

# Un caso de patología en arcillas expansivas

CARMEN RODRIGUEZ LIÑAN

La Bda. donde aparecieron los daños se construyó en el año 1963 por la Obra Sindical del Hogar y Arquitectura, está constituida por un conjunto de 10 bloques de cuatro plantas en forma de cruz con zonas ajardinadas entre bloques que completan el conjunto de la urbanización. La topografía del solar es poco accidentada pero con una suave pendiente en dirección sur, quedando por tanto los bloques a diversas alturas.

La estructura es de hormigón armado y la cimentación se efectuó por pozos de 3 m. de profundidad, sobre los que se dispusieron dados de apoyo y grandes vigas de hormigón armado de arriostramiento entre pilares. En planta baja se construyeron forjados elevados del terreno.

Rodeando los bloques discurren aceros horizontales sobre relleno y

muro de contención para salvar los desniveles existentes.

## DAÑOS OBSERVADOS

Los primeros daños y grietas aparecieron hacia el mes de junio de 1973, al parecer como consecuencia de la retracción del terreno a causa de la sequía. En un informe redactado por Cimentaciones Especiales, S.A., a petición del arquitecto autor del proyecto, en 1974, se describen los siguientes daños<sup>1</sup>:

Corresponden principalmente a las fachadas de orientación casi W, lindantes a una zona no edificada, sobre todo en los bloques 2 y 5 que, al parecer, eran los más afectados.

La estructura de estas fachadas está constituida por 4 pilares arriostrados en la base por una gran viga que

descansa sobre los cuatro pozos de cimentación (Fig. 1). De los extremos (pilares 1 y 4) arrancan sendas vigas de hormigón armado, perpendicularmente a la fachada que enlazan con el resto de la estructura. El forjado está hecho perpendicular a la fachada.

Se apreció un descenso de la cimentación de estas fachadas mayor en los pozos centrales (2 y 3) que en los de la esquina (1 y 4) que puso en flexión la viga de atado, que incluso, quedó despegada de los pozos de cimentación interiores. Como consecuencia aparecieron fisuras de flexión debajo de los pilares centrales, sensiblemente verticales y más abiertas por la cara inferior, y fisuras de esfuerzo cortante aproximadamente a 45° en los extremos (pilares 1 y 4) (Fig. 2).

En las vigas de atado extremas perpendiculares a la fachada, se observaron fisuras de flexión próximas a los pilares 5 y 8, por mayor descenso de los pilares 1 y 4. En los pilares que se descubrieron se observaron fisuras de tracción perpendiculares a los ejes.

En los cerramientos perpendiculares a estas fachadas aparecieron grietas a 45° indicadoras por su inclinación, del descenso de los pilares de esquina (1, 4).

La retracción de la arcilla se manifestó también en los pozos de cimentación interiores (6 y 7) mediante despegues de terreno del lado más próximo a las fachadas que han acusado descensos. El saneamiento tenía fugas al haberse quedado las arquetas despegadas del terreno y la arcilla se presentaba húmeda en el interior de la cámara existente bajo los bloques.

Las aceras y los muros exteriores presentaban deformaciones y grietas, en el caso de los muros debido a la naturaleza arcillosa de los rellenos (Fotos 1 y 2).

## REPARACIONES

Tras este primer informe y visita realizado, se confirmó que todos los daños eran debidos a los cambios de volumen del suelo (retracción) constituido por unas arcillas expansivas de alta plasticidad, propiciados por un reciente período de sequía que había afectado a la zona en años anteriores.

Dado lo alarmante de la fisuración de las vigas de atado, se desaloja el

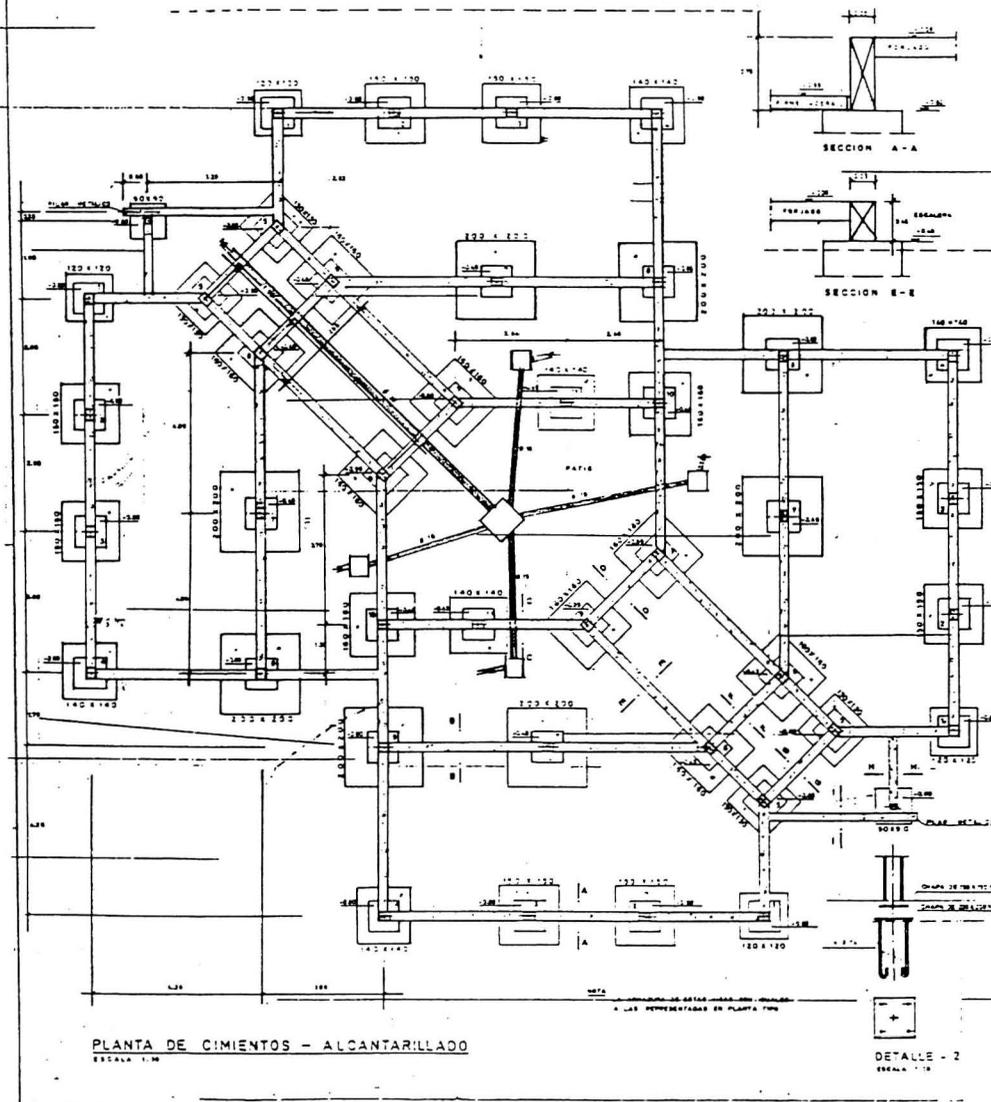


FIGURA 1: Planta de cimentación y alcantarillado.

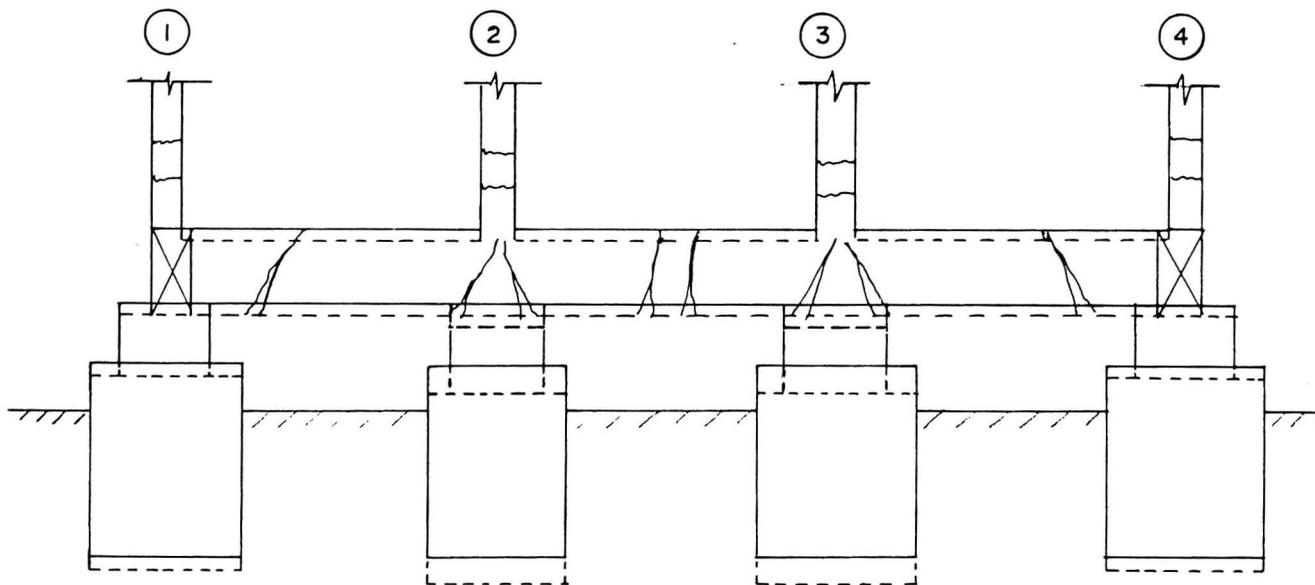


FIGURA 2: Esquema de deformación y fisuras. Fachada W - Bloque 2.

bloque 2 (por ser el más afectado) y se procede a una primera reparación consistente en el sellado con resina epoxi de las grietas de las vigas de atado de la cimentación y pilares. Las separaciones entre los dados de hormigón y la viga se rellena con plomo fundido, así como se amplían las dimensiones del dado de hormigón para mejorar las zonas de apoyo de las vigas de atado.

Esta reparación se efectuó a finales de 1974 y principios de 1975, pero en el mes de mayo aparecen nuevas fisuras en elementos no estructurales.

Para analizar y estudiar el problema, J.L. de Justo (1975) redacta un informe sobre la base de un estudio geotécnico donde se establecen entre otras, las siguientes conclusiones<sup>2</sup>:

Los daños aparecidos en los bloques deben achacarse a la retracción del terreno de cimentación, como consecuencia principalmente del período de sequía correspondiente a los años 73-75. Teniendo en cuenta que los bloques se construyeron tras un período extraordinario de lluvias del cuatrienio 60-63 y que los años 64 y 65 fueron casi normales.

La solución constructiva de los edificios con vigas de arriostramiento de los pozos de gran canto y forjados de planta baja separados del terreno han impedido que los daños sean mayores.

Las medidas de los movimientos del terreno en profundidad han permitido averiguar que la profundidad de la capa activa es muy grande y puede oscilar entre los 5 y 7 m. Mientras que hasta ahora se señalaba que la profundidad de la capa activa estaba comprendida entre 2 y 4 m.

En dicho informe se recomendaban dos soluciones para resolver el problema.

En primer lugar estaba la solución de micropilotar los pozos para llevar una transmisión de cargas a un estrato indeformable ante los cambios de humedad, es decir, superando la capa activa, pero teniendo en cuenta el rozamiento negativo que se produce sobre los mismos.

En segundo lugar se proponía un sistema de barreras antihumedad, consistente en crear pavimentos impermeables que rodeasen los bloques con un ancho aproximado igual a la

capa activa o al 75% de la misma, sobre todo en las fachadas W y S, que eran las más afectadas. Dicha barrera de humedad se situaría también dentro de los bloques en las cámaras existentes bajo los mismos, en este caso los sistemas a emplear serían o una lámina asfáltica no atacable por roedores protegida con mortero de perlita, o una capa de arena antihumedad de espesor mínimo 50 cm. Esta última solución había sido utilizada con éxito en Sudáfrica, tal como se había puesto de manifiesto en el Congreso Internacional de Mecánica del Suelo celebrado en Moscú en 1973.<sup>3</sup>

Las dos soluciones se complementarían con una sustitución de los muros de contención que rodean los bloques que estaban en mal estado (Fotos 1 y 2), ya que el relleno de su trasdós se habría hecho con la misma arcilla expansiva, y con una reparación del alcantarillado que provocaba un aporte de humedad continua al terreno que rodeaba la cimentación. También, aunque independientemente del tema de patología de la cimentación en arcillas expansivas, se había detectado en el forjado de planta baja la existencia de una corrosión de las ar-



FOTO 1

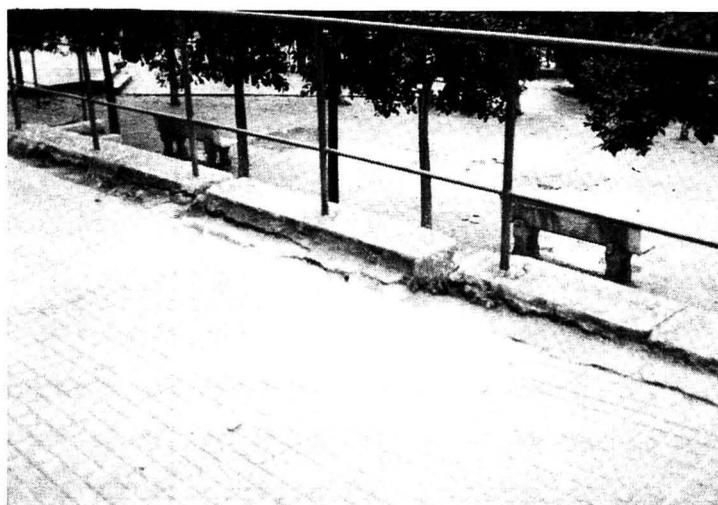


FOTO 2

maduras de las viguetas debido probablemente a un exceso de cloruros en el agua de amasado en su fabricación.

A la vista de las consideraciones contenidas en el informe citado, se redacta un proyecto de reparación en el que se elige la solución más idónea dentro de los límites económicos establecidos. La solución de micropilotes no se ajustaba al presupuesto aprobado, además implicaba el desalojo de la planta baja del edificio durante la ejecución del recalce. Por lo tanto, en dicho proyecto se optó por las siguientes soluciones.

#### Actuación interior:

En primer lugar en uno de los bloques, la barrera antihumedad se realizó con una lámina asfáltica no atacable por roedores y no afectada por el envejecimiento, como protección se utilizó una capa de mortero de perlita para conseguir un aislamiento térmico y aumentar su durabilidad. Previamente a la colocación de la lámina se había nivelado el interior del bloque y reparado el alcantarillado, sustituyéndolo por uno colgado. La nivelación realizada tiene la ventaja de que disminuye la fricción lateral de los pozos.

En segundo lugar en el resto de los bloques se optó por la solución de colocar una capa de arena antihumedad de espesor mínimo 50 cm. La razón de utilizar esta segunda solución fue consecuencia de observar que en la mayoría de los bloques, sobre todo en la parte baja de la urbanización, el terreno ocupaba las cámaras existentes bajo el primer forjado, hasta casi colmarlas. Encontrándose dicho terreno saturado por el agua procedente de las fugas del alcantarillado.

Para arreglar el alcantarillado y proceder al refuerzo del forjado de planta baja, necesitábamos excavar hasta dejar una altura libre de trabajo de 1,50 m. Esta excavación podría alterar sensiblemente el estado tensional del terreno de cimentación, al producir una descarga del mismo. Ante esta disyuntiva se pensó que la solución más idónea sería el relleno con arena antihumedad de la excavación realizada después de ejecutar las reparaciones ya citadas.

Este relleno de arena cumple dos misiones: la primera, actúa de barrera antihumedad y la segunda, restituir el terreno a su estado tensional inicial, así como disminuir el rozamiento lateral de los pozos.

Por otra parte, en el exterior se efectuaron las siguientes obras:

En primer lugar se procedió a la demolición del acerado sobre relleno y de los muros de contención de ladrillo hueco, que rodeaban los mismos. La excavación y demolición se realizó por bataches alternados, de tal manera que en ningún caso se descalzara la cimentación del bloque. Se tuvo además la precaución de proteger con lonas la superficie excavada para evitar tanto la desecación como la humectación del terreno natural hasta que se procedió a la ejecución del muro de hormigón y al relleno de sus trasdós con zahorra (Fig. 3) compactada al 95% proctor normalizado. Dicho relleno se colocó sobre una lámina de butilo de 1 mm. de espesor con pendiente del 2% hacia el drenaje del muro, para garantizar que no se produciría ningún aporte de humedad a la cimentación.

Como complemento de esta solución se procedió a pavimentar tanto la coronación del relleno tras los muros, como las zonas colindantes en las fachadas más soleadas (W y S) para conseguir una anchura pavimentada en torno al edificio igual a la profundidad de la capa activa  $\approx 7$  m.

Era muy importante conseguir que la unión de las distintas zonas pavimentadas resultase estanca, para lo cual se procedió a un riguroso sellado de juntas entre la solera de hormigón que coronaba el paseo, el muro y el cerramiento del bloque.

Para la ejecución de los pavimentos y acerados no situados sobre relleno se procedió a la ejecución de una excavación de 50 cm. para proceder a crear una subbase de 25 cm. de zahorra sobre la que se colocó una solera de hormigón y sobre ella el correspondiente pavimento de baldosas de hormigón. Todos los pavimentos se ejecutaron con una pendiente mínima de 2%, a fin de facilitar la evacuación rápida de las aguas de lluvia, e igualmente se procedió a un sellado de las juntas de unión con el cerramiento de los bloques.

Todas las obras ejecutadas se terminaron en diciembre de 1985 y hasta ahora no se han producido ningún tipo de nuevos daños.

#### NOTAS

1. Cimentaciones Especiales 1974. Informe. Madrid.
2. Justo, J.L. 1980. Informe Geotécnico. I.N.V.
3. De Bruyn C.M.A., 1973. "Moisture Redistribution in Southern African Soils". ICSMFE, Moscú, 2:2:37-44

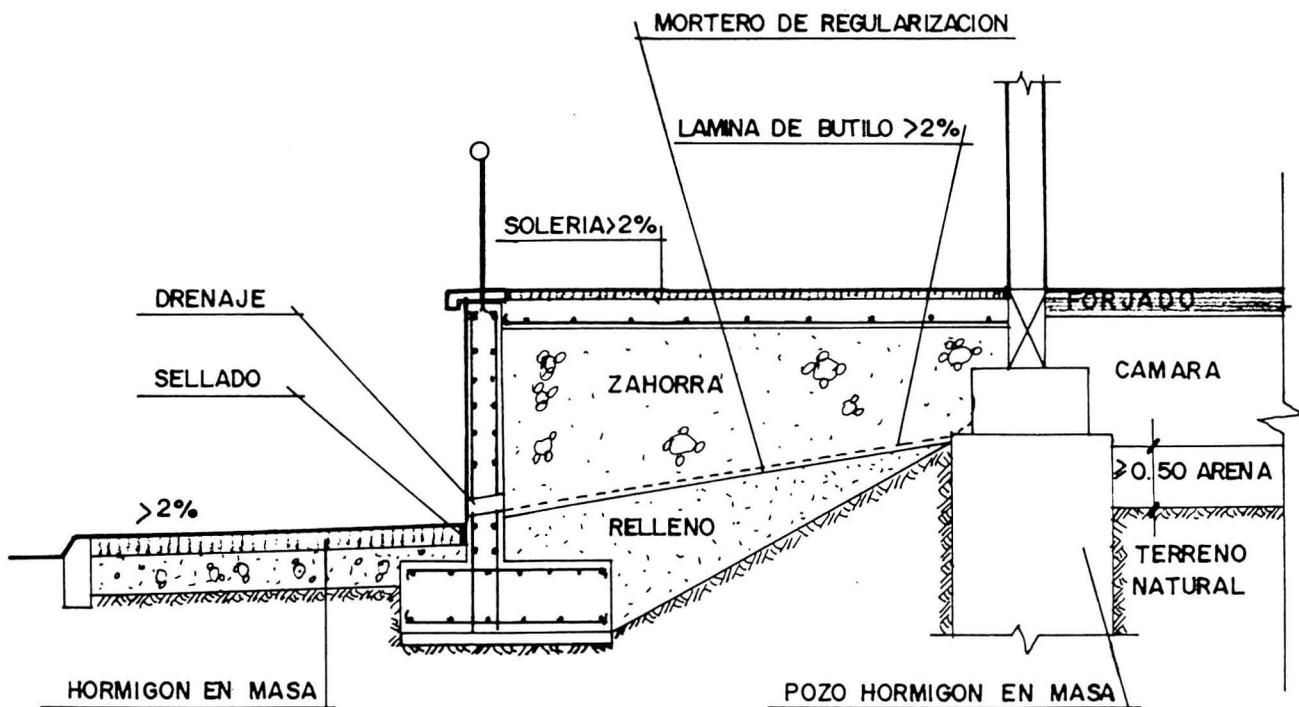


FIGURA 3: Sección por muro.

# **MOVINORD/82**

EL TABIQUE MODULAR RE-DISTRIBUIBLE

CON CERTIFICACION DE:



## **RESISTENCIA AL FUEGO**

«media hora cortafuegos» y «una hora para llamas y estable al fuego»  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS, Certificado Ref. 411 de 7-1-1985  
C.T.I.C.M. DE MAIZIERE LES METZ (FRANCIA)



## **AISLAMIENTO FONICO**

Aislamiento Específico Medio de  $R_m = 41,5 \text{ dB (A)}$  (para módulos ciegos)  
INSTITUTO DE ACÚSTICA «LEONARDO TORRES QUEVEDO», Ensayo n.º Ac 3 - DAS 10.84

Nuestra alta tecnología en la fabricación de componentes de acero nos sitúa en línea con los países más desarrollados y nos ha permitido superar la difícil prueba de la exportación a gran escala a un mercado tan competitivo y avanzado como es el europeo



La mejor respuesta al binomio Calidad-Precio.

**MOVINORD®**



LABORATORIOS Y INVESTIGACIONES, S.L.

Fábrica y Oficinas  
Berrioplano - Pamplona  
Teléfono (948) 30 06 61  
Telex 37926 TYD E  
Apartado 1.074