



Foto 6.- Fracturas en echelon con eyección de arena (escala = 1 m).



Foto 7.- Hundimiento del terraplén del control de inundación del Río Camaná, por lateral spread. Obsérvese abombamiento y desarticulación del pedraplén, al igual que licuación de arenas (mancha clara hacia la derecha de la foto; detalle en la foto siguiente).



Foto 8.- Grieta con eyección de arena fina, de color claro, y agua, al pie del terraplen, del lado opuesto al curso del río. La arena y agua fluyeron por unos 15 m, quedando el agua empozada al fondo; aún visible el día 06/07/2001.



Foto 9.- Grieta de unos 30 m de largo y a unos 5 m del terraplén de control de inundación del Río Camaná, con claras evidencias de licuación (arena gris dentro del área de cultivo).

No obstante, la región con la distribución de evidencias de licuación de suelos más vasta corresponde a la llanura deltáica-costera del Río Tambo, puesto que se observaron evidencias tanto de eyección de arenas como de lateral spread desde las cercanías a Mollendo hasta casi El Fiscal (donde retomamos la Panamericana sur y abandonamos la vía costanera proveniente desde Mollendo). A continuación enumeraremos, las evidencias observadas en el tramo indicado:

.- *Mollendo-Mejía*: en área cultivada y poco densamente habitada próxima a la bajada de Mollendo, se observó agrietamiento del terreno, generalmente paralelo a la costa o a canales poco profundos. Los cultivos, se desarrollan detrás de un cordón de arena de unos 400 m de ancho, en una llanura costera de menos de 1 km de ancho. El terraplén de la carretera está sobre ella a unos 500-600 m promedio de la costa. Algunas áreas han sido rellenadas y son éstas las que evidencian mejor el agrietamiento. El proceso se debe a lateral spread, tal como pudo evidenciarse en la extremidad septentrional de la “Urbanización Arizona”, donde las grietas mostraron pequeños volcanes de arena asociados (Foto 10). Todo el tramo de la carretera en la llanura costera entre ambas poblaciones sufrió de fallas de borde longitudinales, en ocasiones del orden de 100 m de longitud, que ocasionalmente afecta la carpeta asfáltica, pero con muy pequeños desniveles verticales.



Foto 10.- Urbanización Arizona, en carretera costanera entre Mollendo y Mejía: pequeños volcanes de arena alineados a grietas, lo cual atestigua que el agrietamiento es debido a lateral spread.

.- *Mejía - El Conto* (en dirección hacia Punta de Bombón)

Entre Mejía y el final de la Laguna de Mejía (Reserva Natural de aves), la carretera muestra esporádicas fallas de borde del terraplén de algunas decenas de metros de largo. La carpeta asfáltica es raramente cortada.

En la motobomba (Golden Playa Discoteca), el terraplén de una vía secundaria de tierra, perpendicular a la vialidad principal, falló a nivel de un canal que corre paralelo a la vía del lado de la costa (Fotos 11 y 12). En el sector El Boquerón, el terraplén de la carretera falló a todo lo largo de un canal de riego, mientras éste estuviese a unos pocos metros sin importar de cual lado de la vía. Localmente, se formaron micro-grabenes, debido a que el terraplén de la vialidad principal se mueve en oposición a un canal de concreto pero hacia el canal de irrigación en tierra (Foto 3). Los agricultores del mismo sector reportan haber visto eyección de arenas dentro de sus cultivos.

.- Entre *La Curva y El Arenal*, tres sectores del terraplén de la carretera sufrieron agrietamiento por falla de borde del mismo, en asociación con lateral spreading por presencia de canal de irrigación en tierra. Afectan $\frac{1}{2}$ carpeta asfáltica por lo menos. No obstante, hay uno más prominente que corta la carretera y un terreno de fútbol en diagonal, con formación de volcanes de arena y hundimiento de la calzada, a la salida de la Curva en dirección a Arenal (Foto 13). El agua y la arena fina eyectada, debido a una leve inclinación del terreno de fútbol, cruzó esencialmente todo el campo. Casi todo este flujo es suministrado por una "venting fracture" –que genera un cono de unos 2, 5 m de largo y ≈ 1 m de ancho- y una serie de volcanes alineados sobre unos 8 m de longitud formados al borde del campo de juego y al pie del terraplén de la carretera (Foto 14).

.- Entre *Arenal y puente El Fraile* sobre el Río Tambo (vía de acceso a Punta de Bombón; interrumpida por falla dúctil de las bases metálicas del puente, torcionando el tablero del puente): el terraplén de esta vía que cruza transversalmente el valle del río, está traccionado transversalmente, formando grietas longitudinales; así como el terraplén del estribo oeste,

donde las grietas están en posición axial cercana al puente, cuyo terraplén alcanza unos 6 m de alzada.



Foto 11.- Acceso a Golden Playa Discoteca: lateral spread del terraplén del acceso en tierra, a nivel de su intersección con un canal de riego (sala de motobomba visible al fondo).



Foto 12.- Detalle de la localidad anterior. Volcanes de arena asociados a lateral spread en terraplén de vialidad secundaria de tierra. Nótese que los volcanes no necesariamente se alinean sobre el agrietamiento del



Foto 13.- Campo de fútbol de La Curva, en carretera La Curva-El Arenal: Intensa eyección de agua y arena (en color claro), en asociación a vasto lateral spread que afectó tanto el campo de juego como el terraplén de la vía (a la derecha). Los materiales fluyeron por unos 50-60 m, a lo largo del terreno de fútbol.



Foto 14.- Detalle de la vista anterior, donde se aprecian varios volcanes de arena alineados, al pie del terraplén de la vía, responsables de la expulsión de un importante volumen tanto de agua como de arena fina, que cruzó lo esencial del campo de juego.

- *Río Tambo en el puente El Fraile:* de manera similar a los ríos Yauca y Camaná, muestra evidencias de licuación por la presencia de volcanes de arena (diámetro máximo del orden de 1,4 m).

El Río Osmore, como previsto, también mostró evidencias de licuación, tanto aguas arriba como aguas abajo, próximo a su desembocadura:

- *Montalvo* (Moquegua; km 1140 de la Panamericana sur): el terraplén de la carretera Panamericana sur, sobre los depósitos aluviales del valle del Río Osmore, en el sector del peaje de Montalvo, muestra evidencias de traccionamiento transversal por la presencia de grietas longitudinales a la vía.

- *Río Osmore en su desembocadura*, al norte de Ilo: similarmente al Río Camaná (aunque mucho más intervenido), se apreciaron grietas de ventilación en echelon de hasta 1,35 m de longitud; y los conos aislados son más pequeños (valores máximos entre 0,80 y 1,00 m), así como el volumen de arena expulsado.

El delta del río Locumba (cerca a Ite), aunque no visitado, parece propicio para la ocurrencia de licuación durante el evento principal del 23 de junio del 2001, lo cual está sustentado por la presencia de grietas longitudinales, en los camellones de división de los arrozales (lateral spreading).

El Río Sama también sufrió de licuación de arenas, tal como se evidenció en el puente Los Baños, en la carretera costanera que conecta Ilo con Tacna, vía La Yarada. Volcanes de arena, volcanes alineados, grietas de ventilación y lateral spread de pequeñas dimensiones fueron inventariados. Los conos de los volcanes de arena son de dimensiones más modestas (\approx 50 cm) y el volumen expulsado también (Foto 15). Igualmente, se apreció que el estribo meridional del puente Los Baños sobre el Río Sama fue afectado por licuación de arenas,