>	<b>PROVINCIA / REGIÓN</b>	<b>COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>EROSIÓN FLUVIAL</b>	Puente Pontón (Cirato/Llama) (3B-170)	Chota / Cajamarca	Geomorfológicamente regionalmente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. Localmente, en la margen izquierda se diferencia una terraza aluvial, con pendiente baja, que fue erosionada por el río Cirato.	Afectó la margen izquierda del puente Pontón.	Rehabilitar la margen izquierda del puente. Defensas ribereñas.
	Puente (Tallapampa/Catache) (3B-171)	Santa Cruz / Cajamarca	Geomorfológicamente regionalmente se tienen montañas y colinas en roca volcánica. Localmente, en la margen izquierda se diferencia una terraza aluvial, con pendiente baja, que fue erosionada por el río.  La erosión fluvial destruyó el puente.	Afectó puente (25 metros).	Reconstrucción del puente. Mayor longitud. Cimentar sobre roca. Defensas ribereñas.
	Puente (LoritoHuasi/Catache) (3B-172)	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan depósitos aluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas).  Geomorfológicamente se tienen un piedemonte coluvio-deluvial.  La erosión fluvial afectó parcialmente al puente en el sector Tallapampa.	Afectó puente (10 metros).	Puente de mayor longitud, cimentar sobre roca, no en el deposito aluvial. Limpiar y descolmatar material del cauce de la quebrada. Defensas ribereñas.
<b>FLUJOS (HUAICOS), DE</b>	Canal (Llama) (3B-174)	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas); rocas volcánicas andesítica (Volcánico Llama). Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tiene un piedemonte proluvial.  La erosión fluvial afectó al canal en el sector Tallapampa.	Afectó canal.	Limpiar y descolmatar material del cauce de la quebrada.

	Canal (La Ramada/Llama) (3B-175)	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos proluviales recientes, conformados por material fino (arenas y limos) y grueso (gravas), depositados por la quebrada Caña Brava. Afloramientos de rocas volcánicas andesíticas (Volcánico Llama) y sedimentarias tipo areniscas, cuarcitas y lutitas (Grupo Goyllarisquizga).  Terrenos de pendiente baja a media, en una unidad geomorfológica de piedemonte aluvio-torrencial.  Los flujos de detritos (gravas, arenas y arcillas) se canalizaron por la quebrada Caña Brava y afectaron el canal en este sector.	Canal de regadío La Ramada afectado en dos tramos.	Limpiar y descolmatar el material del cauce de la quebrada.
	Puente (Sucha Alta/Llama) (3B-176)	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Rocas volcánicas del tipo andesita (Volcánico Llama).  Terrenos de pendiente media a fuerte. Geomorfológicamente se tienen de montañas y colinas en roca volcánica.  Los flujos de detritos se canalizaron por la quebrada y destruyeron el puente en este sector.	Puente destruido.	Reconstrucción del puente en este sector.  Limpiar y descolmatar el material del cauce de la quebrada.
	Puente (Tallapampa/Catache) (3B-177)	Santa Cruz / Cajamarca	Se presentan piedemonte proluviales recientes conformados por material fino (arenas, limos y arcillas) y grueso (gravas). Afloramientos de rocas volcánicas dacítica (Volcánico Huambos).  Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica.  Los flujos de detritos destruyeron por completo el puente carrozable en el sector de Tallapampa.	Puente carrozable destruido.	Reconstrucción del puente carrozable en este sector.  Defensas ribereñas.
DESPLAZAMIENTO O (CAIDAS DE ROCAS U OBTURACIONES)	Canal de regadío Maychil (Llama) (3B-173)	Chota / Cajamarca	Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Pariatambo (calizas intercalaciones con lutitas).  Terrenos de pendiente fuerte, correspondiente a la unidad montaña en roca sedimentaria.  El derrumbe presenta un tipo de rotura mixto, con forma de zona de arranque irregular. La causa principal fue el corte del talud para la construcción de la obra.  El evento afectó tramo del canal de regadío.	Afectó 0.15 km de trocha en el tramo Maychil.	Desquinchar rocas sueltas.  Reforestación del talud.  Mejorar talud de corte.
	Bocatoma Racarumi (Llama) (3B-178)	Chota / Cajamarca	Se tienen rocas de composición tipo areniscas, cuarcitas y lutitas (Grupo Goyllarisquizga).  El substrato se encuentra fracturado. Se presentaron caída de rocas, que no afectaron. De continuar el evento podría afectar carretera y bocatoma.	Podría afectar las instalaciones de la Bocatoma Racarumi.	Desquinchar rocas sueltas.  Mejorar corte de talud.  Reforestar la ladera.
	Presa Cirato (Llama) (3B-179)	Chota / Cajamarca	Se presentan depósitos aluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos, en la el río Chancay (margen izquierda). Que conforman una terraza. Sobre estos depósitos se tienen sobre rocas de composición tipo areniscas, cuarcitas y lutitas (Grupo Goyllarisquizga).	El deslizamiento va incrementar el volumen de sólidos al vaso de la presa.	Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.  Reforestar la zona.

			<p>Terrenos de baja pendiente, correspondiente a la unidad de llanura o planicie inundable.</p> <p>Deslizamiento rotacional, se presentan varias escarpas sucesivas, la causa principal es la saturación del terreno por la crecida del río Chancay, al bajar el nivel de agua el terreno pierde cohesión, llevando a colapsar. Este deslizamiento, va a aumentar el volumen de sólidos a la presa.</p>	Disminuirá el volumen de almacenaje de agua en la presa Cirato.	Mejorar corte del talud (banqueteado).
	Presa Cirato (Cirato/Llama) (3B-180)	Chota / Cajamarca	<p>Se presentan depósitos coluvio-deluviales recientes conformados por gravas, arenas y limos. Se presentan rocas volcánicas del tipo andesita pertenecientes al Volcánico Llama.</p> <p>Terrenos de pendiente media a fuerte, en una unidad geomorfológica de montañas y colinas en roca volcánica.</p> <p>El deslizamiento presenta escarpas múltiples, la forma de la escarpa es semicircular y superficie rotacional, dicho evento podría afectar esta obra.</p>	Podría aumentar el volumen de sedimentos a la presa Cirato.	<p>Canal de coronación en la parte alta del cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Reforestación.</p> <p>Mejorar corte del talud (banqueteado).</p> <p>Reubicar la vivienda que se encuentra en el cuerpo del deslizamiento.</p>

## 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 y de detritos entre los sectores Pátapo-Chongoyape-Cumbil-Potrerillo-Llama; inundaciones y erosiones fluviales a lo largo de los ríos Lambayeque, Chancay y Zaña. Se vieron afectados 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 la mayor cantidad de daños ya sea en viviendas, obras de infraestructura y áreas de cultivo. La zona es susceptible a las inundaciones debido a la morfología y el inadecuado drenaje 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 en 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 Íllimo, 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 Bancos 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. Los cauces de los ríos Motupe y La Leche, antes de ingresar a las zonas urbana se comportaban como de tipo meándrico o sinuoso, pero por la actividad antrópica y eólica fueron cubiertos estos cauces antiguos, generando su estrechando con el tiempo. Entonces cuando se generó la sobrecarga del río, por el incremento del caudal debido a las altas precipitaciones pluviales, los excedentes de agua retomaron gran parte de sus cauces.
6. Respecto a la conclusión anterior, el sector Jayanca - Pampa de Lino se encuentra dentro de estas características descritas. Esto generó inundación y erosión fluvial, destruyendo defensas ribereñas (muro), por donde se desbordó el agua. Fue 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.
7. Varias poblaciones urbanas ubicadas en la zona de planicie costera como Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, entre otros distritos en 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.

8. En la localidad de Pimentel, los sectores San Pablo, Los Arenales de la Pradera, AA.HH. Nadine Heredia y Bahía de Pimentel, sufrieron inundaciones de tipo pluvial. Esto se debió al predominio de una topografía plana, con la presencia de una napa freática muy superficial (1 m de profundidad), donde el terreno es arenoso (arena de grano fino y medio), suelto. Con las fuertes precipitaciones se saturó la napa y ocasionó que las paredes de adobe de las viviendas ubicadas en estos sectores se humedezcan y colapsen.
9. 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.
10. 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 Laquipampa, contribuyendo al aislamiento de las poblaciones de Incahuasi y Cañarís.
11. En el sector Salas y en los alrededores de Shita Alta y Colaya, ocurrieron varios deslizamientos que inutilizaron la trocha de acceso en diversos puntos. Además, flujos de lodo interrumpieron el tránsito normal entre Salas y centros poblados adyacentes.
12. Motupe fue afectado por un flujo de detritos que destruyó el acceso al Santuario La Cruz de Motupe; afectó los caseríos Zapotal y Salitral. La Antigua Carretera Panamericana Norte, en el sector que cruza el antiguo cauce del río Motupe, sufrió erosión fluvial en varios tramos, 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.
13. 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 Ñaupe, interrumpiendo el tránsito.
14. 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 por las intensas precipitaciones pluviales generadas en el mes de marzo, el puente colapsó en la margen izquierda.
15. 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 apreció defensas ribereñas.
16. 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, la vía Chiclayo-Chongoyape, terrenos de cultivo y el 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.

17. 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 100 m. 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.
18. Cuando se presentan lluvias excepcionales como las del Fenómeno El Niño o Niño Costero, el reservorio Tinajones, sufre colmatación, por el material de los diferentes flujos de detritos que provienen de las quebradas Yaipón, Campana/Chaparrí, Huallacal y Las Pavas. Esto paulatinamente está disminuyendo o reduciendo la capacidad de almacenaje de agua del reservorio y por ende el tiempo de vida de este reservorio.
19. El sector comprendido entre Oberazal -Mojonazo, sufrió inundaciones por la ruptura del dique ubicado aguas arriba de la quebrada Chiriquipe/Juana Ríos; el agua llegó hasta una altura de 0.50 m.
20. En el sector Oyotún, se tienen tres quebradas principales que cruzan la ciudad. Con las lluvias registradas se detonaron flujos de detritos, que afectaron parcialmente las viviendas ubicadas en el borde de las quebradas; las aguas se canalizaron por las calles y llegaron a afectar también terrenos de cultivo en su parte terminal. Los afloramientos rocosos, que alimentan a las quebradas son del volcánico Oyotún, cuyo substrato rocoso se encuentra moderadamente meteorizado y muy fracturado, por ello que tenemos fragmentos de roca de formas subredondeadas a subangulosas con tamaños predominantes menores de 10 cm.
21. 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, los cuales quedaron completamente colmatados e inutilizados, en la actualidad algunos de ellos aún siguen sin utilizarse. Estos canales de una manera u otra sirvieron para que el flujo no se canalice con mayor fuerza hacia la población de Cayaltí.
22. 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 contribuyendo a la generación de estos flujos.
23. 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.
24. Por el sitio arqueológico Pampa Grande, se generaron flujos de detritos, que cruzaron muy cercano a la Huaca La Fortaleza, pero no llegaron a 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.
25. El poblado 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.

26. En la carretera Cumbil-Llama, se generaron una serie de derrumbes, especialmente en el sector Potrerillo, donde las obras de estabilización (banqueteos del talud para deslizamientos antiguos y cortes de talud) existentes, 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.
27. El tramo de carretera Chongoyape-Santa Cruz, específicamente en el sector Cirato, presenta unos mega-deslizamientos antiguos. Estos se reactivaron en forma de deslizamientos y derrumbes, afectando la carretera. En este mismo sector se activaron quebradas que acarrearon flujos de detritos afectando con diferente intensidad la carretera.
28. 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 por el INGEMMET, que fueron entregadas, oportunamente, a las autoridades correspondientes.
29. 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 una limpieza en los cauces y manteniendo del encauzamiento de los ríos Chancay-Lambayeque, La Leche, Olmos, Motupe, Cascajal, lo largo del valle. Manteniendo y/o mejorando las defensas ribereñas existentes.
2. Reponer los puentes principales, Tablazos y Zaña. Estos deben estar diseñados con una longitud adecuada, considerando las máximas alturas de inundación y/o erosión fluvial registradas para la ubicación de los estribos; así mismo contar con sus respectivas defensas ribereñas aguas arriba y aguas abajo.
3. Considerar la posibilidad de rediseñar (con los nuevos anchos del cauce) y elevar la altura del muro de encauzamiento del río La Leche, para controlar los desbordes por reboses de nuevos caudales extraordinarios. Entre los sectores de Presa Huaca la Cruz hasta Las Juntas.
4. Posibilidad de rediseñar el puente La Leche (longitud y luz del puente), 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, formando un cuello de botella.
5. En los poblados: Pátapo, Canteras, Cuculí, La Cría, El Desaguadero, Oyotún, Cumbil, Macuaco, La Ramada, Huaca Blanca, etc., que se encuentran disectados por quebradas o ríos secos, las viviendas que se encuentran en el cauce de las quebradas o en sus bordes deberían ser reubicadas, para evitar que en un futuro se vean 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 inadecuados, como los que se observa actualmente en los sectores La Cría, El Desaguadero, Pátapo, Cuculí, entre otros.
8. Los diseños en general de los nuevos puentes y pontones en carreteras deben ser realizados con estudios hidrológicos considerando las máximas avenidas fluviales, asegurando que estas no fallen o colapsen en un futuro.
9. Tener en cuenta los aspectos geomorfológicos 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 activadas durante el presente Niño Costero o lluvias durante el Niño 1997-98, 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 el 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 desquinche 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 la 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 en las vías transitadas.
17. Realizar la limpieza, mantenimiento y reparación de cunetas de carretera (sectores Cirato-Catache), para controlar: a) los desbordes de agua por la obstrucción de cunetas con material caído desde los taludes superiores, que erosionen la plataforma de carretera; b) 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.
18. Colocar cunetas de coronación en taludes superiores de carretera (propensos o susceptibles a derrumbes o deslizamientos), a su vez realizar un permanente mantenimiento y limpieza de las mismas, principalmente antes del período de lluvias estacionales.
19. Realizar el mantenimiento de las cunetas en las trochas de penetración a Catache y Llama, para evitar la saturación de agua del terreno como también evitar que las vías colapsen.
20. Reubicar viviendas construidas muy cerca de los bordes de acantilados y taludes de corte de carretera, las 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, se sugiere realizarse estudios detallados, para controlar y disminuir la cantidad de material de carga acarreado por las quebradas que provienen del sector norte (Yaipón, Chaparri/Campana/Pavas) que son vertidos al vaso del reservorio.
23. Las quebradas que disectan zonas de ladera cubiertas por mantos de arena, donde se presentaron 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 los terrenos arenosos fácilmente removidos por el agua de lluvia.
24. Varias localidades en la región Lambayeque, deben prepararse y elaborar sus respectivos sistemas de alerta temprana (SAT) ante la ocurrencia de nuevas inundaciones fluviales y flujos de detritos, que les permitan reducir los efectos de daños personales principalmente. Esto implica adicionalmente realizar planes de emergencia, donde se señalen adecuadamente mapas de zonas seguras, definan rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de inundaciones fluviales y flujo de detritos, etc.
25. Las autoridades deben planear y en conjunto con la población una sensibilización adecuada con los peligros que se conviven con la generación de lluvias de esta naturaleza; efectuar simulacros de evacuación ante flujos de detritos e inundaciones en las localidades afectadas por este tipo de eventos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corporación Andina de Fomento (2000). El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria: Retos y Soluciones. Vol. V: Perú. 270 pp.

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](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. 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. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02\\_producto-bruto-interno-trimestral-2017i.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_producto-bruto-interno-trimestral-2017i.pdf)

Miall, A. (1977) Fluvial Sedimentology. Canadian Soc. of Petro. Geologists, Calgar. 859 pp.

Martín-Serrano, A., Salazar, A. Nozal, A. Suárez, A. (2004). Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50,000. Guía para su Elaboración. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 128 p.

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](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/723611/ZONA_CRITICA_CUENCA_CHANCAY_LAMBAYEQUE.pdf/2b0eebf5-0426-4dbb-aca8-0e34fbca210c)

Núñez, S.; Torres, D.; Lara, J. Soberón, D. (2017). Evaluación geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017. En las Regiones Lambayeque-Cajamarca. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Informe Técnico N° A6769. 87 p. 4 mapas.

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.

Rocha, A. (2002). El fenómeno de El Niño de 1578 y el pago de impuestos. Originalmente publicado con similar título en la revista de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú, Lima Año 6 N° 28-2002.

Rocha, A. (2007). El Meganiño 1982-83 “La madre de todos los Niños”. Segundo Congreso Internacional de Hidráulica, Hidrología, Saneamiento y Medio Ambiente, HIDRO 2007. Lima, 2007.

Rocha, A. (2012). El Impacto Mundial del Fenómeno “El Niño” (ENSO) de 1877-1878. Informativo ICG N° 581 - 09 Julio 2012.

Rocha, A. (2013). Las lluvias de 1925 en el departamento de Lambayeque y sus implicancias para el proyecto Olmos. Página Web del Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (IMEFEN), UNI.

Rocha, A. (2014). La inundación de Lambayeque de 1791 narrada en octavas reales. Revista “Puente”. Colegio de Ingenieros del Perú. Año IX N° 32.

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.

Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia. 183 Págs.

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\\_LAMBAYEQUE\\_2008.pdf/31478407-3079-4987-b9d9-1a1f478db474](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/117725/ZONAS_CRITICAS_LAMBAYEQUE_2008.pdf/31478407-3079-4987-b9d9-1a1f478db474)

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.

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: 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.** Sector Nuevo Paraíso, afectado por flujo de detritos, se muestra casa afectada



**Foto 4.** Sector El Desaguadero, vivienda afectada por el flujo de detritos (flecha roja). Alcantarilla sobre la carretera Chiclayo-Chongoyape (Flecha amarilla).



**Foto 5.** Sector La Cría, Alcantarilla (color rojo) insuficiente para la carga de sedimentos que trae la quebrada. Se muestra la margen derecha erosionada.



**Foto 6.** Sector Pátapo, Quebrada Santa Lucia, viviendas ubicadas en borde del cauce la quebrada.



**Foto 7.** Sector de Collique-Alto de Santa Rosa, ubicado sobre un depósito eólico, donde se generaron flujos de lodo.



**Foto 8.** Deslizamiento que afectó carretera y centro educativo y puede afectar también al poblado de Colaya, (Código 3A-11). Distrito Salas, Lambayeque



**Foto 9.** 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 10.** Sector Arenales de La Pradera, afectados por inundación pluvial. Distrito Pimental, Chiclayo.



**Foto 11.** Construcción de vivienda en pleno de cauce de quebrada. Sector La Cría (Código 3B-05). Distrito Pátapo, Chiclayo.



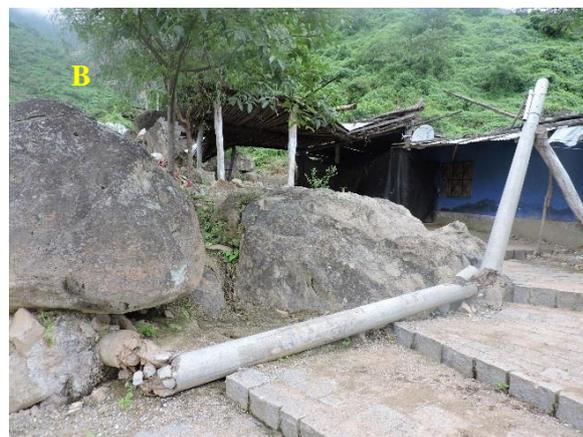
**Foto 12.** Desborde del río Motupe, retomó antiguo cauce, destruyó muro de contención. (B) Afectó al centro recreativo Las Pirkas. (Código 3A-1). Distrito Jayanca, Lambayeque.



**Foto 13.** Carretera Lambayeque – Motupe, sector Íllimo. 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 Íllimo, Lambayeque.



**Foto 14.** 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 15A.** Flujo de detritos que afectó el acceso al Santuario Cruz de Motupe, **15B.** Nótese los fragmentos de roca volcánica que fueron arrastrados a lo largo de la quebrada (Código 3A-72). Distrito Motupe, Lambayeque.



**Foto 16.** Sector Succha, vía afectada por un derrumbe (Código 3B-152). Distrito Llama, Chota.



**Foto 17.** 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 18.** Sector Potrerillo (carretera Llama/Chiclayo) afectado por derrumbes (Código 3B-149). Distrito Llama, Chota.



**Foto 19.** Badén Juana Ríos sector Chongoyape (Código 3B-47). Distrito Chongoyape, Chiclayo.



**Foto 20.** 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 21.** 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 inundaciones y erosión fluvial, huaicos, deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosiones de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

### MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

#### A. 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.

## **B. 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:

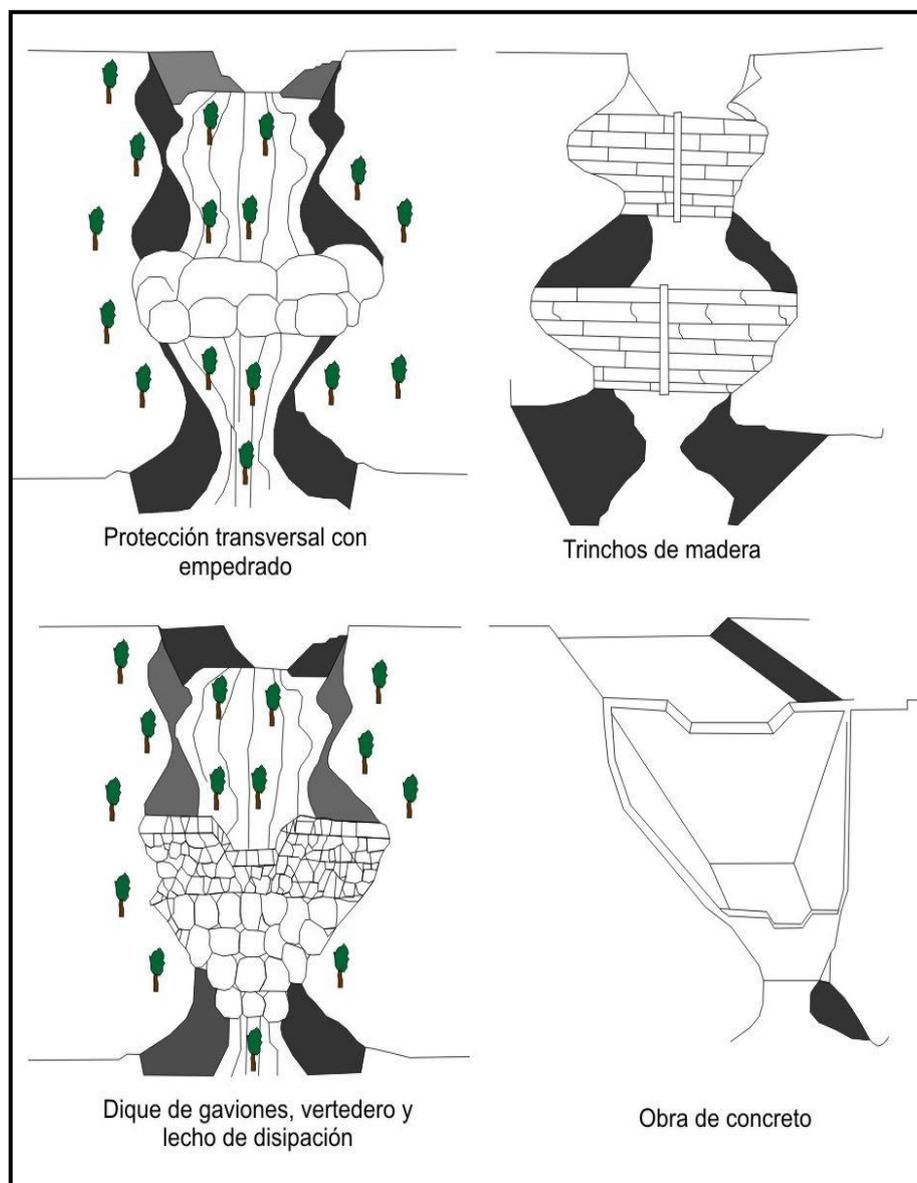
- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

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

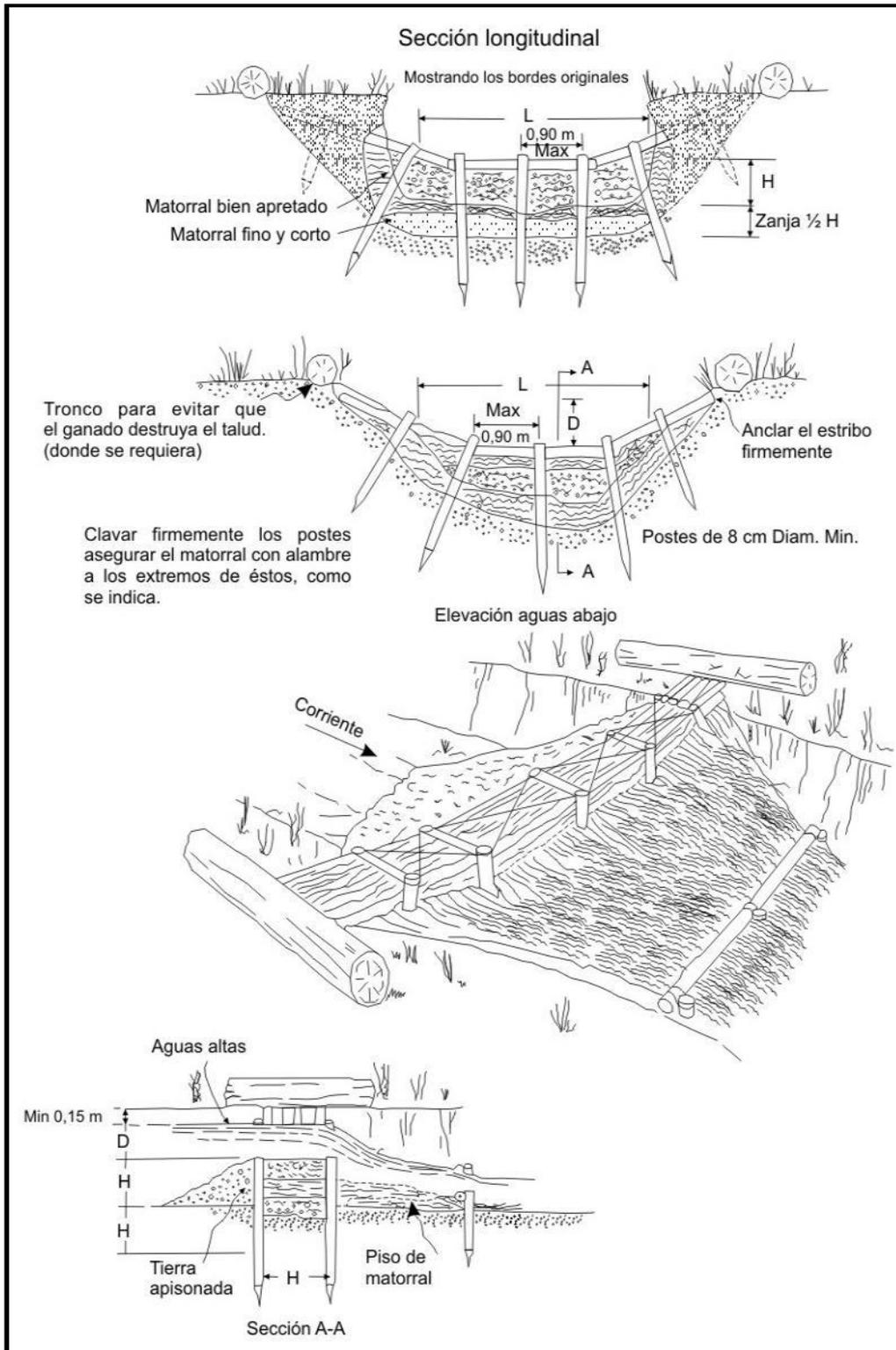
- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 14, 15, 16 y 17).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- 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.

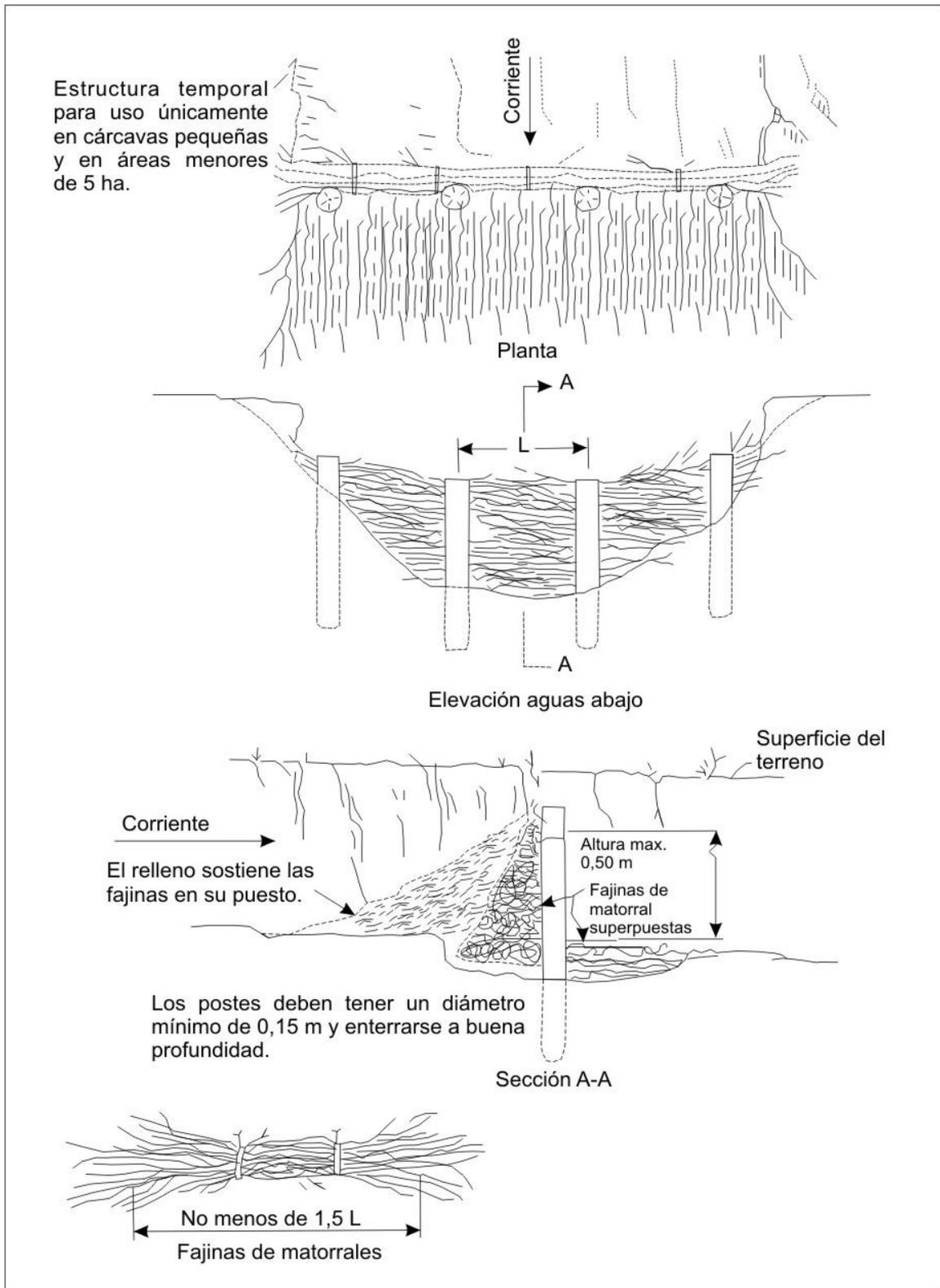
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones 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.



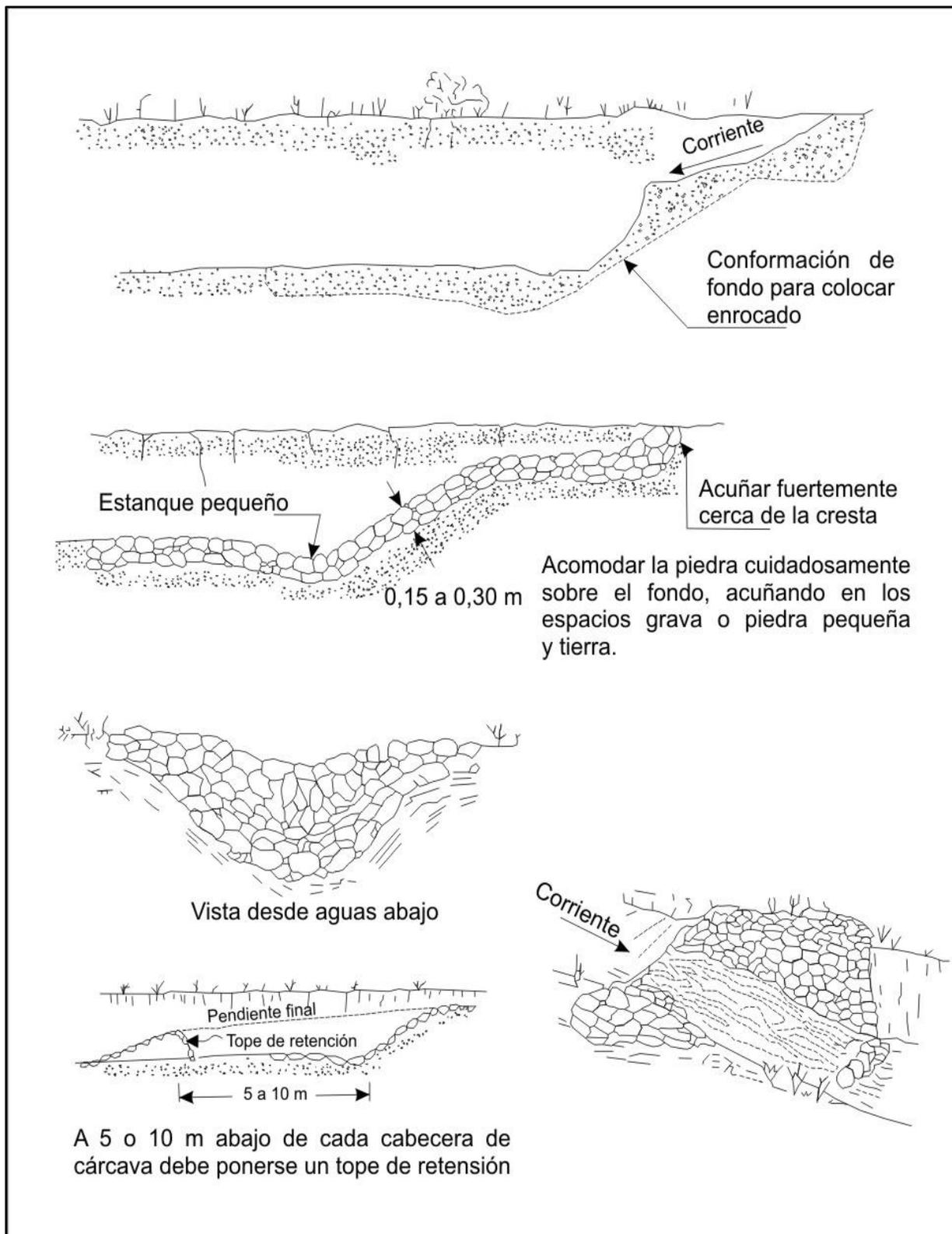
**Figura 14.** Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas.



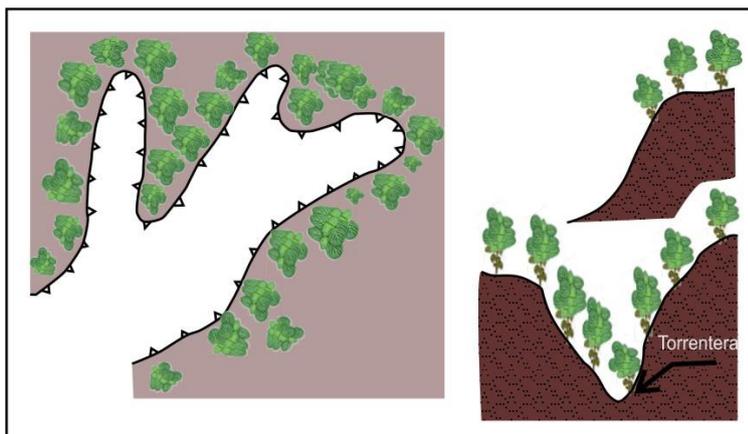
**Figura 15.** Trincho o presa de matorral tipo doble hilera de postes.



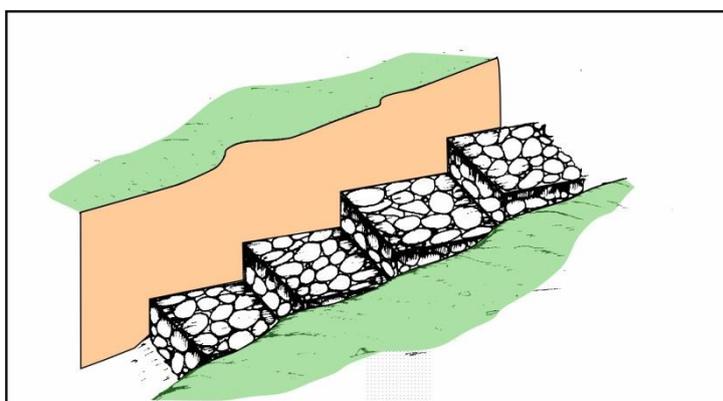
**Figura 16.** Trincho o presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).



**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.



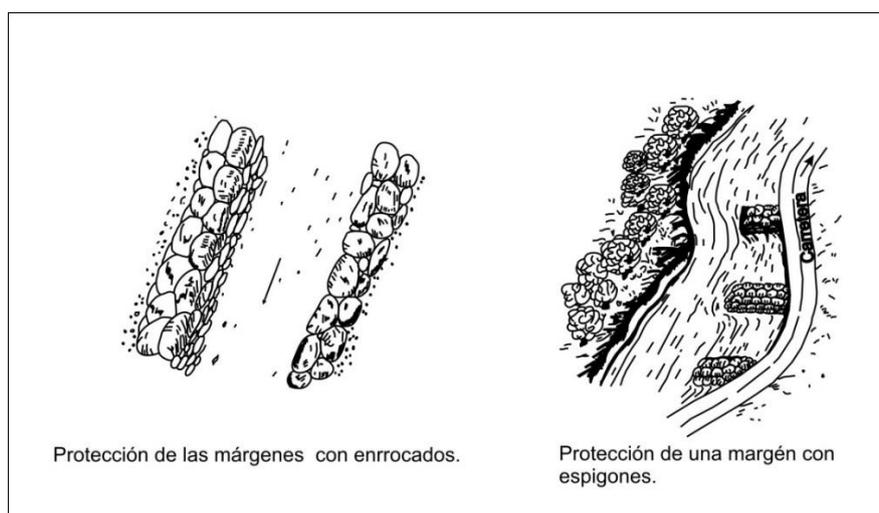
**Figura 19.** Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto

### C. MEDIDAS PARA EL MANEJO DE SUB CUENCAS CON LECHOS FLUVIALES SECOS

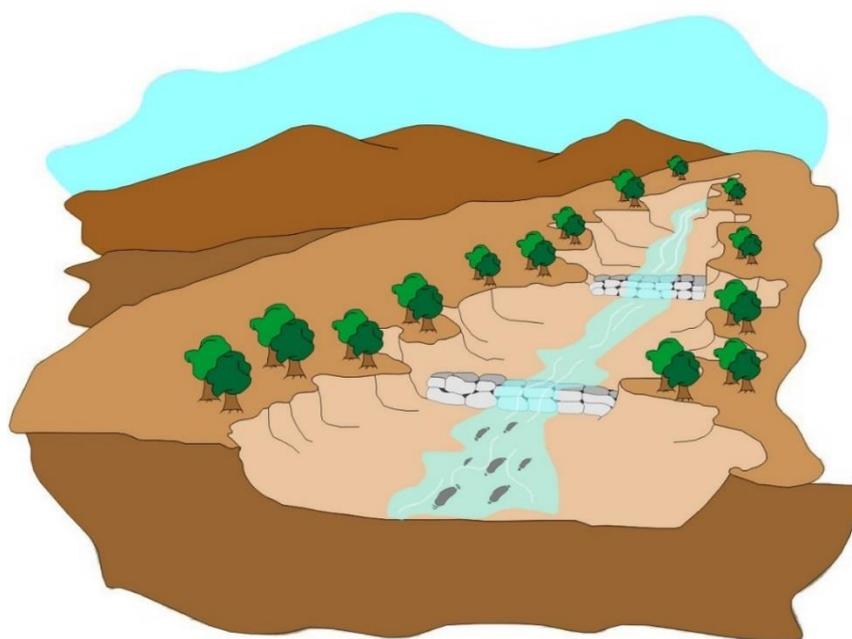
En la región, existen lechos fluviales y quebradas secas, que corresponden a quebradas de régimen temporal, sub cuencas con presencia de huaycos periódicos a excepcionales, con pendientes medias a fuertes; los cuales pueden transportar volúmenes importantes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito 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 acarrean 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.

## **D. 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 contruidos 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.

## **E. 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:

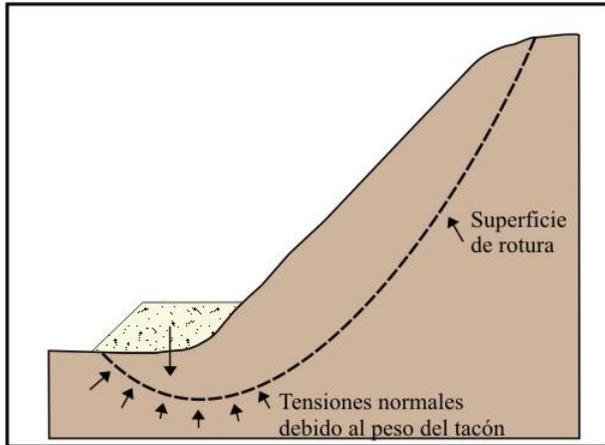
Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Esta es una solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.

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.

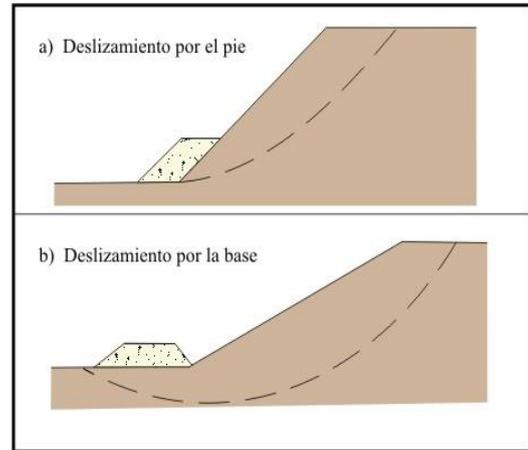
Construcción de escolleras en el pie del talud. Puede efectuarse en combinación con el descabezamiento del talud o como medida independiente (Figuras 22 y 23).

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.



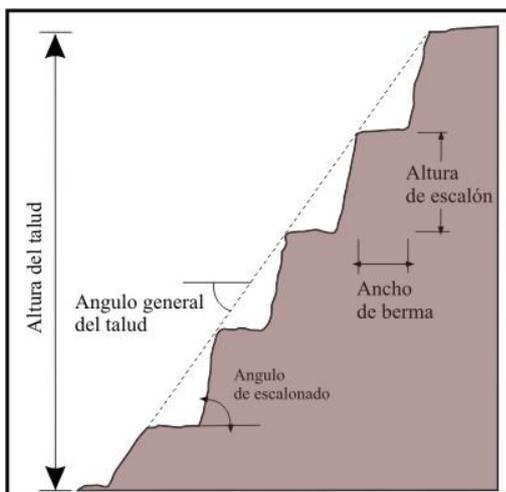
**Figura 22** Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno.



**Figura 23.** 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 24.

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 24.** Esquema de un talud con bermas intermedias.

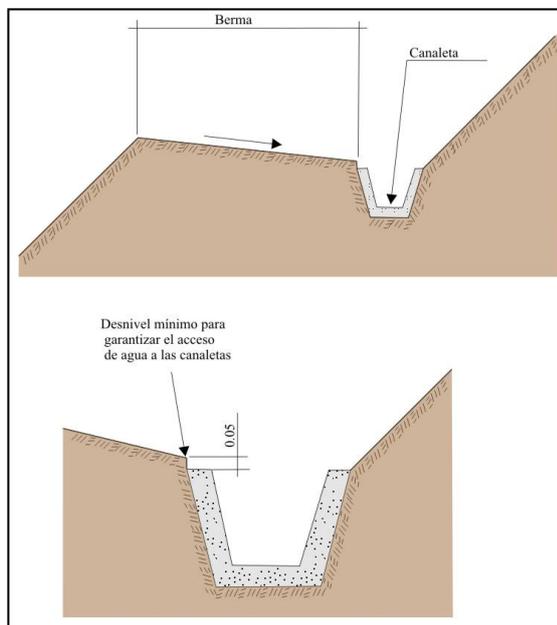
## B) Corrección por drenaje

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 25).

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 25.** 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.

Se clasifican en los siguientes grupos:

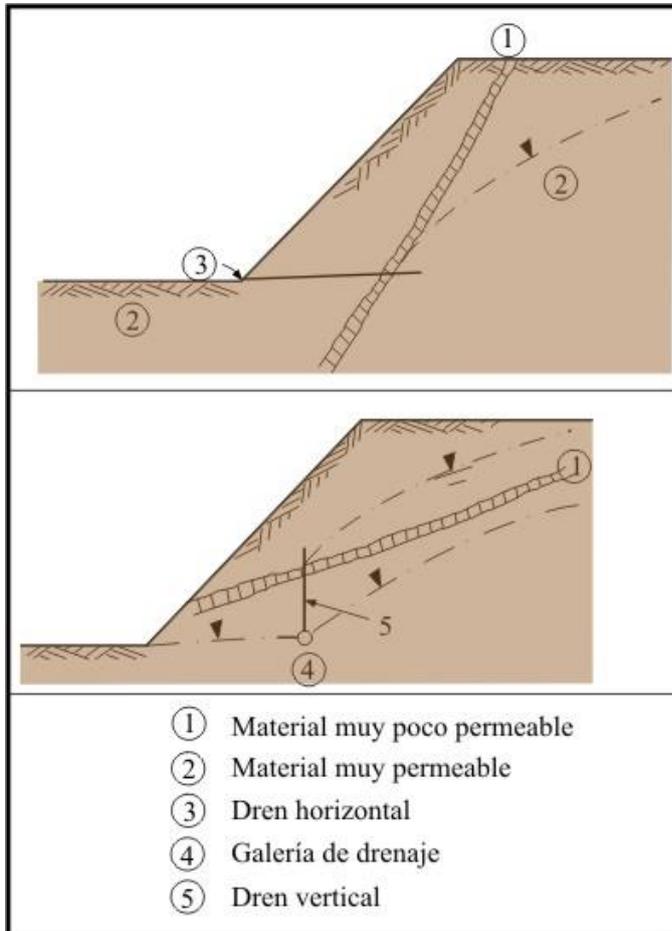
**b.1) Drenes horizontales.** Perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales, entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$ , que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figuras 26 y 27).

Sus ventajas son:

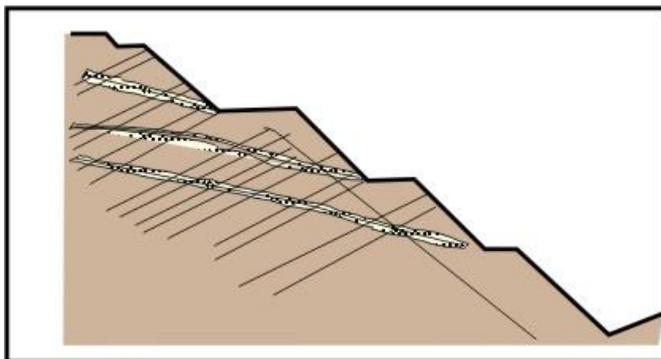
- Su instalación es rápida y sencilla.
- El drenaje se realiza por gravedad.
- Requieren poco mantenimiento.
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

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 26.** Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.



**Figura 27.** Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos

### C) Corrección por elementos resistentes

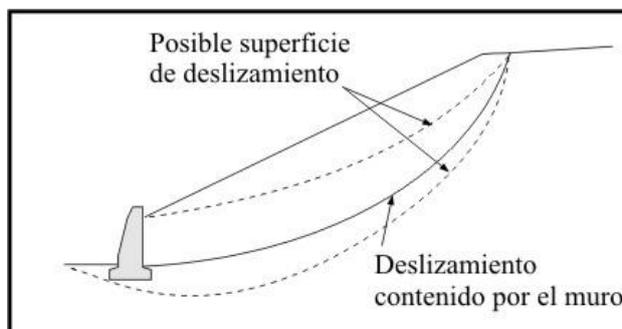
**C.1) Muros.** Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figuras 28 y 29).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie. Esta forma de actuar puede tener varios

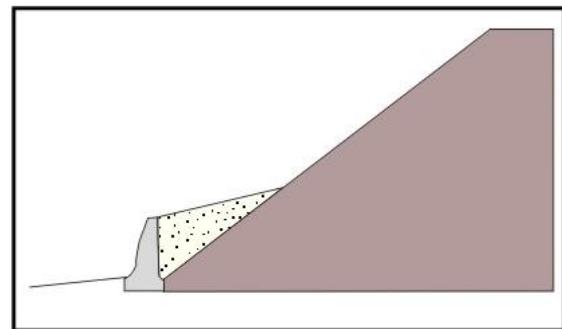
inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

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 28** Contención de un deslizamiento mediante un muro.

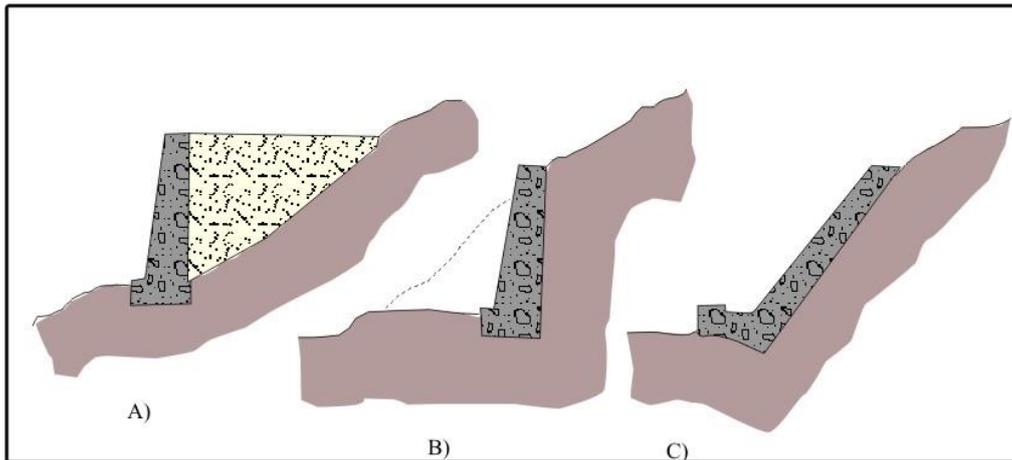


**Figura 29.** Relleno estabilizador sostenido por el muro.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 30):

- **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 30.** a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento.

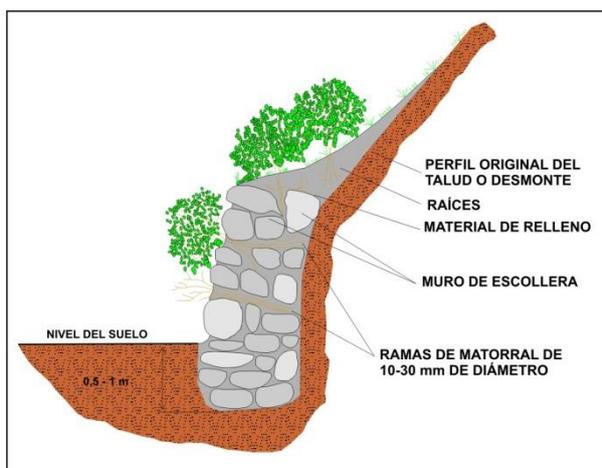
Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- 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.

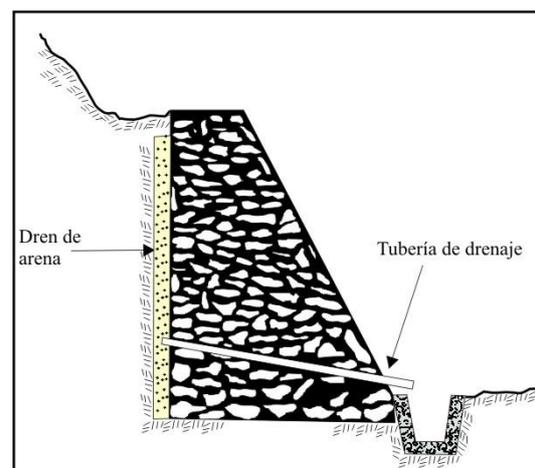
### Tipos de muros

**Muros de gravedad:** Son los muros más antiguos, son elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (Figuras 31A, 31B, 32 y 33).

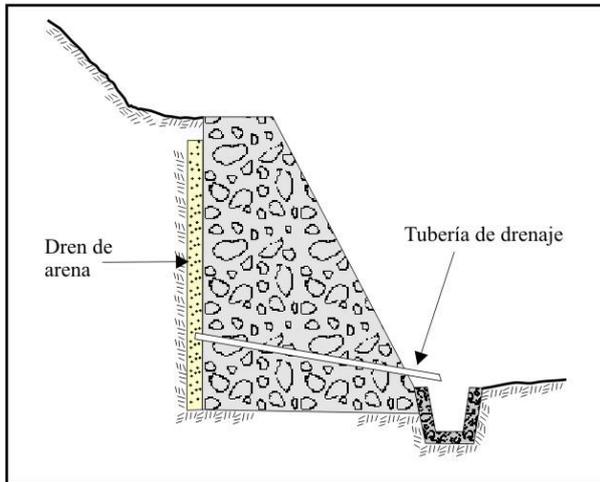
Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y el bajo costo.



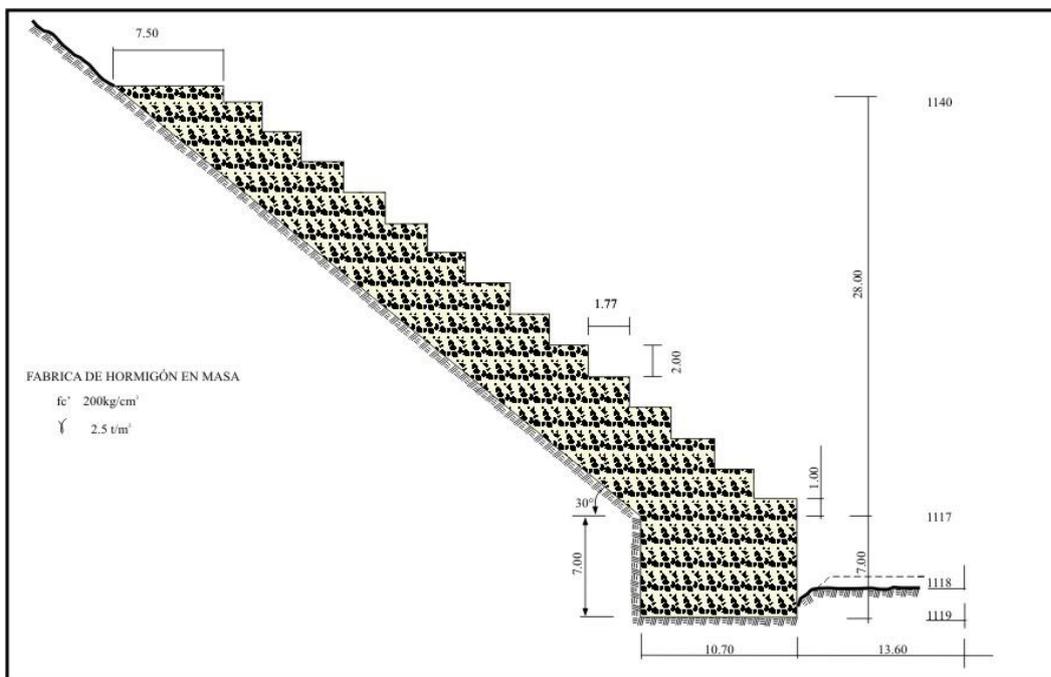
**Figura 31A).** Muros de gravedad de piedra seca.



**Figura 31 B)** Muros de gravedad de piedra argamasada.



**Figura 32.** Muros de gravedad de concreto ciclópeo



**Figura 33.** Muros de espesor máximo

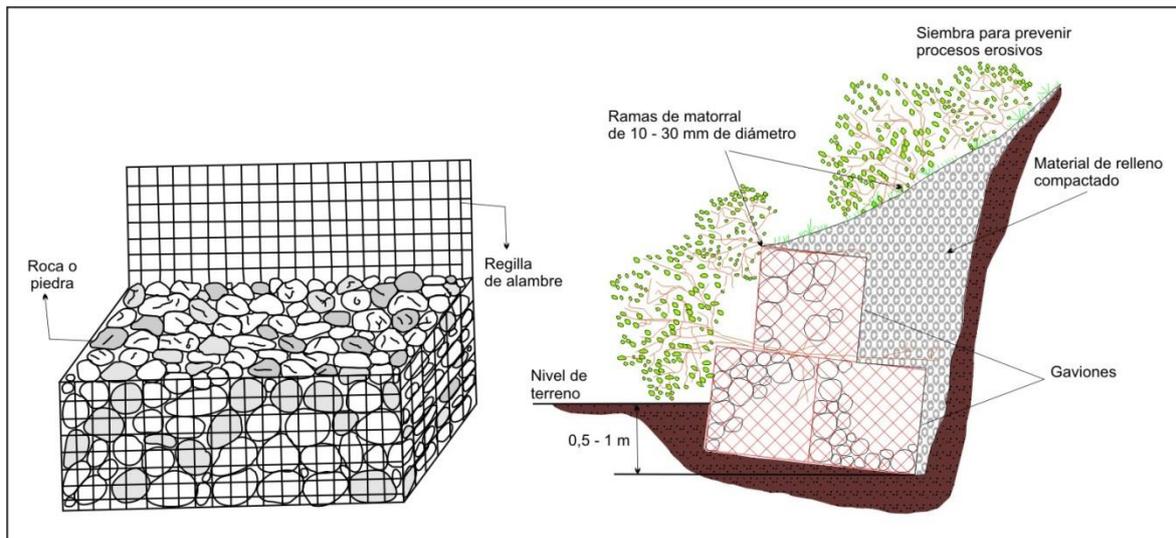
**Muros de gaviones.** Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (Figura 34).

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 34.** 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:

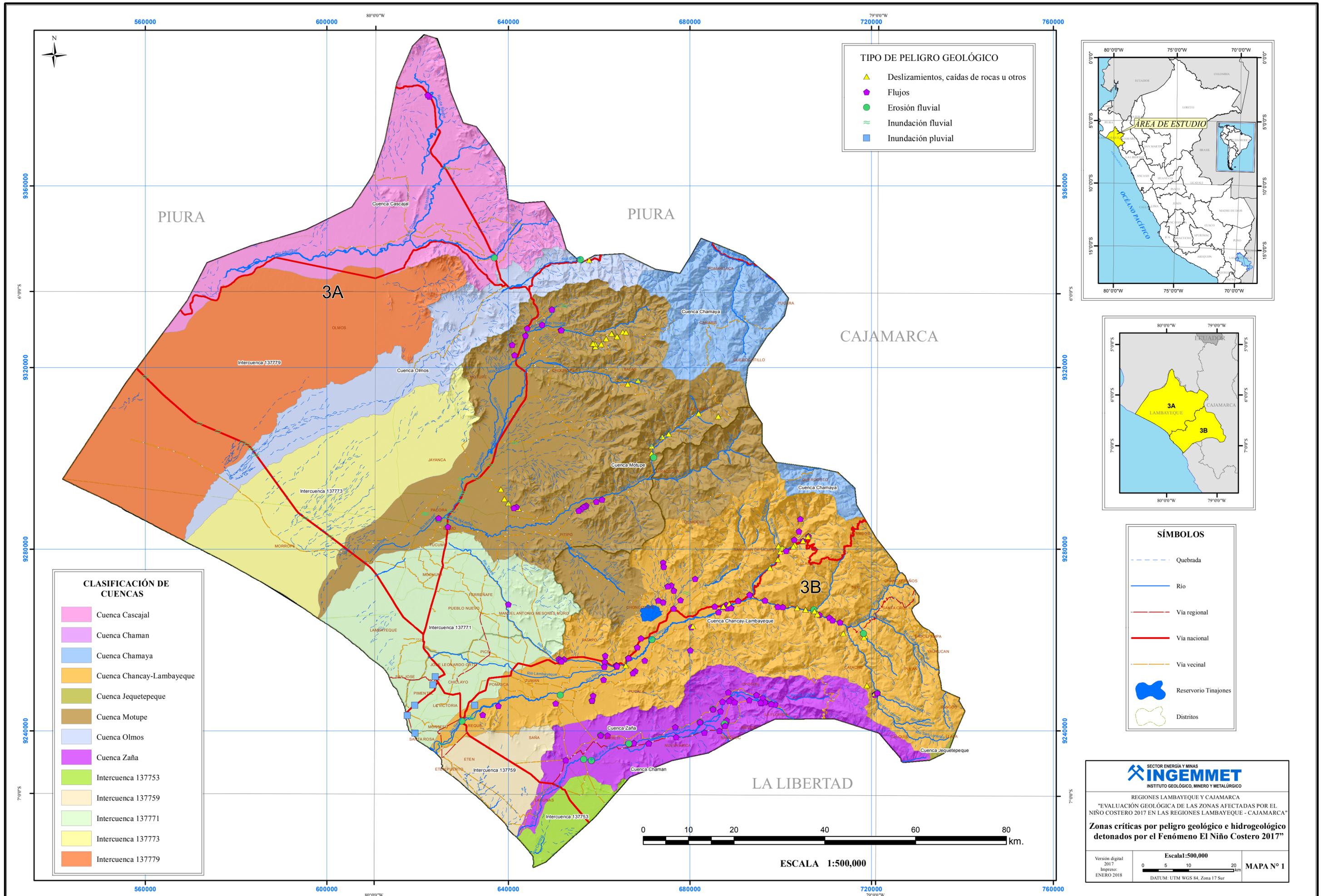
- Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede ocasionar la ruina del talud en el largo plazo.
- La absorción de agua por las raíces de las plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Las raíces de las plantas aumentan la resistencia al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

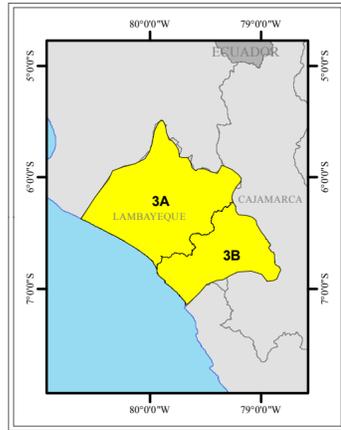
Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno. Cuando la proporción de limo más arcilla es superior al 20% se puede esperar un crecimiento satisfactorio, pero si es inferior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

### **ANEXO 3: 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
- Reservoirio 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

520000 560000 600000 640000 680000 720000



Puente Zaña, (Lambayeque).

Puente Tablazo, Chongoyape-Huaca Blanca



Sector Huaca Cruz, Rio La Leche

**LEYENDA**

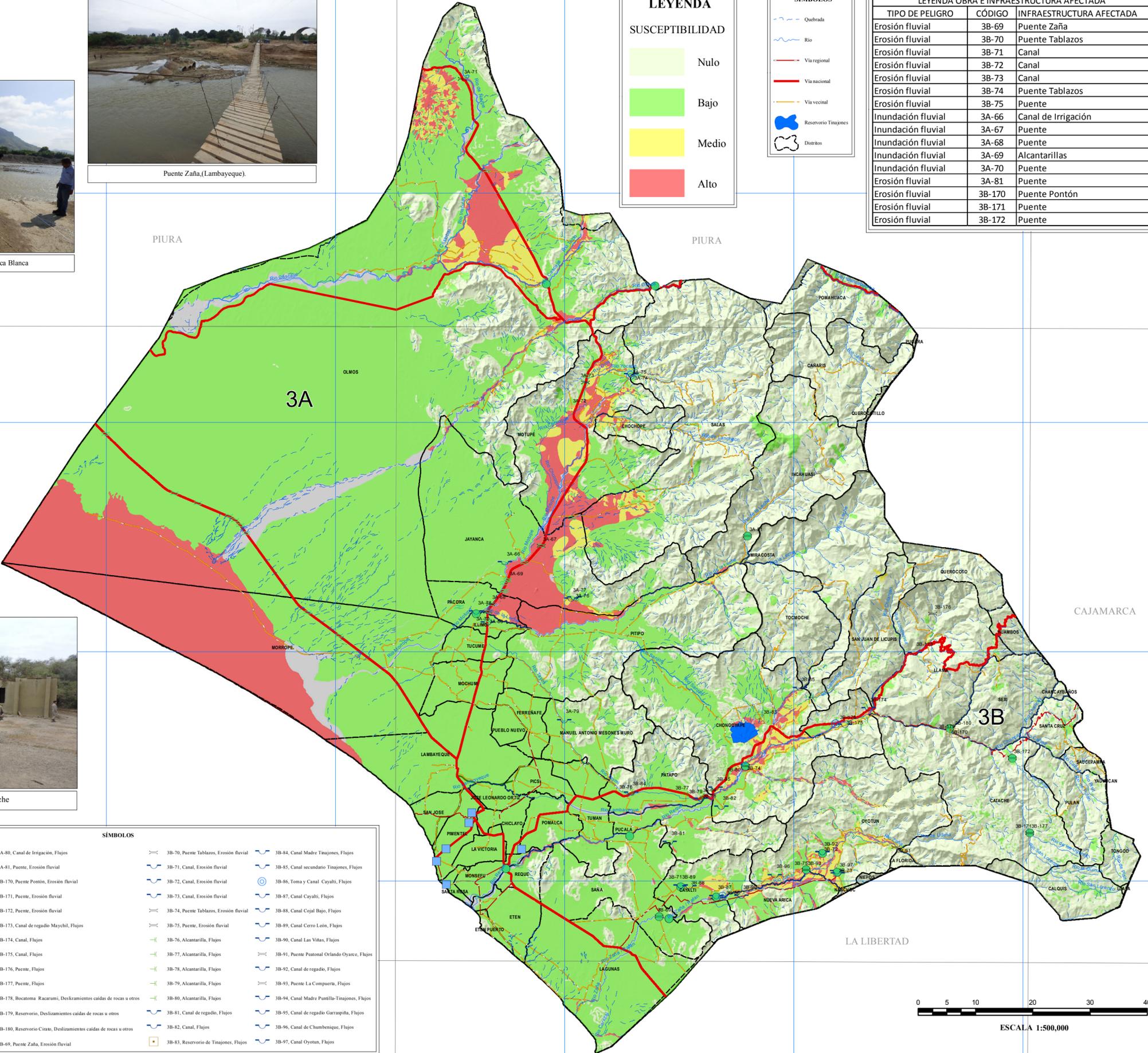
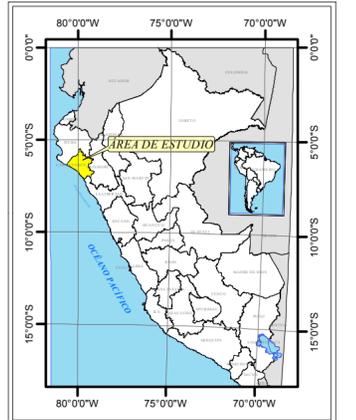
**SUSCEPTIBILIDAD**

- 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



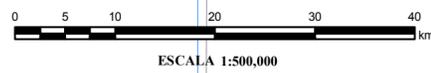
**TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO**

- 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, 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 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 Vílas, Flujos
3A-73, Puente, Flujos	3B-175, Canal, Flujos	3B-77, 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 Racarami, 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, 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 Ctrato, Deslizamientos caídas de rocas u otros	3B-82, Canal, Flujos	3B-96, Canal de Chambeique, 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

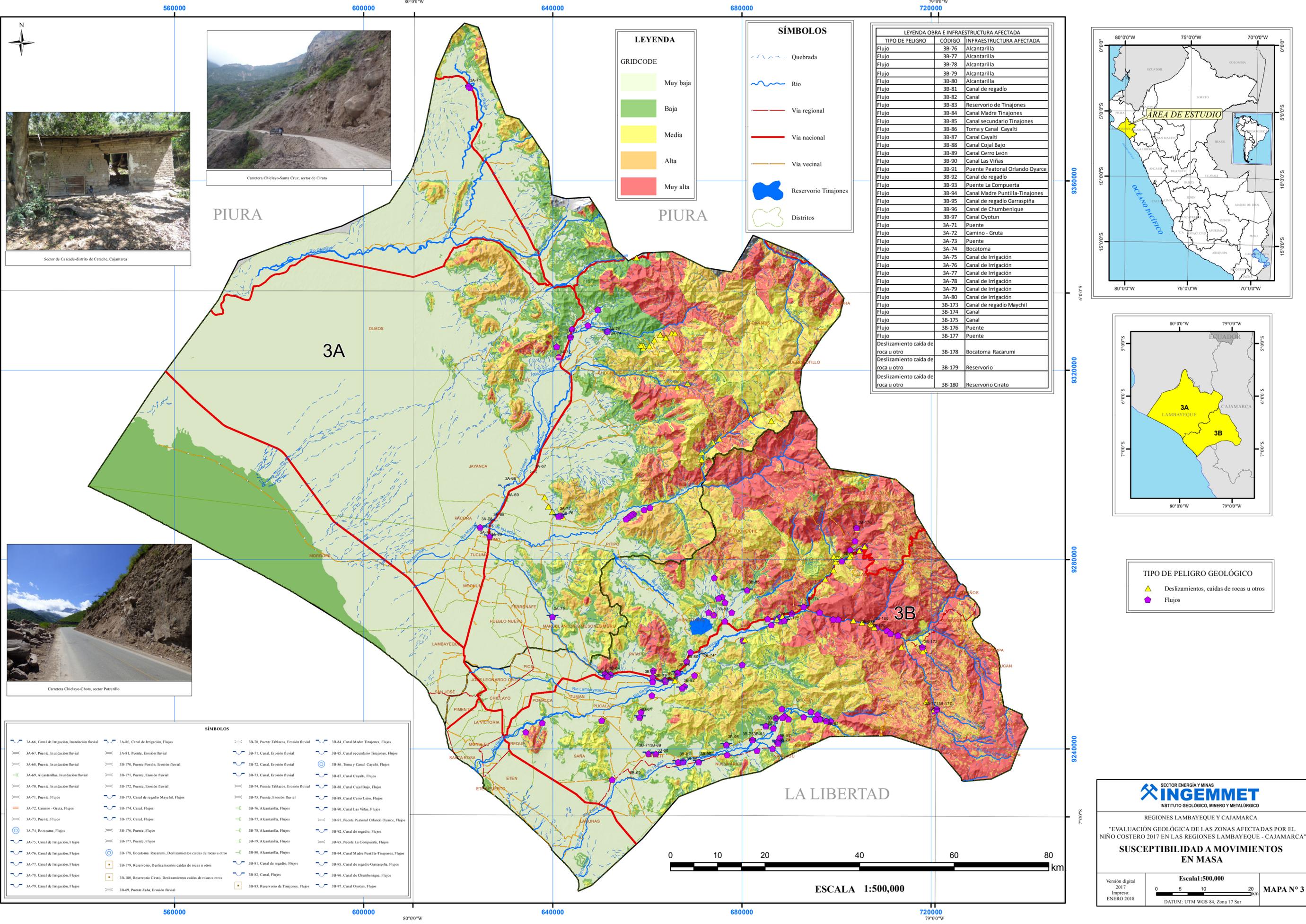
Escala 1:500,000

0 5 10 20 km

DATUM: UTM WGS 84, Zona 17 Sur

MAPA N° 2

520000 560000 600000 640000 680000 720000



**LEYENDA**

GRIDCODE

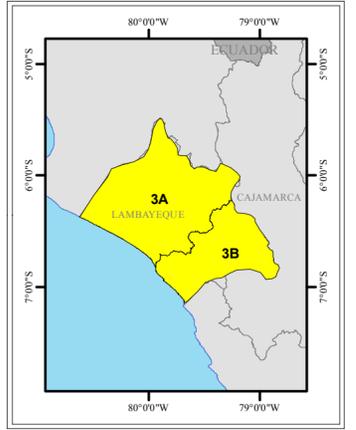
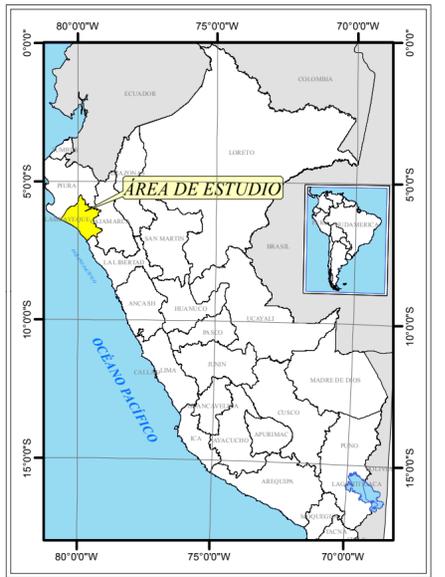
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta

**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

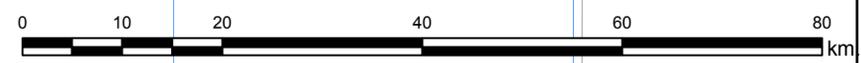


**TIPO DE PELIGRO GEOLÓGICO**

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 Potón, 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-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**