

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TECNICO
GEOLOGIA AMBIENTAL**

**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA
REGIÓN TUMBES**

PRIMER REPORTE

POR:

MANUEL VILCHEZ M.
GRISELDA LUQUE P.
MALENA ROSADO S.



LIMA - PERÚ
NOVIEMBRE 2009

CONTENIDO

I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO GEOGRÁFICO, CLIMÁTICO E HIDROLÓGICO.....	2
III.- MARCO GEOLÓGICO.....	2
IV.- INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA.....	5
V.- DEFINICIÓN DE ZONAS CRÍTICAS.....	5
VI.-DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS.....	6
ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS CON PRESENCIA DEL FENÓMENO EL NIÑO.....	7
1.1 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN TUMBES	
• CUADRO N° 1: ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE TUMBES.....	7
• CUADRO N° 2: ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR.....	13

I.- INTRODUCCIÓN

El proyecto denominado “*Estudio de Riesgo Geológico en las Regiones Piura y Tumbes*”, iniciado en el presente año 2009, forma parte del Programa Nacional Riesgos Geológicos del Territorio, que realiza la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Los estudios de riesgo geológico, se consideran herramientas de gran utilidad en los trabajos de ordenamiento territorial del país, donde se abordan temáticas del medio físico y su interacción con las poblaciones. Este tipo de estudios, iniciados el año 2000, se desarrollaron el presente año en la en las regiones Piura y Tumbes, ubicadas en la zona norte del país, donde se complementa los trabajos iniciados en las cuencas de los río Chira y Tumbes, del año 2004.

El trabajo contempló tres campañas de campo, de 25 días cada una; por otro lado los trabajos de gabinete incluyeron la interpretación geológica, usando fotografías aéreas e imágenes satelitales.

El objetivo trazado con este proyecto es contribuir al conocimiento de los peligros geológicos, generando información actualizada sobre:

- Peligros geológicos y geohidrológicos, que afectan sus territorios, basados en una cartografía, inventario y base de datos georeferenciada. Identificación de centros poblados y obras de infraestructura vulnerables a la ocurrencia de peligros geológicos. Identificación y definición de zonas críticas.
- Mapas de peligros, susceptibilidad, peligrosidad y zonas críticas a los peligros geológicos y geohidrológicos, que serán usados en trabajos de ordenamiento del territorio y como instrumento en políticas de gestión, en materia de prevención y reducción de desastres.
- Información temática del medio físico de las regiones (geomorfología, pendientes, litología e hidrogeología), para una adecuada Zonificación Minero Geológica del territorio nacional, Zonificación Ecológica-Económica y el posterior Ordenamiento Territorial.

Los productos previstos en este proyecto son un informe de zonas críticas, una base de datos geocientífica (peligros geológicos y geohidrológicos); elaboración de mapas temáticos sobre cartografía de peligros, susceptibilidad, peligrosidad y zonas críticas. Esta información permitirá elaborar una memoria descriptiva debidamente ilustrada, donde se expondrán las conclusiones y las recomendaciones propuestas.

Como resultados preliminares de estos estudios, se tiene avanzado:

- La cartografía de peligros geológicos a escala 1:50 000 de 10 hojas topográficas, con información obtenida en los trabajos de campo y gabinete.
- Informe y mapa de zonas críticas.
- Base de datos georeferenciada, que incluye **1744** ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos.

El presente trabajo resume de forma sucinta, las zonas o áreas consideradas como críticas, asociada a peligros potenciales de acuerdo a su vulnerabilidad; las cuales deben ser consideradas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales, sobre prevención y atención de desastres. El informe, también presenta para estas zonas críticas, recomendaciones generales para prevenir desastres y mitigar daños.

Constituye un reporte preliminar, de las áreas afectadas por peligros o potencialmente susceptibles a ser afectadas por estos peligros, la cual se pone a consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), gobierno central y gobierno regional.

Se debe tener muy en cuenta también, la diferenciación realizada de zonas críticas con condiciones climáticas normales, donde se presentan precipitaciones pluviales de manera periódica u ocasional y los peligros de mantienen activos; y las zonas críticas que se activan cuando se presenta el fenómeno El Niño; el cual se manifiesta con precipitaciones pluviales excepcionales, que cambia completamente el comportamiento geodinámico de la zona norte de Perú.

II.- MARCO GEOGRÁFICO, CLIMÁTICO, HIDROLÓGICO

La región Tumbes, se ubica en el noroccidente del Perú, entre los 80°07' y 81°02' de longitud oeste; y los 03°23' y 04°13' de latitud sur, que los sitúan en zona ecuatorial. La región Tumbes ocupa una superficie de 4 669 km². La región limita por el norte, con la Republica del Ecuador; por el oeste, con el océano Pacífico; por el este, con la región Cajamarca y la Republica del Ecuador; y por el sur, con la región Piura.

Las altitudes varían entre el nivel del mar, hasta sobre los 1600 msnm, en la zona de montañas de Tumbes.

El estudio de ambas regiones comprende 06 hojas topográficas del IGN a escala 1:100 000, correspondiente a los cuadrángulos de Zarumilla, Zorritos, Lobitos, Quebrada Seca, Las Playas y Tumbes.

La región Tumbes, presenta una temperatura promedio anual de 25° C y una precipitación total anual variable, el cual alcanzó el año 1997, cuando se presentó el fenómeno El Niño, los 1 054 mm; la precipitación acumulada en periodos lluviosos normales oscila entre los 90 mm y la humedad promedio de 88%.

Los sistemas hídricos de la región Tumbes, drenan sus aguas hacia el océano Pacíficos y están conformados por ríos y quebradas secas. Entre los principales ríos que poseen cuencas binacionales, se tienen a los ríos tumbes y Zarumilla, siendo este último el limite norte con el Ecuador. Entre las principales quebradas secas, que se activan de manera excepcional se tienen a las quebradas Fernández, Seca, Bocapan y Carpitás.

III.- MARCO GEOLÓGICO

En el área del proyecto (regiones Piura y Tumbes), se expone una variedad de unidades litológicas, tanto sedimentarias, ígneas, metamórficas y depósitos superficiales, con una edad que varía desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario reciente.

Estratigráficamente en la región se ha diferenciado unidades geológicas cuyas edades comprenden rocas del Neoproterozoico (rocas metamórficas del Complejo Marañón-Olmos), Paleozoico (Formaciones Salas, Cerro Negro, Chaleco de Paño, Cerro Prieto, Palaus), Mesozoico (Triásico-Jurasico-Cretásico: Grupo Pucara, Formaciones Pucará, Oyotum, Chicaza, Gigantal, Pananga-Muerto, Lancones, Huasimal, Jahuay Negro, Encuentros, Tablones, Redondo y Monte Grande; Grupo Copa Sombrero), Cenozoico (Grupos Mal Paso, Salinas, Talara; Formaciones Verdún, Chira, Mirador, Cone Hill-Carpitas, Mancora-Heat, Zorritos, Montera, Cardalitos, Zapallal, Tumbes,

Miramar-Hornillos) y depósitos cuaternarios (Mancora, Lobitos, depósitos eólicos marinos, aluviales y manglares) (Figura 01 y cuadro 01).

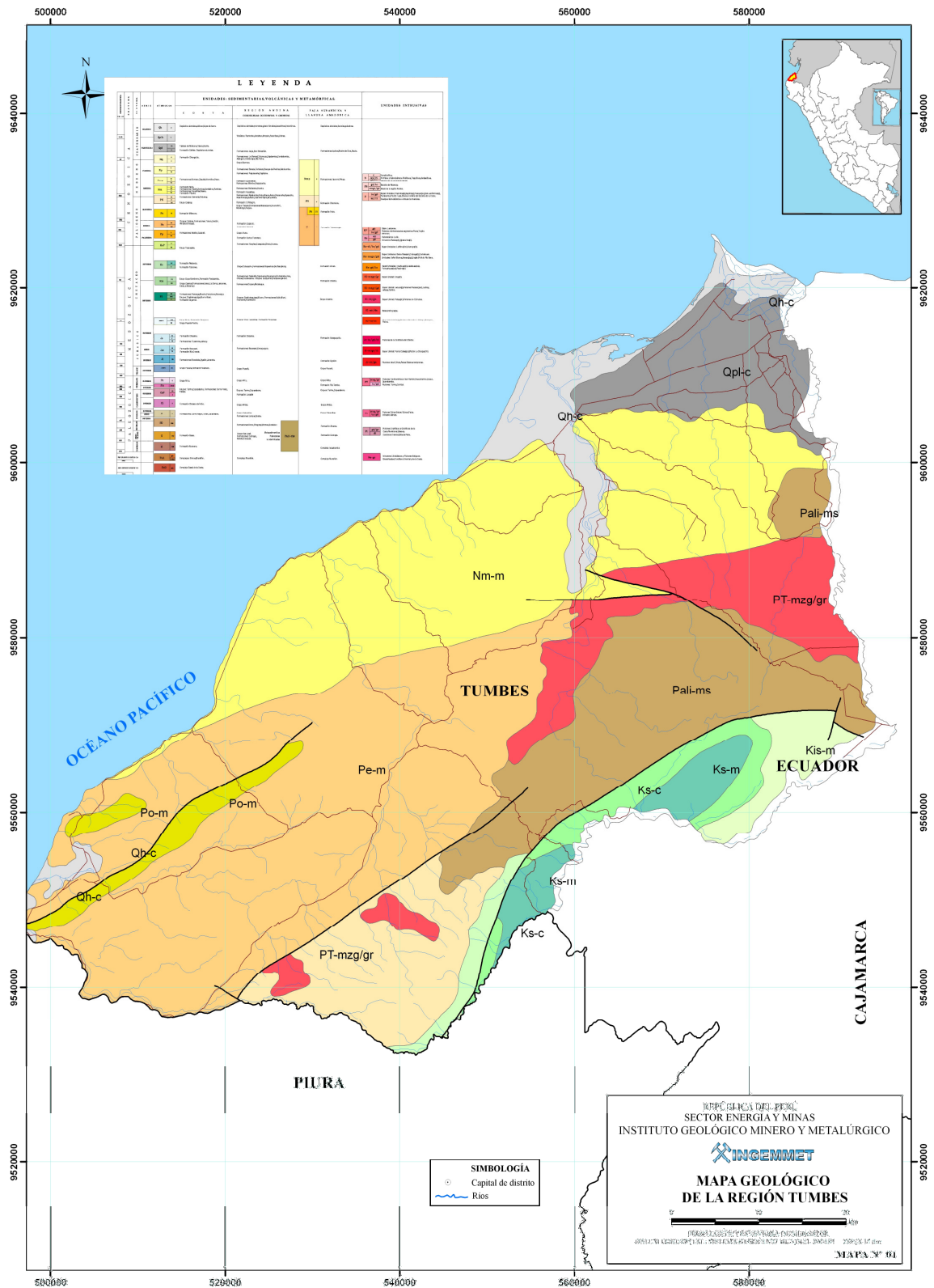


Figura 01: Mapa Geológico de la región Tumbes

Cuadro 01: Columna Estratigráfica Generalizada de las regiones Piura y Tumbes

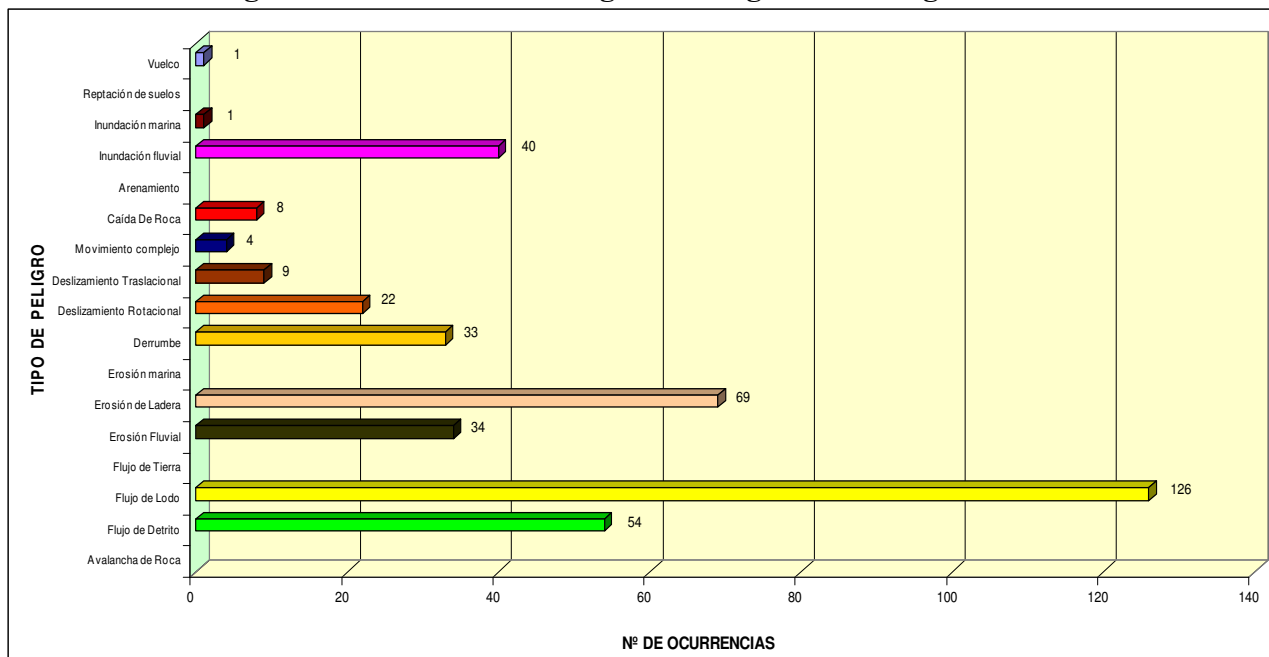
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS				ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos eólicos, marinos, aluviales y manglares					
		PLEISTOCENO	Tablazos Máncora, Lobitos, Talara				Areniscas, arenas, gravas, coquina	
	NEOGENO	PLIOCENO						
		MIOCENO	Fm. Tumbes, Fms. Miramar-Hornillos				Areniscas; areniscas, tobas y lodolitas; areniscas calcáreas	
			Fm. Cardalitos – Fm. Zapallal				Lutitas-Tobas diatomáceas, areniscas y calizas	
			Fm. Zorritos – Fm. Montera				Areniscas, lutitas	
			Fms. Máncora-Heath				Lutitas, areniscas conglomerádicas-Lutitas, calizas y areniscas conglomerádicas	
		OLIGOCENO						
	PALEOGENO	EOCENO	Fm. Cone Hill-Carpitas				Calizas, margas, lutitas	
			Gpo. Mirador				Conglomerados y areniscas	
			Fm. Chira				Lutitas, limolitas	
			Fm. Verdún				Areniscas, conglomerados y limoarcillitas	
			Gpo. Talara				Areniscas, lutitas, conglomerados	
			Gpo. Salina				Areniscas, lutitas, conglomerados	
		PALEOCENO	Gpo. Mal Paso				Lutitas, areniscas	
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Fm. Monte Grande				Areniscas y lutitas	
			Fm. Redondo				Lutitas, margas, calizas y limoarcillitas	
			Fm. Tablones.				Conglomerados y areniscas	
			Gpo. Copa Sombrero	Fm. Encuentros		Lutitas, areniscas y conglomerados		
				Fm. Jahuay Negro		Areniscas, lutitas y chert		
				Fm. Huasimal	Fm. Lancones	Lutitas, areniscas	Andesitas, tobas, areniscas	
		INFERIOR	Fm. Pananga, Muerto, Chulec, Pariatambo				Calizas, lutitas, calcarenitas, areniscas, calizas Andesitas, tobas y areniscas, limolitas areniscas y calizas	
			Fm. Gigantal	Gpo. Goyllar		Conglomerados	Areniscas, cuarcitas, lutitas, calizas	
	JURASICO TRIÁSICO	SUPERIOR	Fm. Chicama				Lutitas, areniscas	
		MEDIO	Fm. Oyotun				Tobas, brechas, derrames andesíticos	
		INFERIOR	Gpo. Pucará				Calizas	
		SUPERIOR						
PALEOZOICO		PERMIANO	Fm. Palaus				Pizarras, esquistos y cuarcitas	
		CARBONÍFERO	Fm. Cerro Prieto					
			Fm. Chaleco de Paño					
		DEVOMIANO	Fm. Cerro Negro				Argilitas, cuarcitas	
		ORDIVICIANO	Fm. Salas				Filitas, cuarcias	
NEOPROTEROZOICO			Complejo Marañon-Olmos				Esquistos, anfibolitas	

Fuente: INGEMMET

IV.- INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS

Este trabajo detalla la ocurrencia de movimientos en masa y peligros geohidrológicos, sobre mapas a escala 1:50 000, que han sido ingresados al Sistema de Base de Datos Geológica (SISBDGEO). Esta base de datos registra para la región Tumbes, un total de **401** ocurrencias de peligros, entre los que se tienen flujos de detritos (huaycos), caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, etc. (Figura 2).

Figura 2: Estadística de Peligros Geológicos en la región Piura.



V.- DEFINICIÓN DE ZONAS CRÍTICAS

La identificación y descripción de “Zonas Críticas” se llevó acabo mediante la determinación de peligros potenciales individuales y/o el análisis de densidad de ocurrencias de peligros potenciales en un área o sector, donde se exponen infraestructura o poblaciones, que pueden resultar vulnerables a uno o más peligros geológicos.

En estas zonas críticas se resalta las áreas o lugares, que luego del análisis de él o los peligros geológicos identificados, la vulnerabilidad a la que están expuestas (infraestructura y centros poblados) por estos peligros, se consideran con peligro potencial de generar desastres, y que necesitan que se realicen obras de prevención y/o mitigación.

Dentro de la región Tumbes, se ha determinado 19 zonas críticas; se debe tener presente, que las zonas señaladas como críticas, presentan un comportamiento tranquilo durante largos periodos de tiempo, cuando las condiciones climáticas son normales, donde las precipitaciones en la zona costera es escasa y se presenta ocasionalmente lluvias fuertes en zonas de montaña y en la zona costera de Tumbes. Las zonas críticas permanentes, se encuentran localizadas en zonas de montaña, donde llueve de manera ocasional o periódica.

Sin embargo estas zonas tranquilas, cambian radicalmente su condición de calma a críticas, cuando se presenta el fenómeno El Niño, que en la costa norte del Perú se manifiesta con fuertes precipitaciones pluviales, las cuales saturan los terrenos, forman escorrentía superficial que produce erosión de laderas, hasta llegar a discurrir por quebradas y torrenteras secas de corto recorrido,

formando flujos de detritos (huaycos), flujos de lodo y erosión fluvial, que pueden destruir tramos de la Panamericana Norte, puentes; así como también, puede afectar a las poblaciones asentadas dentro y cerca de estas zonas críticas.

En el Mapa 01 se muestra la distribución de zonas críticas dentro de la región Tumbes.

VI.- DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS

En los siguientes (cuadros 01 y 02), se muestran de manera resumida las zonas críticas identificadas en la región Tumbes, las cuales se agrupan por provincias; se presenta una descripción del tipo de peligro, los daños causados y las recomendaciones sugeridas para afrontar sus efectos.

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS CON PRESENCIA DEL FENÓMENO EL NIÑO

1.1 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN TUMBES

CUADRO N° 01: ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE TUMBES

SECTOR (DISTRITO)	AREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
AA. HH. Las Malvinas – San José, Los Cedros - La Jota (Caleta La Cruz) 1	Deslizamiento traslacional, erosión en cárcavas y flujos. En el año 1983 y 1998, se acentuaron más estos problemas como consecuencia del Fenómeno El Niño, observándose que los flujos tienen mayor radio de influencia. En el año 1983 se produjo una inundación marina, a consecuencia de un maretazo, afectó las instalaciones (viviendas) del Ejército Peruano. Zona de flujos de lodo, se presentan adicionalmente cárcavas y derrumbes en zonas aledañas. Las quebradas se activan con lluvias ocasionales. Existe una intensa deforestación de la zona.	Viviendas y centro educativo ubicado al pie del deslizamiento. De producirse una reactivación, puede ser seriamente afectado el centro educativo. Afecta viviendas ubicadas en la desembocadura de las quebradas. También afecta a terrenos de cultivo y puede afectar a la Panamericana Norte.	Reubicar viviendas localizadas cerca del borde del deslizamiento, reforestar la zona, y realizar canales de drenaje. Colocar un sistema de monitoreo en el deslizamiento, el cual sea constantemente vigilado, para determinar nuevos movimientos que impliquen peligro, para el colegio y los estudiantes. Reubicar las viviendas que están dentro del área de influencia de las quebradas, reforestar las laderas. Prohibir la construcción de viviendas en zona de influencia de las quebradas.
Pedro el Viejo (Tumbes) 2	Zona sujeta a derrumbes. En el sector se observa la presencia de rocas alteradas, poco consolidadas, en el año 1998 se produjeron derrumbes que afectaron a viviendas.	Afectó a viviendas antiguas, actualmente reubicadas.	Reforestar la zona, no construir obras de infraestructura cerca a la zona inestable.
Higuerón (San Jacinto) 3	Zona sujeta a derrumbes, rocas alteradas, poco consolidadas. El año 1998, se produjeron derrumbes que afectaron viviendas.	Afectó a viviendas antiguas, actualmente reubicadas.	Reubicar viviendas ubicada dentro del cauce de la quebrada, reforestar la zona.

Oidor (San Jacinto) 4	Área sujeta a flujos. En las cabeceras de la microcuenca se observa derrumbes con coronas menores a 50 m, rocas inconsolidadas y, la zona presenta deforestación. Cuando se presenta el Fenómeno El Niño ó lluvias excepcionales, hay gran aporte a la quebrada, dando las condiciones para que se formen flujos.	Afectó a viviendas, terrenos de cultivo y carretera de acceso.	No construir viviendas y obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada.
Quebrada Luay (Tumbes) 5	Área sujeta a flujo de detritos (Huayco). En la microcuenca se encuentran pequeños deslizamientos y derrumbes. Substrato conformado por rocas inconsolidadas. La zona presenta deforestación. Cuando se presenta el fenómeno El Niño ó lluvias excepcionales, se generan flujos.	Afecta a terrenos de cultivo, podría afectar al puente nuevo y la carretera de acceso a Luay.	No construir viviendas, ni obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada.
San Pedro de Los Incas-San Jacinto (Corrales) 6	Quebrada Colorado sujeta a flujos. En su parte alta se observa pequeños derrumbes, deslizamientos y procesos de erosión de ladera, que alimentan a la quebrada. Cuando se presenta el fenómeno El Niño ó lluvias excepcionales se generan flujos. En la parte alta se ubica un botadero de basura, de manera que los desechos en tiempo de lluvias excepcionales, son arrastrados por las corrientes que se forman. Del mismo modo ocurre en quebradas Urcos, Cristales y otras torrenteras.	Afectó a viviendas, cementerio y terrenos de cultivo cuando se presentó el Fenómeno El Niño.	No construir viviendas, ni obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada. Reforestar la zona. Canalizar la parta baja de la quebrada
Quebrada San Juan (San Juan de La Virgen) 7	Área sujeta a flujo de lodo, proceso de erosión en cárcavas y erosión fluvial. Los flujos y erosión de laderas se produce periódicamente, sin embargo durante el evento de El Niño, estos procesos son más destructivos. La erosión fluvial esta incidiendo en la margen derecha.	Afectó a viviendas, carretera que conecta Tumbes con San Juan de la Virgen y terrenos de cultivo	No construir obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada. Reforestar la zona. La quebrada ha sido canalizada.
Quebrada La Jardina (San Jacinto) 8	Área sujeta a flujos de lodo. En su cuenca alta se presentan derrumbes, y procesos de erosión de laderas que alimentan a la quebrada. La zona presenta deforestación. Esta quebrada se activa cada vez que se presenta el Fenómeno El Niño.	Afectó a viviendas, y terrenos de cultivo. En la actualidad la quebrada esta canalizada.	No construir obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada, reforestar la zona. Parte de la quebrada esta canalizada.

Sector de Higuierón–Casa Blanqueada-Oidor (San Jacinto) 9	Área sujeta a flujos de lodo. A lo largo de este trecho se presentan en varias quebradas que generalmente se activan con la presencia del fenómeno El Niño. Las quebradas comprendidas en este sector son de recorrido corto y de baja pendiente. Son alimentadas por derrumbes y en ocasiones por pequeños deslizamientos (coronas menores a 30 m.). Están asociados a fenómenos de erosión de laderas (principalmente cárcavas) que generan gran cantidad de material. El área se presenta deforestada.	Afectó algunas viviendas e interrumpió la carretera de acceso hasta el sector de Higuierón, también a terrenos de cultivo.	No construir obras de infraestructura dentro del cauce de la quebrada. Encauzar las quebradas.
Margen derecha del río Tumbes-Puerto el Cura (Tumbes) 10	Zona de erosión e inundación fluvial, el fenómeno se intensifica cuando se presenta el Fenómeno El Niño. En el año 1983 afectó al Malecón e inundo calles de la ciudad de Tumbes, por la margen derecha. Aguas abajo del malecón actual hay una parte baja por donde generalmente el río Tumbes se desborda e inunda. El río en este sector, constantemente esta erosionando y ha migrado hacia la margen derecha.	Afectó a viviendas ubicadas en la margen derecha, inundo terrenos de cultivo ubicados en ambas márgenes.	Reforzar las defensas ribereñas que se encuentran aguas bajo. Actualmente todo el malecón esta protegido con muros de concreto. No construir obras de infraestructura cerca de la ribera del río.
Sector de Capitana-Rica Playa (San Jacinto) 11	Área donde se presentan varias quebradas de recorrido corto, que producen flujos con la presencia del Fenómeno El Niño. Se observa intensa deforestación, en las laderas de estas quebradas.	Afectó algunas viviendas, interrumpió carretera de acceso a los centros poblados, y terrenos de cultivo.	No construir obras de infraestructura dentro del cauce de las quebradas. Actualmente se encuentran canalizadas con muros de mampostería.
Zona Langostinera - Estero Chico-Pampa Las Salinas (Corrales) 12	Área propensa a inundaciones. Terrenos planos, donde el río Tumbes presenta un curso divagante. Esto generalmente sucede cuando se presenta el Fenómeno El Niño.	Afectó pozas langostineras ubicadas cerca de los esteros y viviendas provisionales ubicadas en ellas. También afecto terrenos de cultivos de arrozales y platanales.	Realizar actividades de prevención de acuerdo a las condiciones climáticas del área.

Carretera Plateros-Oidor (San Jacinto) 13	Tramo de carretera donde se presentan varias torrenteras y quebradas (Quebradas Plateros, La Peña, Tigre y Vaquería), que permanecen secas la mayor parte del tiempo. Con el Fenómeno El Niño, por estas quebradas discurren flujos de destritos y flujos de lodo, que pueden afectar viviendas y la carretera por tramos.	Puede afectar viviendas ubicadas cerca de los cauces de torrenteras secas.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensas ribereñas en sectores donde se observe incidencia de los flujos. Colocar gaviones y enrocados donde sea necesario. Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos y márgenes. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados.
---	---	---	---



(a)



(b)



(c)

(a), (b).-Vista del la escarpa y panorámica del deslizamiento en el AA. HH. Las Malvinas en Caleta La Cruz. (c).- Flujo de lodo en el sector de La Jota.



(a)



(b)



(c)

(a).- Puente sobre la quebrada Luay carente de obras de defensas que protejan sus estribos, en una avenida intempestiva del torrente que fluya por la quebrada. San Pedro de Los Incas-San Jacinto. (b).-Flujo de lodo sobre la quebrada Cristales, que en tiempos de lluvias excepcionales afecta al poblado del mismo nombre. (c).- Flujo de lodo que se discurre por la quebrada Colorado afectando al sector de San Pedro de Los Incas.



(a)



(b)

(a).- Flujo de lodo que pasa por la quebrada San Juan, distrito de San Juan La Virgen, se presenta generalmente con el Fenómeno El Niño o con lluvias de tipo excepcional. La quebrada se encuentra canalizada. (b).- Quebrada Higuierón canalizada, con gaviones, cada vez que se presenta el Fenómeno El Niño se activa afectando a las viviendas y terrenos de cultivo adyacentes.



(a)



(b)

(a).- Defensas ribereñas ubicada en la margen derecha del río Tumbes, protegiendo la toma de agua de Puerto El Cura. (b).- Carretera Plateros-Oidor. Torrenteras que acarrean flujos de manera excepcional, cerca al poblado de Francos.

CUADRO N° 02: ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR

SECTOR (DISTRITO)	AREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Panamericana Norte entre la Quebrada La Cruz y Zorritos (Zorritos) 14	Tramo de la carretera Panamericana Norte (km 219+550 al km 230+000) afectado por erosión en cárcavas, derrumbes y flujos de lodo. Derrumbes desde talud superior de carretera, conformado por areniscas, limolitas y lutitas, poco consolidadas y muy deleznales. El material caído obstruye la carretera. El substrato rocoso que conforman los tablazos, es muy susceptible a procesos de erosión, produciéndose erosión laminar, en surcos y en cárcavas, hasta llegar a formar quebradas (Quebradas Sechurita, Tucillal, Tronco Mocho, Urbina y La Cruz). Por estas cárcavas y quebradas, discurren flujos de manera excepcional cuando se presenta el fenómeno El Niño. Otro problema que se presenta, son asentamientos de material de relleno colocados en las torrenteras, para la construcción de la carretera y asentamientos en el substrato conformado por areniscas, limolitas y lodolitas, que producen ondulamientos e irregularidades en la carretera.	Puede afectar viviendas ubicadas cerca de los cauces de torrenteras secas, con posibles desbordes. Puede cortar la carretera Panamericana Norte en varios tramos.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensa ribereñas en sectores donde se observe incidencia de los flujos (Colocar gaviones y enrocados donde sea necesario). Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos y márgenes. Realizar un mantenimiento y limpieza constante de cunetas, pontones y alcantarillas. Colocar badenes de ser necesario. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras, para controlar los procesos de socavación y pérdida de terreno.

Panamericana Norte entre la quebrada Bocapan y Zorritos (Zorritos) 15	Tramo de la carretera Panamericana Norte (km 212+400 al km 219+550) Afectado por erosión en cárcavas, derrumbes y flujos de lodo. Derrumbes desde talud superior de carretera, conformado por areniscas, limolitas y lutitas, poco consolidadas y muy deleznales. El material caído obstruye la carretera. Erosión de laderas intensa, forma surcos y cárcavas. Por las cárcavas y quebradas, discurren flujos de manera excepcional cuando se presenta el fenómeno El Niño. En las cabeceras de las quebradas se producen derrumbes y deslizamientos que aportan material suelto susceptible de ser acarreado por los flujos. Asentamientos de la plataforma de carretera por el substrato rocoso de mala calidad conformado por areniscas, limolitas y lodositas. Se producen ondulamientos e irregularidades en la carretera.	Puede afectar viviendas ubicadas cerca de los cauces de torrenteras secas, por posibles desbordes. Puede cortar la carretera Panamericana Norte en varios tramos, donde las torrenteras y cárcavas interceptan la carretera.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensas ribereñas en sectores donde se observe incidencia de los flujos (Colocar gaviones y enrocados en zonas donde sean necesarios). Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos y márgenes. Realizar un mantenimiento y limpieza constante de cunetas, pontones y alcantarillas. Colocar badenes de ser necesario. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras, para controlara los procesos de socavación y pérdida de terreno.
--	---	---	--

Panamericana Norte entre quebrada Bocapan y quebrada Plateritos (Zorritos) 16	Tramo de la carretera Panamericana Norte (km 186+000 al km 212+400), afectado por erosión de laderas, erosión fluvial, derrumbes y flujos de lodo. Derrumbes desde el talud superior de la carretera. El substrato está conformado por areniscas, limolitas y lutitas, poco consolidadas y muy deleznales. El material caído obstruye la carretera. Erosión de laderas intenso, forma surcos y cárcavas. Entre las quebradas principales se tiene a Huacuna, Sandias, Palo Santo, Gardalito, Labejal Rubio y Plateritos; por donde discurren flujos de detritos y de lodo de manera excepcional cuando se presenta el fenómeno El Niño. Por otro lado un gran número de torrenteras y cárcavas de corto recorrido también acarrear flujos. Los aportes de material suelto se encuentran en las cabeceras de las quebradas, donde se producen derrumbes y deslizamientos. Asentamientos de la plataforma de carretera por el substrato rocoso de mala calidad conformado por areniscas, limolitas y lodolitas (se producen ondulamientos e irregularidades en la carretera). Erosión fluvial en márgenes de las quebradas Palo Santo y Huacuna, por estrangulamiento de cauce. Se han protegido los estribos del puente y las márgenes, con gaviones y muros de concreto.	Puede afectar viviendas ubicadas cerca de los cauces de torrenteras secas, con posibles desbordes. Puede cortar la carretera Panamericana Norte en varios tramos, donde las torrenteras y cárcavas interceptan la carretera.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensas ribereñas en sectores donde se observe incidencia de los flujos (Colocar gaviones y enrocados donde sea necesario). Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos y márgenes. Realizar un mantenimiento y limpieza constante de cunetas, pontones y alcantarillas Colocar badenes de ser necesario. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras, para controlara los procesos de socavación y pérdida de terreno.
--	---	---	--

Panamericana Norte entre quebrada Plateritos, Cancas desvío Punta Sal (Canoas de Punta Sal) 17	Tramo de la carretera Panamericana Norte (km 168+000 al km 212+400), afectado por erosión de laderas, erosión fluvial, derrumbes y flujos de lodo. Derrumbes se presentan en talud superior de carretera. Erosión de laderas intensa, forma surcos y cárcavas. Numerosas quebrada y torrenteras secas por donde discurren flujos de detritos y de lodo cuando se presenta el fenómeno El Niño (quebradas Sapotal, Peña Negra, Curo, Canoas, La Mira y Honda). Por otro lado, por un gran número de torrenteras y cárcavas de corto recorrido también discurren flujos. Los flujos también producen procesos de erosión fluvial en márgenes de quebradas, pudiendo afectar estribos de puentes y pontones. Se han construido badenes. Se colocaron gaviones y muros de encauzamiento para controlar los efectos de estos procesos. Así mismo, se ha evidenciado la ocupación de cauces de quebradas, con la construcción de viviendas. Por otro lado muchas de las torrenteras presentan trabajos de encauzamiento con muros de mampostería.	Puede afectar viviendas ubicadas cerca y dentro de los cauces de torrenteras secas. Puede cortar la carretera Panamericana Norte en varios tramos, donde las torrenteras y cárcavas interceptan la carretera.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensas ribereñas en sectores donde se observe incidencia de los flujos (Colocar gaviones y enrocados donde sea necesario). Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos. Realizar un mantenimiento y limpieza constante de cunetas, pontones y alcantarillas. Colocar badenes de ser necesario. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras, para controlar los procesos de socavación y pérdida de terreno.
---	--	--	---

Panamericana Norte km 154+400 al km 165+600 (Zorritos) 19	Tramo de unos 11,2 Km de la Carretera Panamericana Norte, donde se presentan varias torrenteras y tres quebradas principales (Quebradas Seca, La Noria y Carpitás), las cuales durante largos periodos de tiempo permanecen inalterables, debido a la escasa precipitación pluvial de la zona, donde solo se alteran las rocas y se acumula material suelto en las ladera y cabeceras de las quebradas. Esta condición cambia drásticamente cuando se presenta el fenómeno El Niño, produciéndose precipitaciones excepcionales que posibilitan la formación de flujos de detritos y flujos de lodo, que acarrearán todo el material suelto acumulado en las cuencas de recepción de las quebradas. En estos flujos erosionan y destruyen tramos de la carretera, puentes, pontones y alcantarillas, por rebalse de las aguas sobre estas obras, o porque se estrangulaban los cauces de las quebradas para construir los puentes.	Se ha producido la destrucción de tramos de la carretera en varios puntos, donde ha sido necesario hacer variaciones por medio de la construcción de badenes.	Realizar trabajos de limpieza de los cauces de torrenteras y quebradas. Encauzar y colocar defensas ribereñas en sectores donde se observe incidencia de flujos (Colocar gaviones y enrocados en zonas donde sean necesarios). Reparar los gaviones, enrocado y muros de encauzamiento de concreto para evitar deterioros mayores y pérdida total de la defensa. Realizar el diseño de alcantarillas y puentes, que no impliquen el estrangulamiento de los cauces, ya que puede propiciarse los procesos de erosión de los estribos y de las márgenes. Realizar un mantenimiento y limpieza constante de los pontones y alcantarillas de torrenteras pequeñas, ya que estas pueden estar obstruidas por flujos antiguos secos y acumulados, propiciándose los embalses y reboses que pueden destruir la plataforma de carretera asfaltada. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras para controlar los procesos de socavación y pérdida de terreno.
--	---	--	--



(a)



(b)



(c)



(d)

Panamericana Norte entre la Quebrada La Cruz y Zorritos. (a).- Quebrada LA Cruz por donde discurren flujos de lodo. (b).- Derrumbes en talud superior de la Panamericana Norte, sector cerro Loma Grande. (c).- Flujos de lodo excepcionales que discurren por torrenteras encauzadas, sector de Nueva Esperanza, a la altura del km 228+817 de la Panamericana Norte. flujos de lodo excepcionales en el poblado de Mechero Roci.



(a)



(b)

Panamericana Norte entre la quebrada Bocapan y Zorritos. (a).- Torrentera encauzada, por donde discurren flujos de lodo excepcionalmente, sector los Pinos, km 216+920, del tramo de la Panamericana Norte entre Sullana y Tumbes. (b).- Cauce de torrentera estrangulada con pontón, por donde discurren flujos de lodo excepcionalmente, km 214+452 de la Panamericana Norte.



Panamericana Norte entre quebrada Bocapan y quebrada Plateritos. (a).- Derrumbes en talud superior de la Panamericana Norte. (b).- Flujos excepcionales por la quebrada Cardalito, pueden cortar la carretera. (c).- Flujos de detritos y erosión fluvial en la quebrada Palo Santo. (d).- Quebrada seca que se activa excepcionalmente, se han colocado gaviones en la margen derecha, sector Acapulco.



Panamericana Norte entre quebrada Plateritos, Cancas, desvío Punta Sal. (a).- Quebrada que cruza la Panamericana Norte a un costado del desvío ha Punta Sal, se puede observar la utilización del puente como vivienda, por esta torrentera discurren flujos excepcionales. (b).- Poblado de Cancas, torrenteras secas, por donde discurren flujos de lodo y cruzan la Panamericana Norte a la altura del km 174+397. (c).- Quebrada por donde excepcionalmente discurren flujos de lodo y detritos, se observa los muros de encauzamiento a la margen izquierda, sector Señor de los Milagros.



(a)



(b)

Punta Sal. (a).- Carretera de acceso a Punta Sal, donde se construyó un badén, para permitir el paso de flujos de lodo excepcionales. Estos flujos también pasan cerca de viviendas. Se han colocado enrocados y gaviones en sus márgenes. (b).- Caída de rocas, desde los acantilados, pueden afectar viviendas ubicadas al pie.



(a)



(b)



(c)

Panamericana Norte km 154+400 al km 165+600. (a).- Quebrada Seca, por donde discurren flujos de lodo excepcionalmente. (b).- Panamericana Norte, km 154+500 del tramo Sullana-Tumbes, cortado por flujo de lodo, se ha tenido que variar el trazo. (c).- Torrentera que se activa excepcionalmente. Se observa colapso del muro de encauzamiento en la margen izquierda, Panamericana Norte km 157+502, sector El Paraje.