

UN SUELO ALUVIAL COLAPSABLE EN ALICANTE ⁽¹⁾

MANUEL ROMANA RUIZ (*)

RESUMEN. Un suelo aluvial, cerca de Alicante, en la costa mediterránea, presenta un comportamiento colapsable, similar al de loess. Tanto los ensayos de laboratorio, como la historia de las construcciones locales, confirma la existencia de asentamientos de colapso que pueden producir daños importantes a los edificios. Esta comunicación presenta algunos datos sobre este suelo, y discute brevemente la importancia del grado de saturación.

ABSTRACT. Alluvial ground, near Alicante, on the Mediterranean coast, shows collapsible behaviour, similar to that of loess. In both, laboratory tests and the history of local constructions, there is evidence of the presence of areas of collapse that can cause considerable damage to buildings. This paper provides some of the data concerning this ground and briefly discusses the importance of the degree of saturation.

En la costa mediterránea española, muy cerca de la ciudad de Alicante, el río Seco origina un gran abanico aluvial, junto al mar.

El abanico aluvial está cartografiado como un depósito Cuaternario, y limita con una serie de pequeñas colinas de origen Terciario, formadas por calizas y areniscas calcáreas, parcialmente erosionadas, sobre un estrato de margas yesíferas (figura 1).

La formación de suelo es prácticamente horizontal y su potencia varía de 0 a 15 m. El nivel freático está en la base de la formación, en una capa de gravas que yace inmediatamente sobre las margas. El clima es muy seco (alrededor de 250 litros por metro cuadrado de lluvia anual) con un largo verano.

El suelo es limo arenoso con algunas intercalaciones de gravas orientadas horizontalmente, y discontinuas. La tabla 1 muestra las propiedades geotécnicas medias de algunas muestras —en bloque— tomadas en tres emplazamientos diferentes, a profundidades de 0 a 6 m. Las muestras presentan asentamientos de colapso.

En varias partes de la zona se empezó a urbanizar alrededor de 1965. Las cimentaciones fueron superficiales, ya que el suelo afloraba seco y com-

Peso específico de las partículas	γ_s	26.5-27.1 kN/m ³
Peso específico aparente seco	γ_d	14.5-15.5 kN/m ³
Límite líquido	w_L	23-29 %
Índice de plasticidad	I_p	6-11 %
Grado de saturación	S	20-30 %
Contenido de carbonatos		60 %
Resistencia a compresión simple	σ_c	0.3-1.6 MN/m ²
Cohesión efectiva	c'	10 kN/m ²
Ángulo de rozamiento efectivo	ϕ'	25°

TABLA 1. Propiedades geotécnicas medias de los suelos.

pacto. Más de 10 años después, cierto número de edificios se agrietó gradualmente, desarrollando asentamientos diferenciales de hasta un 1 %. En un caso fue necesaria una amplia operación de recalce y reparaciones, con la reconstrucción parcial de una torre de 15 pisos, y recalce de otras cuatro torres de 15 plantas y cinco edificios de 10 plantas. Las nuevas cimentaciones fueron realizadas mediante micropilotes y/o losas. Los sistemas de conducciones de agua y saneamiento fueron reconstruidos con medios especiales de drenaje. El caso no ha sido publicado a causa de la existencia de acciones legales y procedimientos judiciales que no han sido cerrados hasta fechas recientes.

Los ensayos de colapso se realizaron inundando muestras colocadas en un edómetro, con su hume-

(*) Licenciado de Geotecnia y Cimentos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.

(1) Comunicación presentada al IX Congreso Europeo de Mecánica del Suelo. Dubái (1984).

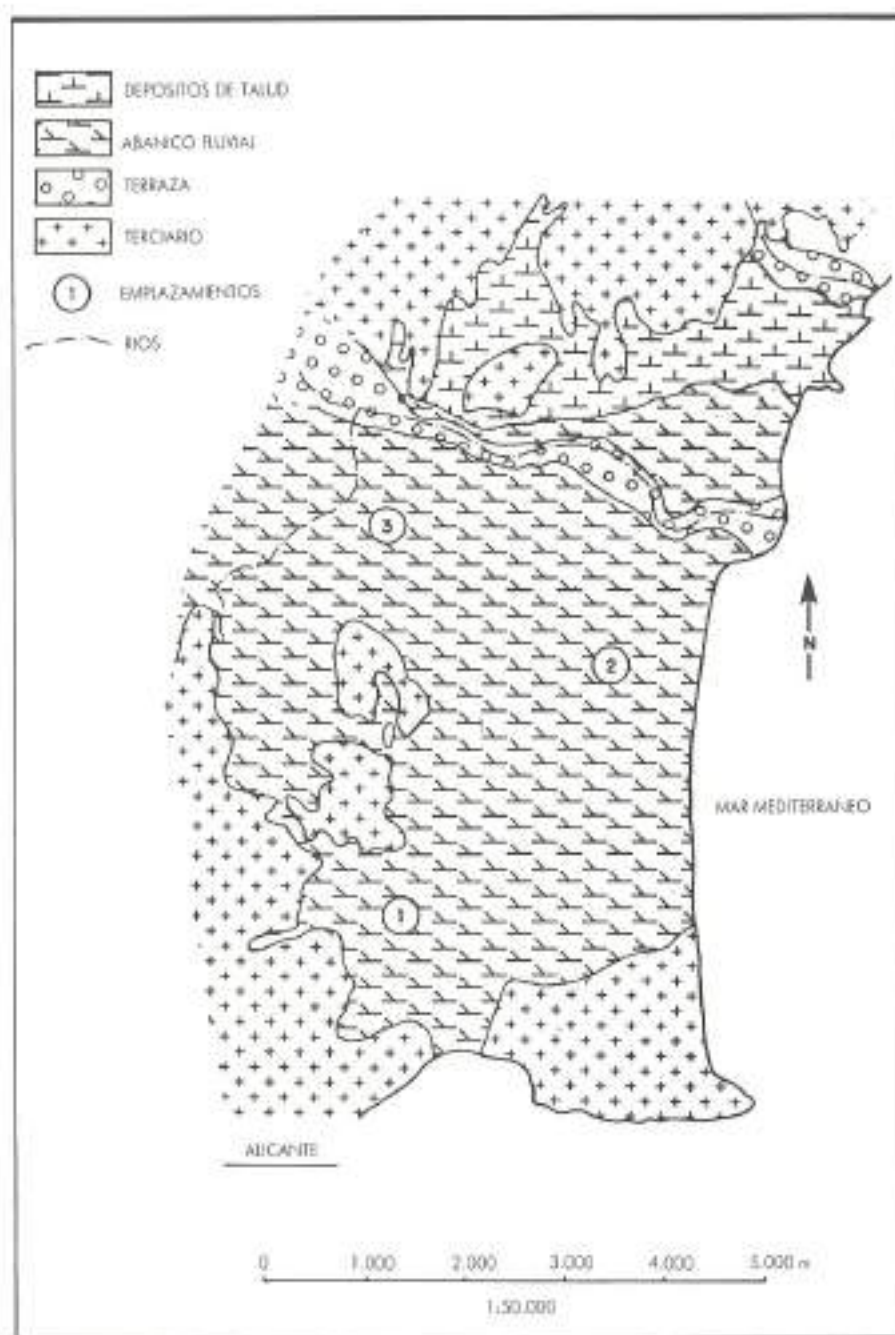


FIGURA 1. Esquema geológico.

dad natural, y previamente cargadas a diferentes niveles de tensión. Los asentamientos de colapso llegaron, en un caso, hasta un 15 % para las cargas admisibles de diseño de las cimentaciones originales. Se ensayaron también muestras de otros dos emplazamientos (figura 2).

No cabe duda del potencial de colapso de toda la llanura aluvial. Las tablas 2 y 3 muestran las

propiedades geotécnicas y los asentamientos de colapso de los suelos ensayados.

El examen «in situ» reveló muchos detalles similares a los del loess, tales como un peso específico seco muy ligero, un índice de poros superior al correspondiente al límite líquido, un alto contenido de carbonatos, taludes verticales, concreciones carbonatadas... Los criterios usuales de colapso en

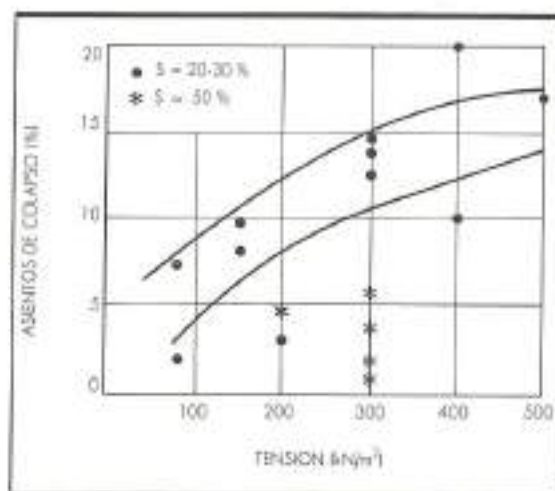


FIGURA 2. Asientos de colapso en ensayos empíricos.

suelos se cumplen (por ejemplo, véase el criterio de GIBBS, en la figura 3).

Pero los suelos no son de origen eólico. Por lo menos, algunos episodios fluviales han ocurrido durante su deposición. MORETTO ha encontrado

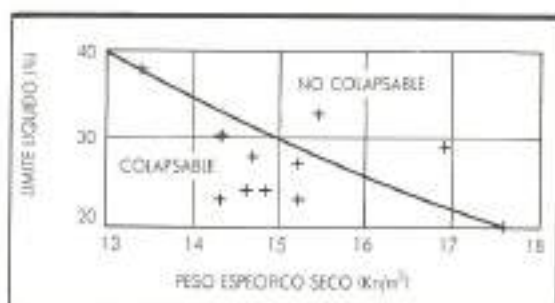


FIGURA 3. Criterio de Gibbs (1960) para $\gamma_s = \text{kN/m}^3$.

Sitio	Muestra	Espesor (m)	γ_s (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	W %	S %	W _L	W _p	I _p	GRANULOMETRÍA (%)				Carb. %
										μ_{10}	μ_{40}	μ_{200}	2 μ	
1	Z ₁	2.0	27.2	14.3	13/16	45	23	15	8	100	91	66	18	67
	Z ₂	3.0	27.2	14.6	9/11	30	24	17	7	100	94	72	15	76
	G ₁	4.0	27.3	14.8	6/8	20	24	14	10	100	96	72	24	76
	G ₂	6.5	27.3	15.2	4/7	20	23	17	6	99	92	64	16	90
2	S ₁₂	1.8	27.5	16.9	11.0	50	29	19	10	100	95	72	—	60
	S ₂₅	3.8	27.6	14.8	7.5	40	—	—	—	100	72	48	—	60
	C ₁	—	25.6	15.5	17	65	34	20	14	100	99	97	—	—
	C ₃	—	27.0	14.6	6	20	28	15	13	100	100	54	—	—
	C ₅	—	27.4	14.4	11	33	30	20	10	100	99	94	—	—
3	MB ₁	1.0	26.7	15.2	6.0	23	27	18	11	99	89	76	—	60
	MB ₂	1.0	27.1	13.4	18.0	47	38	18	20	100	99	96	—	60

TABLA 2. Propiedades geotécnicas de los suelos colapsables.

NOTAS: γ_s Peso específico de las partículas; γ_d Peso específico seco; W Humedad natural; S Grado de saturación; W_L Límite líquido; W_p Límite plástico; I_p Índice de plasticidad; Carb. Contenido de carbonatos (en peso).

Sitio	Muestra	Espesor (m)	γ_s (kN/m ³)	S %	ASIENTO DE COLAPSO AT*						
					80	(100)	150	(200)	300	(400)	500
1	Z ₁	2.0	14.3	45	—	—	—	—	5.3	—	—
	Z ₂	3.0	14.6	30	7.3	—	9.6	—	13.7	—	13.2
	G ₁	4.0	14.8	20	—	—	—	—	14.6	—	—
	G ₂	6.5	15.2	20	1.8	—	7.7	—	12.3	—	17.0
2	S ₁₂	1.8	16.9	50	—	—	—	—	1.4	—	—
	S ₂₅	3.8	14.8	40	—	—	—	—	3.6	—	—
	C ₁	5.2	15.4	65	—	(0.1)	—	4.2	—	—	—
	C ₃	4.0	14.6	20	—	(2.4)	—	(0.5)	—	(10.4)	—
	C ₅	5.0	14.4	33	—	(0.2)	—	(0.6)	—	(22.16)	—
3	MB ₁	1.0	15.2	23	—	—	—	(2.6)	—	—	—
	MB ₂	1.0	13.4	47	—	—	—	—	0.6	—	—

TABLA 3. Asiento de colapso en los suelos ensayados.

NOTAS: γ_s Peso específico seco; S Grado de saturación; Tensiones en (kN/m²); Asientos (en %).

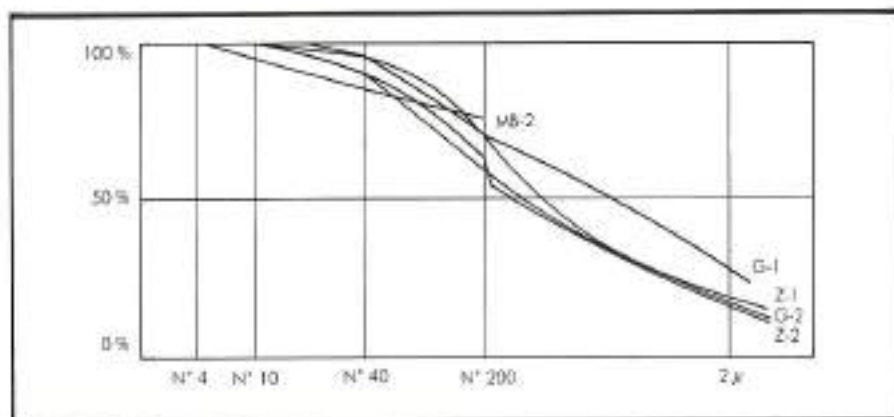


FIGURA 4. Granelería.

casos similares en Argentina. Se cree que estas condiciones no son excepcionales, y pueden ocurrir a lo largo de las costas mediterráneas y en otros lugares. Por lo tanto, es importante reconocer estos casos, con objeto de evitar riesgos para los edificios.

La figura 4 muestra las curvas granulométricas típicas, con un alto contenido de finos (alrededor del 70 % pasa por el tamiz ASTM 200) y de arcilla (15-25 % menor de 2 micras).

La figura 5 muestra el gráfico de CASAGRANDE. Todos los suelos colapsables entran en la clase CL, de arcillas de baja plasticidad.

La figura 6 muestra tres ensayos de colapso de muestras con diferentes grados de saturación:

- A. $S = 100\%$: No hay colapso.
- B. $S = 20-30\%$: Colapso importante.
- C. $S = - 50\%$: Colapso reducido.

Los resultados (véase la figura 2) parecen probar parcialmente el concepto de que es necesario un «grado de saturación» crítico para que pueda aparecer colapso. JENNINGS (1965), DUDLEY (1970), y LOPEZ CORRAL (1977) señalan que existe un grado de saturación por debajo del cual habrá colapso cuando el suelo es, simultáneamente, cargado e inundado.

Sin embargo, nuestros resultados apuntan que puede haber una variación completa de la colapsabilidad con el grado de saturación. Para suelos «cuasi-secos» (grado de saturación entre 25 y 30 %) el asiento de colapso es importante. Para suelos «semisaturados» (grado de saturación entre 50 y 60 %) pueden aparecer asientos de colapso, pero son menores.

En cualquier caso, los suelos estudiados encajan dentro de la categoría de «estructuralmente

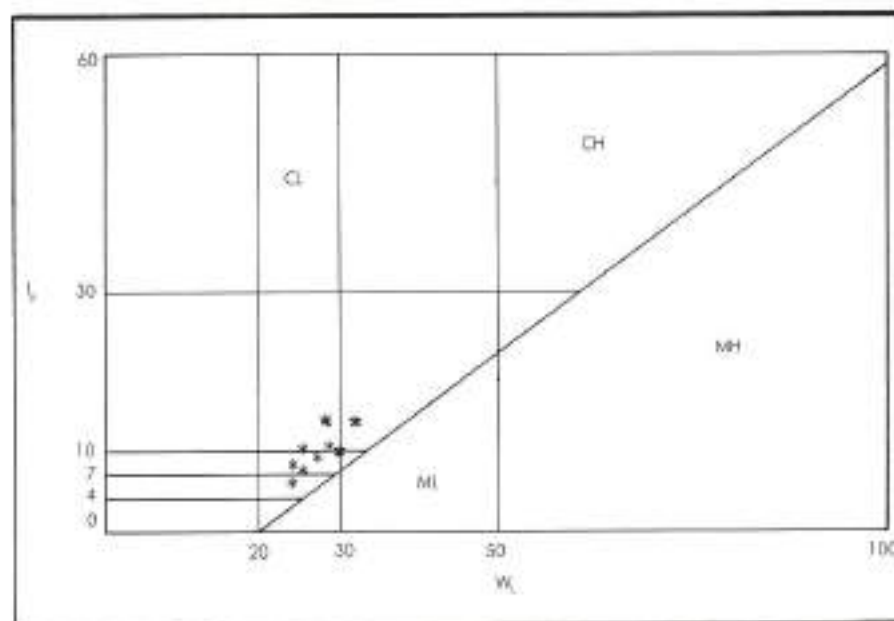


FIGURA 5. Gráfico de Casagrande.

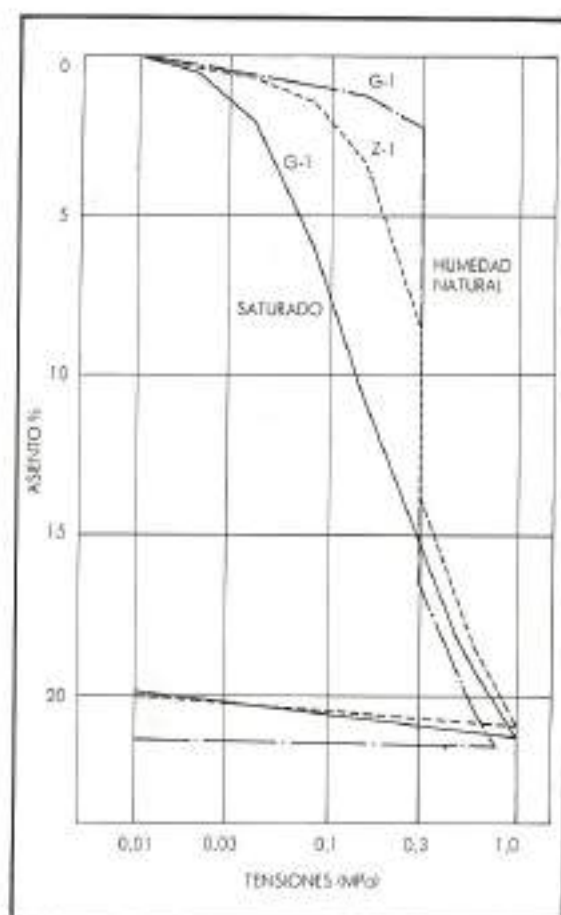


FIGURA 6. Algunos ensayos de colapso.

inestables» de AITCHINSON (1973). Un posible mecanismo de inestabilidad es la dispersión de los puentes arcillosos entre los granos calizos, como en el loess. Pero la actividad de las arcillas parece baja, según su posición en el gráfico de CASA-GRANDE. Posiblemente, el efecto dispersivo es debido a una concentración alta de sales disueltas en el agua, que puede ocurrir en un clima seco y/o en las cercanías de depósitos de sales solubles triásicas.

Un programa de investigación se ha iniciado en 1987 en la Universidad Politécnica de Valencia, con objeto de aclarar el comportamiento de estos suelos.

REFERENCIAS

- AITCHINSON, G.D. 1973. Structurally unstable soils. State of the art. Proc. of the 8th ICSMFE (Mosú): 161-190.
- DUDLEY, J.H. 1970. Review of collapsing soils. ASCE J. May: 925-947.
- GIBBS, H.L.; HOLLAND, W.L. 1960. Petrographic and engineering properties of loess. U.S.B.R. Pub. n.º 28.
- JENNINGS, J.E. 1965. The theory and practice of partly saturated soils. Proc. Int. Conf. of Moist. Change in soils (Texas): 345-363.
- LOPEZ-CORRAL, A.M. 1977. Fenómenos de colapso en las arenas del subsuelo de Madrid. Ph. D. thesis. Polytechnical University of Madrid.
- MORETO, O. 1985. Personal comunicación.
- ROMANA, M. 1976. Informe sobre los suelos de la zona de Vistahermosa (Alicante). Not published.

Smagua

8. SALON BIENAL INTERNACIONAL DEL AGUA

EQUIPOS Y MATERIAL PARA
SU CAPTACION, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION.

5. SECTOR PROFESIONAL DE LA PISCINA

4. SECTOR DE TRATAMIENTO Y DEPURACION DEL AGUA

8. CONFERENCIA SOBRE HIDROLOGIA GENERAL Y APLICADA

15/19 - 02 - 1989
ZARAGOZA

DATOS SMAGUA'87

346 expositores
de **20** paises
27.061 m² de exposición
23.046 visitantes
de **23** paises



**FERIA DE
ZARAGOZA**

Carretera Nacional II, Km 311
E 50012 ZARAGOZA
Teléfonos (976) 31 32 11* y 31 50 13*
Telex 58185 FEMU E
Telefax (976) 33 06 49
P.O. Box, 108
E 50080 ZARAGOZA

IBERIA
UNION AVIATA DE ESPAÑA
AGENCIA DE VIAJES
Transportes Internacionales
Oficina Central

Conducimos
el agua...



...NATURALMENTE.

El agua es un bien de la naturaleza imprescindible y limitado.

La demanda creciente de agua trae consigo que cada vez haya de ser buscada y llevada más lejos, a través de conducciones que han de resistir presiones elevadas y no alterar las propiedades originales de tan preciado líquido.

FIBROTUBO ofrece tuberías resistentes, duraderas, fabricadas para que el agua llegue siempre ... naturalmente.

25
FIBROTUBO
AÑOS

FIBROTUBO

FIBROTUBO - FIBROLIT, S.A. c/Hortaleza, 2 - 4º 28004 Madrid

OLLEARIS

**Alta tecnología en fabricación por "Filament Winding"
de Tuberías en Poliéster/Vidrio
para abastecimientos y saneamiento**

HOMOLOGADA POR EL MOPU
15-8-88 BOE n.º 228 de 23-8-88

Ventajas:

- Excelentes propiedades hidráulicas que se traduce en la reducción del diámetro con relación a los materiales convencionales.
- Ligereza de peso, del orden de 5 veces inferior al de las tuberías tradicionales, lo que facilita su instalación.
- Alta resistencia mecánica, similar a la del acero según sea la dirección de la carga.
- Gran resistencia química, incluso en su superficie exterior, lo que permite su utilización en terrenos salinos o contaminados.
- Buen comportamiento al aplastamiento y frente a los asentamientos diferenciales.

Aplicaciones:

CANALIZACIONES PARA:

- Saneamiento o alcantarillado
- Agua potable o de mar
- Efluentes industriales.
- Industrias químicas (para química y del petróleo).
- Redes contra incendio.
- Circuitos de refrigeración.
- Sistemas de riego.
- Tratamiento de aguas y desalinización.
- Centrales hidroeléctricas.



Nuestros productos:

- Tuberías y accesorios • Tanques y depósitos
- Cisternas y contenedores de transporte, homologados ADR • Torres de lavado
- Chimeneas • Recubrimientos • Juntas y fuelles
- Pavimentos

Materiales:

- Poliéster reforzado con fibra de vidrio
- Termoplásticos (PVC, PP, PVDF, etc.)
- Termoplásticos reforzado con políester-vidrio
- Plomo puro y aleado
- PTFE (Politetrafluoretileno)



50 años de experiencia nos avalan

OLLEARIS, S.A.

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE:
EQUIPOS, DEPÓSITOS Y TUBERÍAS EN:
POLÍESTERES REFORZADOS, TERMOPLASTICOS (PVC, PP) P.T.F.E.

Calle Molí, 6/a,
Pol. Ind. Rocca
Tel. (95) 593 32 00
Telax: 97428 ALLE
Fax: 593 36 16
Martorelles del Vallès
(Barcelona-España)
Apart. 146 de Molí del Vallès

Fábricas en: SEVILLA y MARRUECOS