

BOLETÍN-7

SUMARIO

En el Estudio de Mecánica de Suelos para Cimentaciones de Neumáticos Andino en Pimentel – Chiclayo. Perú , por primera vez el autor encuentra gravas con matriz de sales y sulfatos, indicando su influencia en los cimientos de la zona; en la década del 80 describe las gravas colapsables en el estudio del deslizamiento compuesto del Pie de la Cuesta en la irrigación La Cano Arequipa –Perú, (Fotos 1 al 4) y otros dados en la Tabla-1, éstos aportes son relevante por no existir casos similares, ni referencias a nivel Local y Mundial a 1982 que se presentó en el IV- CONIC- Chiclayo, y recién en E.E.U.U Rollins M et al (1994) reportan seis casos en el sur este árido, y en 1995 los mismos autores dan a conocer tres casos más de experiencias en Negev-Israel, Nuevo México y Cedar City-Utah Tabla-2

En nuestro medio técnico se tenía un criterio equivocado al considerar, que sólo en suelos finos se presenta el problema de colapsabilidad, y no en las gravas, ignorancia por falta observación de los elementos que producen el problema y un análisis del comportamiento de la matriz para comprender, que sí, se presenta la condición de gravas colapsables, además de licuables y dispersivas, actualmente enseñamos en la cátedra de Problemas Especiales de Geotecnia en el Postgrado de la F.I.C-UNI, donde asesoramos y dirigimos una tesis sobre Investigación del conglomerado colapsable de la Cano, Vitor-Arequipa. Perú, cuyos resultados confirman la clasificación de este suelo como (GP-GM) + Bo, la hipótesis que con 5% de humedad la grava colapsa por su propio peso, y la importancia que tiene la matriz, así como los porcentajes de los contenidos de gravas y finos encontrados en (1980) están dentro de los rangos encontrados por Rollins et al (1994-95), en los nueve casos estudiados.

GRAVAS COLAPSABLES

NO SÓLO LOS SUELOS FINOS SE COLAPSAN, SINO TAMBIÉN LAS GRAVAS.

ACTUALMENTE

- La resistencia por aceptar la existencia de conglomerado de gravas colapsables es menor, pero falta comprender su comportamiento por estar fuera de lo convencional. .
- El comportamiento depende de su matriz en el contenido y tipo del cementante, en sales y sulfatos solubles, que se encuentran en los sedimentos que han sido arrastrado de los productos volcánicos en Sur del Perú y Chile .
- Los suelos de gravas colapsables en el pasado fueron poco conocidos por presentarse en zonas áridas donde el agua es escasa o no existe como en los desiertos de la costas del Perú.

**TABLA-1
EN EL PERÚ (1976-1995)**

UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	REFERENCIAS
1.- Pimentel- Chiclayo	Grava con matriz de sulfatos.	Cimentación Neumáticos Andino S.A. -Lagesa. A. Martínez (1976).
2.-Pampas La Joya-Arequipa.	Grava angulosa con matriz carbonatos , sales y sulfatos	Aeropuerto La Joya Presa reguladora las Mellisas. La Colina “ Misti de la Joya”.
3.- Valle de Vitor-Arequipa.	Grava con matriz de carbonatos y sulfatos. Deslizamiento Compuesto Pie de la cuesta. } Colapso con $\geq 5\%$ de humedad	Irrigación la Cano-Vitor. IV-CONIC-1982-Chiclayo. A. Martínez (1980).
4.- Ventanilla-Callao.	Gravas angulosas arenosas con sales solubles. Fallas en cimentaciones de viviendas, instalaciones de agua y desague, etc.	Cimentaciones del complejo habitacional Antonio M de Cáceres. Conferencia USMP-EIC. A. Martínez-(1984) Varios estudios no determinaron Los gravas colapsables.
5.- Ciudad de Piura	Cerro Gallinazo gravas con matriz arenosa con sulfatos de color blanco conocida como Llapato.	Usada como afirmado en la pavimentación Avenida Grau. A. Martínez (1984-85).
6.- Ciudad de Moquegua	Gravas angulosas de matriz arenosas con sales y sulfatos. Se le llama Moro-moro.	Cerros del A.H Mariscal Nieto. Cimentación del reservorio 1000m ³ ESAMO-CISMID A. Martínez (1995).

**TABLA-2
GRAVAS COLAPSABLES
INTERNACIONAL (1983-1995)**

UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	REFERENCIAS
1..- NEGEV - ISRAEL (Sur)	Fallas en cimentación: Edificios, Residencias comerciales, industriales. Suelos gravosos-limosos (GM-SM).	WISEMAN Y LALIE (1983)
2.- E.E.U.U .(Zona árida)	Fallas en seis Presas Caso históricos. Gravas con finos 10 a 20%	DAY R.W, (1990). Referido por ROLLINS et al (1994).
3.-NUEVOMÉXICO-CEDAR. UTAH-E.E.U.U.	Falla de tres Presas Suelo (GC-GM) con 20% de finos	ROLLIS et al (1995).

ANTECEDENTES

Nuestra experiencia en el sur del Perú, son antecedentes de la existencia de gravas colapsables, que si bien no se reportaron como tales, por considerar de mayor importancia el problema de la filtraciones y disolución del agua en los suelos cementados con sales y sulfatos, en busca de una solución, que en algunos casos se consiguió remplazando por material no soluble, como en el caso de la construcción del aeropuerto de la Joya, donde se detectaron perdidas de agua por filtración en los depósitos construidos para los trabajos de construcción; en la misma zona en las Pampas de la Joya existían problemas en las obras de irrigación en los reservorios de distribución llamados las Mellizas cerca de la planta lechera Cloría, que durante su prueba de llenado sufrió fuertes filtraciones suspendiendo el llenado, en la inspección de las filtraciones encontraron que era en gravas angulosas arenosas y se le atribuida a la presencia de las sales y caliche que predominan en la matriz existen, es otro caso del juicio y enfoque con criterio equivocado al considerar el problema por filtraciones en suelos finos y no de suelos gruesos de las gravas angulosas colapsables.

El caso del Pie de la Cuesta en Arequipa en el estudio del deslizamiento compuesto (Fig-1 y 2) que arrasó un tramo de 500m del canal, y sepulto un caserío, permitieron dar la alerta sobre la presencia de gravas colapsables, un problema con pocas alternativas de solución, donde los ingenieros habían efectuado diferentes formas y ensayos sin encontrar una solución, por lo que los colonos han intentado varias soluciones provisionales como el uso de cilindros soldados , y últimamente uso de plásticos logrando el paso temporal del agua a sus parcelas.

Los aportes de la investigación de la gravas colapsable de Arequipa han adquirido mayor importancia por los estudios de Rollins et al (1994 y 95) y por los resultados de verificación de la tesis de Fernández (1997) en los siguientes puntos:

- **En la composición :**
50% de gravas más boleos, de diferentes rocas, ígneas, volcánicas y metamórficas con diámetros que varían de ¼” a 1”y algunos boleos.
40% de matriz, como cementante formado por carbonatos, sulfatos y sales solubles y un
10% de la fracción fina de arcillas.
- Por su granulometría su **clasificación** según SUCS modificado por Martínez (1983) es de (GP-GM)+Bo.
- **La Matriz** resulta el elemento más importante que regula su comportamiento en la colapsabilidad.
- **El 5% ω , por humedecimiento** colapsa las gravas por su propio peso.
- **La prueba de diagnóstico** en el Laboratorio de geología y geomorfología Aplicada de FIC-UNI (L.g.g.a), es un testimonio del esfuerzo que se hacia en la investigación sin ayuda. Se observo que el suelo de la matriz dentro del agua destilada se disgregaba en trozos pequeños con fracturas en la masa, que se inició a los 5 minutos y a los 30 minutos eran más pequeños, después de una hora se nota el colapso lateral y superficial, finalmente no se noto cambios después de una hora 45minutos y 7 segundos de observación.

Rollins M et al (1994) . Propone una metodología para la identificación y caracterización de las gravas colapsables, basado en la granulometría, debido a las dificultades de la obtención de muestras inalterables y ensayos edométricos con muestras relativamente grandes.

- Establece relaciones entre el potencial de colapso y el porcentaje de arcillas, enfatizando que para contenidos de arcilla (finos) encima de un valor óptimo (es un valor bajo) el potencial de colapso disminuye, debido a que predomina el comportamiento expansivo.
- Para los seis casos estudiados por los autores extranjeros, el porcentaje de finos se encuentra entre el 10% y 28% lo que facilita la formación de las fuerzas de succión por capilaridad.
- Luego de un análisis más detenido recomiendan que el contenido de finos debe estar entre 6% y 30%, que permite por un lado desarrollar una estructura meta estable con fuerzas capilares y por otro lado evitar que aparezcan las fuerzas expansivas, agregando que estos datos son insuficientes para una generalización. En la Tabla-3 se dan más datos de comparación que resultan de interés en futuras investigaciones.

TABLA-3

AUTOR (s) AÑO	TIPO DE SUELO (SUCS)	COMPOSICIÓN (%)			OBSERVACIÓN
		GRUESOS	MATRIZ	FINOS	
Martínez (1980)-Perú	(GP-GM) +Bo	50	40	10	1 caso, Incluye en gruesos Boleos
Rollnis et al (1994)-E.E.U.U	GM,(GC-GM)	43-55	-	10-28 6-30	6 Casos. Succión capilar Estructura Meta estable
Rollnis et al (1995), Israel, Nuevo México y Utah	GM GP,GS GC-GM	40-65 60-70	- -	15 6 20	Contacto físico de gravas disminuye el potencial de colapsabilidad
Fernández E, (1997)- Perú	(GP-GM)	59.76	40.09	-	Tesis de Maestría F.I.C-UNI

REFERENCIAS

- 1.- Martínez ,A .(1976) . Estudio de Mecánica de Suelos para Cimentaciones de Neumáticos Andino Pimentel –Chiclayo-Perú. Lagesa.
- 2.-Martínez, A.(1982). Deslizamiento Compuesto del Pie de la Cuesta-La Cano-Vitor-Arequipa. IV- CONIC-Chiclayo, Perú .
- 3.- Martínez ,A.(1986) La Presa del Frayle un caso histórico que merece reflexión. Memorias del VI-CONIC-Cajamarca, Perú.
- 4.- Redolfi, E. (1993). Comportamiento de Pilotes en suelos Colapsables. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura-Madrid-España.
- 5- Martínez , A. (1995). Suelos Aluvionales Granulares del Perú. X Congreso Panamericano de Mecánica de suelos e Ingeniería de Fundaciones, Monterrey-México.
- 6.- Rollins, M et al. (1994). Identification and Characterization of Collapsible Gravels. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 120 (3), 528-542.
- 7.- Rollins, M et al. (1995). Closure of Identification and Characterization of Collapsible Gravels. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE,121 (6),511-512.
- 8.- Martínez, A.(1997). Licuación en suelos gravosos. XI-CONIC Trujillo-Perú.