

canal sobre el terraplén de la vía. Ocasional y localmente, este agrietamiento puede ser más marcado y viene acompañado por colapsos de la calzada bajo la forma de “grabenos” angostos, pero de hasta más de un centenar de metros de extensión (sector El Boquerón, entre El Conto y La Curva; Foto 3). Es obvio que el movimiento sufrido por estos terraplenes viales es producto de la licuación de arenas ocurrida a poca profundidad, dentro de los depósitos aluviales saturados por el Río Tambo y el sistema de irrigación artificial; lo cual permite el movimiento lateral, aunque de poca amplitud, o el traccionamiento aplicado perpendicularmente al terraplén. La evidencia más clara de este proceso (lateral spreading) se aprecia en la motobomba (Golden Playa Discoteca; ya finalizada la Reserva Natural de Aves de Mejía), donde el terraplén de una vía en tierra colapsó a nivel de su cruce con un canal de agua relativamente ancho (de más de 2 m).



Foto 3.- Agrietamiento de la calzada por colapso del terraplén de la carretera por lateral spread, inducido por la presencia de un canal de riego en tierra ubicado a la izquierda de la foto (al oeste; al pie de la arboleda). El colapso ocurre bajo la forma de “micro-grabenos” subparalelos al eje vial.

No obstante, también se observó este proceso en el terraplén de tierra de la carretera Panamericana sur al cruzar el valle del Río Osmore, en proximidad a Montalvo, y en la

carretera costanera Ilo-La Yarada, al cruzar la llanura aluvial del Río Locumba, puesto que terraplenes en tierra de arrozales desarrollados en dicha planicie están agrietados longitudinalmente. El colapso de los terraplenes para control de inundaciones del Río Camaná en dos localidades también se vieron afectados por la ocurrencia de lateral spreading en asociación con licuación de suelos.

Licuación de suelos

Tal como se previó antes de iniciar la misión de campo, en función de la extrema aridez de la región costanera sur peruana, la ocurrencia de los fenómenos de licuación de suelos estuvo restringida a aquellas planicies o valles aluviales donde hay agua en permanencia. Es decir, a lo largo de los ríos Yauca, Ocoña (?; no verificado por cruzarlo de noche) Camaná, Tambo, Osmore, Locumba y Sama.

El proceso de licuación de suelos se expresó en muchos sitios, tal como lo discutimos previamente, por el agrietamiento del terreno sobre decenas de metros de longitud, como consecuencia de lateral spreading (aparte B.1.5 del presente informe). Fue muy frecuente el no observar ninguna evidencia de eyección de arena y agua a lo largo de las grietas, pero varios sitios fueron claves para mostrar la asociación de ambos procesos (agrietamiento + eyección de arena bajo la forma de volcanes de arena), tal como: (a)- en la extremidad septentrional de la “Urbanización Arizona”, (b)- en la motobomba (Golden Playa Discoteca, entre Mejía y El Conto, al final de la Reserva Natural de Aves de Mejía) y (c)- en el campo de fútbol de La Curva (salida en dirección a Arenal); todas estas localidades se localizan entre Mollendo y Cocachacra, en los depósitos aluviales y/o deltáico-costeros del Río Tambo. También fue observado en los bancos de arena dentro de los cursos de los distintos ríos con agua permanente.

La primera localidad en nuestro recorrido hacia el sur con evidencias claras de licuación fue el cauce del Río Yauca (km 598 de la Panamericana sur), a ambos lados del estribo SE. Se apreciaron volcanes de diámetro ≤ 1.5 m (Foto 4), de arena fina, siendo la moda del diámetro generalmente inferior a los 40 cm. También se observaron algunos “venting dikes” de menos de 1 m de largo. Algunos volcanes de arena se emplazan sobre grietas

abiertas en bancos de arena de menos de unos 50 cm por encima del nivel de agua en el curso del río, estando las grietas orientadas paralelas al borde de los bancos; y por ende al curso del río (NE-SW). El tablero y la baranda del lado sur, al nivel de la primera pila a partir del estribo NW del puente, están hundidos en unas decenas de cm. Esto podría deberse a pérdida de capacidad portante del suelo por licuación, a nivel de la fundación de dicha pila.

No se pudo verificar la ocurrencia de licuación en el río Ocoña por haberlo cruzado después del atardecer, pero el río es ancho y caudaloso, lo cual hace presumir que sus depósitos arenosos saturados pueden haber licuado en ocurrencia del sismo principal.



Foto 4.- Volcanes de arena en la vega del Río Yauca, a nivel del puente sobre el mismo. Las huellas de paso y botella pueden usarse como escala.

Las vegas y cauce del Río Camaná mostraron numerosas evidencias de licuación, logrando inclusive afectar el terraplén de la margen izquierda (para control de inundaciones de la llanura aluvial cultivada) en dos localidades. En el curso del río, las arenas muy finas a intermedias licuaron en aquellos bancos de arena no muy potentes (dominando el agua en no más de 50-60 cm). Los volcanes de arena aislados no fueron mayores a 1,60-2,0 m en diámetro. En ocasiones, los volcanes de arena se organizaban en sucesiones de “bocas” (cráteres), alineados o no a lo largo de grietas (Foto 5). También, se midieron fracturas

longitudinales a los bancos con eyección de arena (venting fractures) de unos pocos metros de longitud (grietas individuales no mayores a los 4 m y varias grietas dispuestas en echelon). La localidad con las grietas más grandes, sólo mostró tres grietas individuales (Foto 6). Los dos sitios de colapso del terraplén fueron, uno por efecto de borde libre hacia ambos lados, coincidiendo con bancos de arena en el curso del río; y el segundo por lateral spread, hundiéndose la vía en el tope del terraplén y abombándose el piedraplén de protección del terraplén a nivel de un meandro del Río Camaná (Foto 7). En esta segunda localidad colapsada, se observó un “venting fracture” de más de 1 m de longitud al pie del terraplén, que eyectó mucha arena y el agua aún permanecía empozada el 06 de julio (Foto 8). La arena y agua eyectada fluyó por más de 15 m de longitud a favor de una pendiente muy suave. Más hacia el mar, se observó una grieta de eyección de unos 30 m de largo, paralela y próxima (a no más de 5 m) del pie del terraplén y dentro de las zonas cultivadas (Foto 9; al límite del área afectada por el tsunami, el cual penetró en el orden de unos 500 m tierra adentro, en las zonas bajas de la llanura deltáica del río Camaná). Es en esta localidad donde se aprecian las evidencias de licuación más grandes y con mayor concentración.



Foto 5.- Volcanes de arena alineados en la vega del Río Camaná, cerca de la desembocadura del río (escala = 1m).