

BOLETÍN TÉCNICO

PITRA

PROGRAMA DE INGENIERÍA
EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

Vol 2. N° 11. Enero 2011



Importancia de la Geotecnia Vial

Ing. Diego A. Cordero Carballo

Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional, PITRA

Introducción

En Costa Rica, al igual que en otros lugares del mundo, se han presentado problemas geotécnicos en proyectos viales que han comprometido su funcionalidad, seguridad y calidad.

Muchos de estos problemas se originan en una investigación geológico-geotécnica deficiente, inadecuada o escasa realizada en las diferentes etapas del proyecto, sobre todo en las iniciales, y en las restricciones geológico-geotécnicas asociadas a amenazas geológicas y climáticas propias del entorno donde se desarrolla el proyecto vial. Estas restricciones, si son identificadas a tiempo, se pueden manejar para minimizar

el impacto que puedan tener sobre el proyecto.

Aunado a esto, en Costa Rica hay muy pocos especialistas en geotecnia vial, lo que muchas veces se refleja en la ineficacia de las obras geotécnicas y en un bajo nivel de servicio de la infraestructura vial por problemas geotécnicos.

La geotecnia vial es la especialidad de la ingeniería geotécnica que se encarga de atender "las necesidades y problemas de la infraestructura vial relacionados con el suelo y las rocas como medio de soporte de las obras viales tales como puentes y pavimentos y como componente de la misma en túneles, taludes de corte y terraplenes" (Vargas, 2010), y debería ser tomada en cuenta desde las etapas iniciales de cualquier proyecto vial para poder identificar las restricciones geológico-geotécnicas del entorno y sus implicaciones en las etapas de diseño, construcción y mantenimiento de las obras geotécnicas e hidráulicas de manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.

Problemas geotécnicos de la infraestructura vial

Algunos de los problemas típicos que atiende la geotecnia vial son los de capacidad de soporte de subrasantes para pavimentos, de mejoramiento de subrasantes por medio de compactación, estabilización, sustitución o reforzamiento; análisis de estabilidad de laderas y taludes, diseño de obras de estabilización como muros anclados y muros de retención, análisis de estabilidad y diseño de rellenos (Ver Figuras 1 y 2 y Fotografía 1), análisis de compresibilidad, consolidación y asentamiento de rellenos, licuación de suelos y diseño de estructuras, como cimentaciones de puentes y pantallas de pilotes.

A nivel nacional, los problemas geotécnicos de la infraestructura vial están asociados principalmente a investigaciones geológicas y geotécnicas inadecuadas, deficientes o escasas; al uso inapropiado de criterios de diseño vial (e.g., especificar pendientes

Comité editorial del boletín



2011

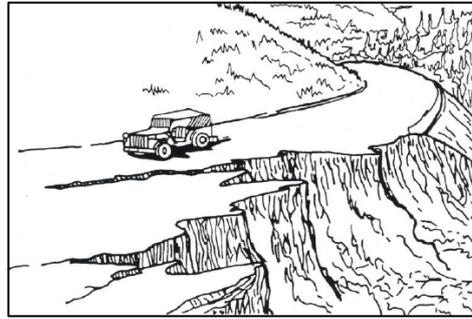
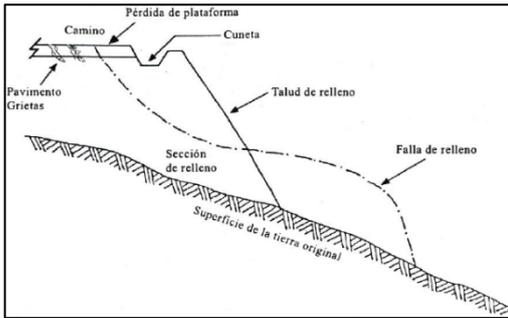
Ing. Luis Guillermo Loría Salazar
Coordinador General PITRA, LanammeUCR

Sra. Ana María Arroyo Acosta
Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

Mauricio Bolaños Barrantes
Diseñador Gráfico. Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

Figura 1 y 2 y Fotografía 1

Falla de una sección de relleno. Fuente: referencias 1 y 2.



uniformes para todos los taludes de un corredor vial), a restricciones económicas y a una mala gestión de proyectos; a diseños geotécnicos e hidráulicos inadecuados, al uso inadecuado o escaso de nuevas tecnologías y a la repetición en un proyecto de soluciones planteadas para otro, sin investigaciones, análisis y diseños que respalden esta práctica.

Restricciones geológico-geotécnicas de proyectos viales

El entorno donde se desarrolle un proyecto vial puede verse afectado por diferentes tipos de amenazas naturales, las cuales se asocian con restricciones geológico-geotécnicas para un proyecto. Siendo los proyectos viales proyectos lineales, en la mayoría de los casos de gran longitud, es normal que el trazado de una ruta se vea influenciado por múltiples amenazas, pudiendo identificarse una o más para un mismo tramo.

Entre las principales restricciones geológico-geotécnicas que afectan los proyectos viales están:

- Subsistencia: la cual se refleja como hundimientos generalizados del terreno y puede ser producida por la extracción de agua subterránea, presencia de cavernas, sismicidad o fallas geológicas.
- Hundimientos: por fallas geológicas en caso de sismo.
- Asentamientos: por consolidación de zonas de relleno, terraplenes y accesos a puentes.
- Baja capacidad de soporte del suelo de cimentación: pudiendo afectar las estructuras de los pavimentos, terraplenes, accesos a puentes y la cimentación de muros.

- Deslizamientos de tierra: causados por formaciones susceptibles a movimientos, mal manejo de aguas de escorrentía y subterránea, excavaciones, rellenos mal compactados, sismos, entre otros.
- Caídos de roca.
- Suelos expansivos: que se reflejan con un movimiento lento y continuo de la estructura del pavimento a lo largo de ciclos de secado y humedecimiento de las arcillas expansivas.
- Suelos colapsables: los cuales sufren de asentamientos muy rápidos al saturarse.
- Karsticidad: producto de la presencia de cavernas por disolución de rocas calcáreas que se ubiquen debajo de la ruta.
- Inundaciones.
- Erosión eólica e hidráulica: la cual puede presentarse en forma laminar o en surcos, que si no se tratan pueden resultar en cárcavas.
- Sismicidad y efectos asociados en el terreno: como la licuación.
- Avalanchas de lodos y detritus.
- Tsunamis y volcanismo.

De acuerdo a Vargas (2010), a nivel nacional algunas de las principales restricciones asociadas a las rutas de montaña son los deslizamientos, flujos de lodo, la colapsabilidad e inestabilidad de

suelos y la caída de rocas. Para las rutas de planicie, algunas de las restricciones que las pueden afectar son las inundaciones, la erosión y socavación, la compresibilidad y expansividad de suelos, la licuación y los flujos de lodo.

La mayoría de estas restricciones, si son identificadas a tiempo, pueden ser manejadas realizando diseños viales que las tomen en consideración desde las etapas iniciales, con el fin de evitar en etapas finales del proyecto (construcción u operación) la necesidad de atender problemas que pudieron haberse evitado desde un principio.

Importancia de la investigación geológico-geotécnica en proyectos viales

Para disminuir el impacto que las restricciones geológico-geotécnicas puedan tener sobre un proyecto vial es importante realizar una investigación geológica y geotécnica de calidad, adecuada y suficiente, que permita detectar el tipo de

Fotografía 2

Sección de corte en la Ruta Nacional 27. (LanammeUCR, 2010).



amenaza a la cual está expuesto el corredor vial, determinar su probabilidad de ocurrencia y determinar la magnitud de su impacto sobre el proyecto. Una vez realizadas estas tareas, se deben analizar las alternativas para el manejo de estas amenazas y diseñar las obras requeridas.

Se debe determinar, entonces, la recurrencia de estos eventos, si se trata de eventos aislados, de eventos continuos o de ocurrencia periódica, la posibilidad de predecir los eventos y la criticidad de los mismos para, a partir de esta información, poder determinar la investigación geológico-geotécnica que debe realizarse.

Es importante realizar una investigación adecuada y suficiente, que permita determinar todos los parámetros que se requieran para las etapas de diseño, construcción y operación del proyecto. La falta de información sobre el subsuelo, así como la información defectuosa resultan en proyectos con costos mayores, siendo por lo tanto razonable y necesario invertir los recursos suficientes, en las etapas iniciales, en investigaciones del subsuelo, que redundarán en diseños optimizados económica y técnicamente.

Conclusiones

El diseño y construcción de caminos y carreteras debe basarse no solamente en aspectos geométricos y de trazado topográfico, sino ser complementado con aportes de la geotecnia que permitan, desde las etapas iniciales del proyecto, identificar las amenazas geológicas y climáticas que afectan el corredor y presentar soluciones a los posibles problemas.

Para esto, debe haber un proceso de interacción entre el diseñador de la vía y geólogos e ingenieros geotecnistas, de tal modo que una vez se consideren las recomendaciones geotécnicas, se replanteen los problemas identificados y se busquen conjuntamente nuevas soluciones, para obtener así un diseño integral.

Costa Rica carece de suficientes ingenieros especializados en diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de proyectos viales, sobre todo de ingenieros geotécnicos viales. Eso se refleja muchas veces en la ineficacia de las obras geotécnicas y un bajo nivel de servicio de la infraestructura vial nacional. Es por esto que se debe motivar a los profesionales a especializarse en áreas relacionadas al desarrollo de la infraestructura vial, la geotecnia vial no debe ser la excepción.

Bibliografía:

- 1 Keller, G., Bauer, G. & Aldana, M. (1995). Caminos rurales con impactos mínimos. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Agencia para el Desarrollo Internacional de los EEUU, Misión Guatemala; Servicio Forestal del Departamento de Agricultura, Oficina Internacional, Programa de Bosques Tropicales del Gobierno de los EEUU; Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, Dirección General de Caminos, Programa de Caminos Rurales, Componente de Conservación del Medio Ambiente, Guatemala.
2. Suárez, J. (sin fecha). Limitaciones geológicas en las vías terrestres. Bogotá, Colombia: el autor.
3. Suárez, J. (sin fecha.b). Pecados capitales en la práctica de la geotecnia de vías. Bogotá, Colombia: el autor.
4. Vargas, W. (2010). Notas del curso Geotecnia Vial 1. Capacitación interna LanammeUCR. San José, Costa Rica: LanammeUCR.

Prácticas erróneas de diseño y construcción de obras geotécnicas en proyectos viales [adaptado de Suárez (sin fecha.b)]

- La construcción de proyectos sin haber expropiado los terrenos necesarios, lo que limita en ocasiones el poder eludir zonas con restricciones geológicas, la conformación de taludes según el diseño realizado y la posibilidad de construir las obras de estabilización necesarias.
- No realizar los estudios geológico-geotécnicos necesarios para el diseño por falta de tiempo y/o presupuesto, lo que muchas veces repercute en soluciones planteadas "a ojo", que posteriormente pueden afectar el adecuado funcionamiento de las obras construidas con esos materiales o sobre ellos, a un costo mayor.
- La realización de diseños de proyectos viales obviando el aporte de la geotecnia vial. En la mayoría de los casos los diseños viales se rigen por las condiciones topográficas. La geotecnia se utiliza muy poco para definir los lineamientos y detalles de diseño, requiriendo su participación en las etapas de construcción u operación para atender emergencias.
- La construcción de todos los taludes con pendientes estándar. Muchas veces los estudios geológico-geotécnicos son inadecuados, deficientes o escasos, por lo que no permiten realizar un diseño específico para los taludes. Como resultado, se obtienen taludes inestables, produciendo deslizamientos durante la construcción y vida útil de la vía, especialmente en los primeros años.
- La utilización materiales de préstamo sin investigarlos, aceptando su uso solamente por aspectos económicos sin conocer sus propiedades geomecánicas.
- El no cumplir con las "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-77".
- La colocación de alcantarillas dentro del relleno, los cuales a desplazarse o asentarse rompen la alcantarilla, provocando infiltración en la masa de suelo. Se debe normalizar la práctica de cimentar las alcantarillas sobre el suelo natural.

Programa de Ingeniería de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Coordinador General:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, MSc, Candidato a PhD,

Unidades:

Unidad de Auditoría Técnica

Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

Unidad de Investigación

Coordinador: Ing. Fabián Elizondo

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Coordinador: Ing. Roy Barrantes

Unidad de Gestión Municipal

Coordinador: Ing. Marcos Rodríguez, MSc.

Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Coordinador: Ing. Marcos Rodríguez, MSc.

Unidad de Desarrollo de Especificaciones Técnicas

Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

Unidad de Puentes

Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.

Ing. Guillermo Santana, PhD.