



GRAVAS COLAPSABLES

NÚMERO - 7
Enero-Abril . 2003

EDITORIAL.

Los suelos gruesos como las gravas especiales vienen siendo estudiados e investigados en el Mundo por sus efectos y casos de fallas y colapsos de estructuras y cimentaciones de construcciones. En el Boletín N°-2, presentamos el tema de discusión sobre de licuación de gravas, en esta oportunidad lo hacemos con las gravas colapsables, que por primera vez (1980), el autor identifico y estudio, éste tipo de grava en el deslizamiento compuesto de la Irrigación La Cano en Vitor-Arequipa, Perú (Fotos.-1al 7)

En esa oportunidad origino muchos comentarios e incertidumbre de su existencia, la atención de los especialista fue de sorpresa y técnicamente nula , dado a su limitado conocimiento e información, pues se tenia referencias sólo para los suelos finos, donde existía abundante documentación.

Esperamos 15 años, para que se reconozca, la existencia de las gravas colapsables, y no era una ilusión del autor, pues se confirmaba en 1994, que por primera vez en la literatura técnica mundial Rollins, M.et al.(1994) dan a conocer de seis casos, publicados en el Journal of Geotechnical Engineering (March,1994, Vol, 20, N°3.) de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) que corresponde a los Estados Unidos en la zona de la Represa de Hawthorne-Nevada, La Planta de Cemento en Leamington-Utah, La Planta de tratamiento de agua en Stockton-Utah, La Residencia Colinas India en Provo-Utah, El Reservorio de Agua en Monroe-Utah y Residencias en las Colinas de Santa Catalina Tucson-Arizona; y posteriormente de tres casos más en 1995, de suelos de gravas colapsables en zonas áridas en: La expansión en Necev-Israel, Presa de Relave en Verdad o Consecuencias-Nuevo México y en el Edificio Comercial en la Ciudad de Cedar-Utah.

Como las nueve evidencia dadas anteriormente en el extranjero no fuera suficiente para los sorprendidos y críticos desinformados y no actualizados, asesore una tesis de Maestría sobre la Investigación del conglomerado Colapsables de "La Cano, Vitor-Arequipa, Perú. Siendo el M.Sc Ing° Erasmo Fernández Sixto el primer titulado en el Perú como maestro en Geotecnia de la F.I.C-UNI-1998.

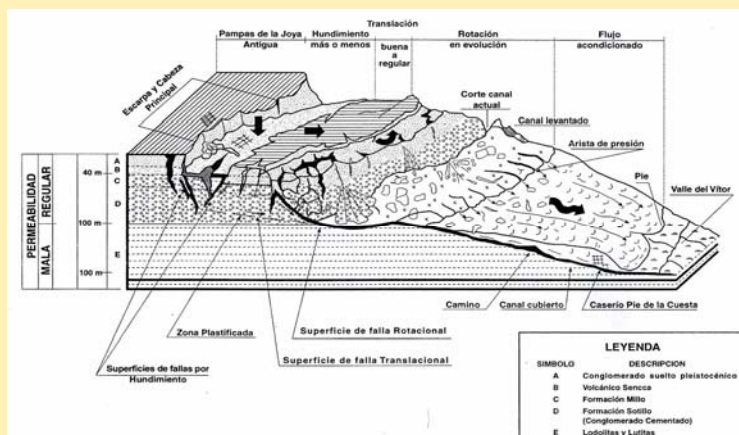


FIG-1

Deslizamiento Compuesto . Pie de la Cuesta,Arequipa -Perú. Martínez, A. - 1980

DIRECTOR:



PROFESOR EMÉRITO UNI.
ASESOR, CONSULTOR EN INGENIERIA GEOTECNICA
M.I.M.S.

DISEÑO / DIAGRAMACIÓN.

ALBERTO MARTÍNEZ JR.
EXGRESADO FIC.-UNI.

COLABORADOR.

ING. JOSE MARTÍNEZ DEL ROSARIO
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA.

RECTOR – U.N.I : ING° . ROBERTO MORALES

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DECANO : Dr. JAVIER PIQUE

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
Dr. CARLOS ZAVALA

JEFE POST-GRADO: Dr. JORGE ALVA

Calle 3, #853, La Florida Rímac.
Lima- Perú.

4 81 62 78.

a_martinez@terra.com.pe

Se autoriza su reproducción con fines docente, para otros usos debe solicitarse la autorización correspondiente. A.M.V.

GRAVAS

COLAPSABLES

ALBERTO MARTÍNEZ VARGAS

M.I. M.S. UNAM-MÉXICO

SUMARIO

Actualmente se acepta con menos resistencia que hace 20 años, a las gravas colapsables, aun falta comprender y analizar su comportamiento y analizar los resultados de pruebas y ensayos, que por tratarse de un suelo granular grueso, siempre ha tenido dificultades prácticas y teóricas, que requieren de aparatos especiales y grandes que los convencionales de suelos finos, poco común en nuestro medio, a pesar de ello hemos intentado algunos ensayos con los equipos disponibles, basado en el criterio y enfoque del comportamiento de la matriz que en última instancia es la respuesta del conjunto grava + matriz, donde los finos son una parte de suelos especiales en su composición (sales y sulfatos solubles en agua); la clave que presumimos esta en el comportamiento de transición del paso de plasticidad a viscosidad brusca que produce el colapso y que el material grueso fluya dentro de la masa afectada.

En zonas áridas como la costa peruana de más 2000 Km, sus efecto por la humedad son escasos, solo con las irrigaciones o por lluvias esporádicas como el Niño éstas áreas ocupadas por ciudades, pueblos, asentamientos humanos y obras están expuestos altísima vulnerabilidad y son amenazas no previstas.

En Perú (Tabla-1) como:

El Norte existen y se le conoce como "Yapato" de color blanco característico, es curioso en algunos casos, han dado resultado positivo en la estabilidad de las bases y afirmado en los caminos y calles, esto es sólo valido si se mantiene la aridez, que es casi imposible por la acción natural y antrópica.

En Moquegua en los canales de la Irrigación del Proyecto Pasto Grande, la presencia de fracturas y filtraciones en el canal fueron detectadas después de construido el canal sobre gravas colapsables, por estudios básicos deficientes, y un diseño mal concebido como solución con geomembrana han originando problemas con litigios legales.

En las laderas de los cerros de la ciudad de Moquegua se les llama "Moro moro", la viviendas y reservorios han dado la alerta de inestabilidad de taludes puede llegar a ser crítica.

APORTE

DEL AUTOR:

- Los resultados de los estudios de Rollis et al confirma lo encontrado por el autor en la matriz del conglomerado de la Cano (Foto-5), dado en el cuadro siguiente.

	Rollis et al,1993	Martínez A,1980
MATRIZ %	40 a 65	50 (arena gruesa)
FINOS %	30 a 30	10 (CO ₃ Ca, ClNa y SO ⁻⁴)

- Con 5% de agua el conglomerado de la Cano falla por su peso propio, en la tesis (Ref- 7), se ratifica la hipótesis planteada en 1980.
- Demostó que la relación de vacíos es muy baja del orden de 0.3, el tesista encontró 0.1, esto permite establecer que no es cierto que los suelos colapsables son siempre de gran porosidad como se conoce en los suelos finos.
- De un modo práctico observó en el laboratorio que el tiempo que se produce el colapso completo en la matriz y por lo tanto del conglomerado es de 1 hora , 45minutos y 7 segundos.
- Establece, que si la porosidad (e) del suelo grueso en las gravas es igual o menor al volumen del suelo colapsable que constituye la matriz, no hay colapso de la grava pues la resistencia al cortante será la fricción entre las gravas. Por el contrario si las gravas se encuentran incluidos en la matriz colapsable es decir están flotando o su volúmenes es mayor que el de la porosidad de la grava entonces se produce el colapso del conglomerado.

TABLA-1
ESTUDIOS DE GRAVAS COLAPSABLES EN EL PERÚ. MARTÍNEZ (1976-2001)

LUGAR	CARACTERISTICAS	REFERENCIAS
Pimentel - Chiclayo	Gravas con matriz de sulfatos Muy compactas pero fáciles de excavar por estar humedad	Cimentaciones Neumáticos Andinos S. A. A.M.V – LAGESA. 1976, y libro de Geotecnia pag-127. 1990.
Pampas La Joya - Arequipa	Gravas angulosas con matriz de sales, sulfatos y carbonatos semi sueltas	Presa las Mellizas y La Colina "Misti de la Joya" 1978.
Valle Vitor - Arequipa	Gravas sub a redondeada, con matriz de carbonatos coloidales y sulfatos	Irrigación La Cano-Canales Ref-2. 1980.
Ventanilla -Callao	Gravas angulosas arenosas con sales. Fallas en la cimentación de viviendas e instalaciones de agua y desagüe.	Complejo Habitacional Antonio Moreno Cáceres.(Ningún estudio detecto los suelos colapsables –1984).
Laderas de la ciudad de Moquegua	Gravas angulosas con matriz arenosa arcillosa con sales y sulfatos. Medianamente densas	Cimentación de un reservorio de 1000m ³ en los cerros de A.H Mariscal Nieto-Moquegua, A.M.V- CISMID. 1995.
Río Tambo , margen izquierda	Gravas sub a redondeadas, cantos de andesitas, basaltos granodioritas con matriz de sales y	Vulnerabilidad de pueblos rurales en Cuelgua-Villa el Carmen- PREDES.2001.

Cuatro fotos 1 al 7.



FOTO - 1



FOTO - 2

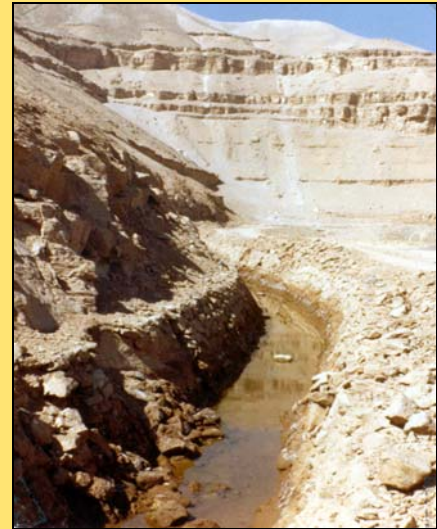


FOTO-3

LO RESCATABLE DE LA TESIS(Ref-7)

- En el curso de Problemas Especiales en Geotecnia, se analizó el deslizamiento de la Cano (Fotos-1 y 2), el alumno Fernández 1996, se interesó en el tema al encontrar un artículo de Collis et al 1994, que lo motivo a solicitar su tema de tesis sobre las gravas colapsables de Vitor-Arequipa, poniendo a su disposición toda la información del caso, así como investigar la presunción que el problema era de suelos expansivos y presencias de sales y no colapsables (Foto-4).
- En el campo se identificó y comprobó la existencia de la grava colapsable (Fotos-5,6y7), que originó el deslizamiento compuesto de la Cano, sustentada en el IV-CONIC. Chiclayo-1982.
- Fue necesario consultar la información disponible sobre suelos finos colapsables (ver referencias), con el propósito de comprender mejor la matriz de las gravas donde es una fracción y analizar el enfoque de su comportamiento en las gravas colapsables.
- Efectuó una serie de ensayos y pruebas de laboratorio dentro de las limitaciones del caso admitiendo que sus resultados eran suficientes para obtener los valores índices y parámetros que permitieran establecer comparaciones con los resultados obtenidos por Collis et al .
- Analizó los trabajos de Collis et al, y los 9 casos ocurridos en el mundo e incluyó el de La Cano de Vitor-Arequipa del Perú.(dentro de los casos que conocidos en la literatura técnica Tabla- 1).
- Estudio 5 muestras. Cuyas características y propiedades físicas y mecánicas se dan en la (Ref-7).
- Clasificó al conglomerado con la corrección por gravas mayor que 3" como un (GP-GM) + Bo.
- Comprobó en las tres muestras M1, M2 y M3 que su granulometría caían dentro del rango de las 9 casos reportado por Collis et al, (Fig-7.01, Ref-7).



FOTO-4

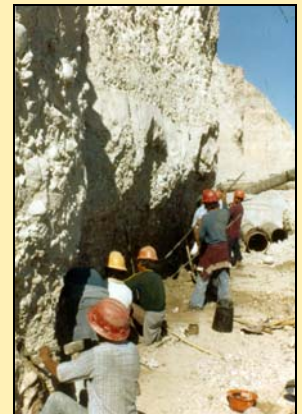


FOTO-5



FOTO-6



FOTO-7

CONCLUSIONES**Sobre las gravas colapsables de Vitor-Arequipa. Perú.**

1. Presentan pesos volumétricos y específicos altos y densos, diferencia principal con suelos finos livianos de alta porosidad.
2. Presentan humedades bajas $< 2\%$, y en los casos estudiados en el mundo oscilan entre 3 a 10%.
3. El colapso se produce con el 5% de humedad.
4. La relación de vacíos es pequeña y por lo tanto el colapso no es dependiente de la relación de vacíos.
5. Se le puede clasificar según SUCS con la corrección del Profesor Martínez como una grava pobremente graduada con bolonería como un (GP-GM)+Bo.
6. En promedio tiene 16% de partículas mayores de 3" y 84% menores de 3".
7. Generalmente se comete un error cuando no se considera el material mayor de 3". Que muchas Normas lo propician sobre todo en pavimentos y se ha extendido en las cimentaciones.
8. En (6), el 84% de la fracción $< 3"$, corresponde 52% de gravas, 40% de arenas y 10% de limo y arcilla (incluyen la sales y sulfatos solubles).
9. La granulometría en las gravas colapsable es una forma práctica para su identificación, pues los rangos encontrados en el mundo es de 6 a 30% de finos y de 40 a 60% de fracción gruesa, nuestras gravas colapsables están dentro estas proporciones.
10. Estos avances en el futuro deberán mejorarse con mayor investigación, que las Universidades deben propiciar y buscar su financiación, difusión de los resultados obtenidos y sus aplicaciones prácticas para resolver los problemas existentes aun pendientes.

RECOMENDACIONES

1. Revisar y efectuar un análisis crítico de las referencias dadas en la bibliografía, principalmente las indicadas en (2,5,6 y 7).
2. Será necesario actualizar los criterios y términos usados en ingeniería geotécnica sobre los suelos colapsables e incluir a las gravas colapsables.
3. Reglas prácticas de identificación de una grava colapsable son:
 - Analizar su granulometría y el aporte de los finos de la matriz.
 - Determinar la composición de la matriz usando pruebas prácticas como la del grumo; en el laboratorio observar una muestra dentro del agua, si se forma una nube de partículas coloidales alrededor de la muestra el suelo es colapsable, y en el campo por las manifestaciones típicas de las sales y sulfatos, por ser solubles, sabor, manchas blancas, retención de humedad en los suelos finos, y deslizamientos violentos por humedecimiento, etc permite determinar cualitativamente su presencia..

PREGUNTAS BASE DE DISCUSIÓN**GRAVAS COLAPSABLES**

1. **¿Porque se produce el colapso en la grava de Vitor-Perú si es muy densa y su porosidad es muy reducida ?**
2. **¿En que caso, a pesar de ser la matriz de un suelo fino y colapsable no falla la grava ?**
3. **¿ Qué métodos o intentos conoce, para prever los problemas en cimentaciones sobre o dentro de gravas colapsables?**
4. **¿ Como llamaría a una grava cuya matriz esta constituida por arenas finas cementadas con CNa y en que condiciones no fallaría ?**
5. **¿Porqué es mas frecuente los depósitos de gravas colapsables en el área de influencia de las zonas volcánicas?**
6. **¿Existe relación geológica y/o geomorfológica con el terciario y pleistoceno del cuaternario?**

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez, A. (1971). Análisis del Esfuerzo Cortante Enfoque Físico-Químico de la resistencia de los Suelos. Publicación . L.g.ga-43 FIC-UNI. Lima - Perú.
2. Martínez, A.(1980), Deslizamiento Compuesto del Pie de la Cuesta. Irrigación. La Cano. Vitor - Arequipa. Perú." F.I.C - U.N.I. y L.g.ga -100 (1981). IV-CONIN - Clichayo.
3. Rollins, M. et al. (1991). Discussion of Sample Disturbance of Cemented Collapsible Soils. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 117(10), 1856-1859.
4. Redolfi, E. (1993). Comportamiento de Pilotes en suelos colapsables. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura-Madrid España.
5. Rollins, M, et al .(1995). Identification and Characterization of Collapsible Gravels. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 120(3),528-542.
6. Rollins , M, et al . (1995). Closure of Identification and characterization of Collapsible Gravels. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, (121(6),511-512.
7. Fernández, E (1997). Investigación del Conglomerado Colapsable de "La Cano, Vitor-Arequipa". Tesis de Maestría. FIC—UNI Lima-Perú.

Nota : Todos los derechos están reservado por el autor, solo puede usarse en la docencia y en cualquier otro fin con su autorización.