

## Construcciones de tapia en las tierras de Lemos

Manuel J. Freire Tellado

Entre las edificaciones populares de cierta edad (anteriores a la mitad del siglo en todo caso) del Valle de Lemos —Lugo— se puede encontrar multitud de ejemplos de edificaciones de tierra. Entre éstas, un buen número corresponde al empleo de la *técnica de la tapiería*.

Siguiendo las precisiones léxicas sugeridas por E. Algorri y a M. Vázquez,<sup>1</sup> se van a emplear las palabras *tapia* y *tapiál* en la primera de las acepciones que para ellas propone el Diccionario de la Real Academia de la lengua:

*tapia*. Cada uno de los trozos de pared que de una sola vez se hacen con tierra amasada y apisonada en una horma. 2. Esta misma tierra amasada y apisonada. 3. Pared formada de *tapias*

*tapiál*. Molde de dos tableros paralelos en que se forman las tapias.

Esto es, denominaremos *tapiál* al molde y *tapia* a todo muro que se construye con tapias.

Es ésta, desde luego, una técnica actualmente muerta en España. Por ello, para abordar su estudio es necesario recurrir a diversas fuentes documentales, tales como las descripciones históricas, la toma directa de datos sobre edificios ejecutados con esta técnica, y también el estudio de la técnica en las regiones en las que pervive, como por ejemplo Hispanoamérica: trasplantada a América por los conquistadores castellanos, fue imitada por los nativos como

símbolo de *status* social. Y ello pese a los obvios inconvenientes que esta técnica tiene en la zona, derivados de los problemas sísmicos y de la abundancia de precipitaciones —principal causa de desorganización—. Pese a ello, ésta es una de las soluciones que la ONU plantea como forma de paliar el déficit de viviendas hoy en día, como quiera que en la zona escasea además la mano de obra especializada.

Puede parecer extraño que en la zona sur de la provincia de Lugo se emplee una técnica que estuvo en su día ampliamente extendida por la meseta, el levante y la zona andaluza, ya que estos lugares se caracterizan por un clima cálido y seco, muy distinto del gallego. La adecuación de esta solución a los climas calurosos y secos se pone de relieve al considerar su elevada inercia térmica y el aceptable coeficiente de transmisión térmica de los muros construidos con ella: con una conductividad térmica  $\lambda = 0,50 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ , un muro de 70 cm de espesor de tapia disfruta de un coeficiente de transmisión térmica  $k$  de valor  $k = 0,625$ . En cuanto a las precipitaciones, éstas son las mayores enemigas de la tapia. Los climas de las zonas señaladas, con precipitaciones anuales de 500 a 700 mm, son mucho más secos que el clima gallego. Sentadas estas premisas, el empleo de la *tapiería* en el Valle de Lemos se tratará de explicar desde una triple vertiente: geológica, climatológica y sociológica.

Desde un punto de vista climático, Galicia se caracteriza por la multitud de microclimas existentes de tipo muy variado. Así la comarca de Lemos está clasificada como perteneciente a un clima mediterráneo

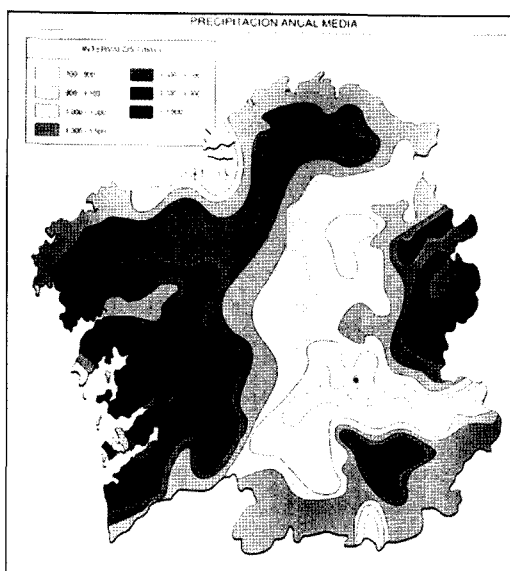


Figura 1

—mesomediterráneo para las tierras por debajo de los 450 m de altitud, que son la mayoría de la comarca—. Monforte de Lemos, capital de la comarca y situada a 300 m de altitud, presenta una temperatura media anual de 13,4 °C; la temperatura media de las mínimas del mes más frío se sitúa en los 2,4 °C; y la media de las máximas de ese mismo mes en 11,20 °C. Si a esto se añade una precipitación anual de 823 mm con una notable sequía veraniega —39 mm en junio, 12 en julio y 23 en agosto—, los índices climatológicos resultantes colocan la comarca en una situación marcadamente mediterránea  $-I_{m1} = 10,2 (>4,00)$ ;  $I_{m2} = 6,4 (>3,5)$ ;  $I_{m3} = 4,6 (>2,5)$  [2]—.

Geológicamente la composición del suelo presenta características óptimas para el desarrollo de esta técnica. El PIET-70 del Instituto Eduardo Torroja<sup>3</sup> recomienda para la ejecución de la *tapia* un material base suficientemente plástico con un cierto contenido en sílice (algo de grava). El estudio geológico de la comarca muestra una gran abundancia de sedimentos del terciario (depósitos arenoso-arcillosos y arcillas verdes y rojas) y del cuaternario (bien con una matriz arcilloso-arenosa, bien con partes diferenciadas de arcillas, arenas e incluso limos en ciertas zonas), por lo que el material base para esta técnica es abundante y totalmente adecuado.<sup>2</sup>

Por último la situación de la comarca aporta un factor de justificación más: el influjo de las zonas li-

mítrofes leonesas, donde esta técnica es muy abundante; la situación en una de las rutas de peregrinación a Santiago (que dará lugar a lo que hoy se conoce como Ribeira Sacra); e incluso la llegada a Monforte del ferrocarril en 1883, con numeroso personal foráneo, puede completar el cuadro que explicaría el empleo que se ha hecho de la *tapia* en la zona que nos ocupa. De hecho éste estuvo más extendido de lo que pudiera parecer: se pueden encontrar ejemplos del uso de esta técnica por toda Galicia, incluso en las cercanías de La Coruña.

Las definiciones recogidas al comienzo de estas líneas, tomadas del Diccionario de la Real Academia, subrayan una característica fundamental de la *tapia*: es un tipo de muro construido mediante el relleno de un molde, lo que hoy llamaríamos encofrado. De hecho, la clasificación de los muros por su forma de construcción permite apreciar la sofisticación conceptual de la *tapiería* como método constructivo. Si, de acuerdo con un orden de complejidad creciente, se diferencia entre *muros modelados* (a los que se les da forma con la propia mano), *muros conformados* (muros ejecutados asentando piezas rígidas, con forma propia, fabricadas fuera del tajo) y *muros moldeados* (muros cuya forma es otorgada por un molde, relleno *in situ* con material formáceo), la *tapiería*, como el hormigón armado, se encuadra en este último grupo.<sup>1</sup> El método es de ideación compleja, con un sistema de moldes sumamente depurado, y está destinado a ser empleado por mano de obra sin cualificación, como ocurre en tantas de las técnicas industriales.

El ya citado Pliego PIET-70<sup>3</sup> añade otra característica fundamental sobre esta técnica: en la *tapiería* las unidades de obra de fábrica son ejecutadas con tierra, barro, paja, etc., produciéndose la consolidación por medios mecánicos —apisonado—, sin intervención de ningún proceso químico que altere la naturaleza de los materiales. Esta característica la diferencia de hormigones y morteros, los cuales experimentan el proceso de fraguado. Con este condicionante (ausencia de reacción química), para que el resultado sea el apetecido, el material de relleno (en este caso la tierra) deberá tener las características adecuadas: plasticidad suficiente, ser un poco silíceo —mejor con algo de grava— y carecer de materia orgánica.

La *tapiería* es un método constructivo que en cierta forma tienen mucho en común con la construcción de muros de hormigón armado (técnica a la que, se-

gún varios autores y pese a la apariencia que la presencia de distintas patentes francesas pueda ofrecer, dió soporte constructivo en sus albores en España). De hecho se puede decir que el *tapiar* es una suerte de encofrado deslizante, tanto en longitud como en altura, de tipo popular. Entre dos tableros de madera laterales, llamados *puertas de tapiar o tapialeras*, se coloca por tongadas de unos 10 cm el material que conformará el muro, que en la situación tradicional será normalmente tierra seleccionada. A continuación este material es compactado mediante golpes de *pisón* —se apisona— hasta alcanzar el grado de solidez adecuado. En ese momento se vierte la siguiente tongada y se repite el proceso, así hasta alcanzar la altura total del encofrado. De vez en cuando se habrá procedido al regado de las tierras, pero no mucho, y siempre sin que llegue a formarse barro.

Como diferencia frente a otras construcciones de encofrado, éste define una célula cerrada de forma paralelepípedica, una suerte de gran sillar. Para ello es preciso cegar los testeros con pequeñas piezas de madera llamadas *tapones*. La primera tapia de cada hilada precisa de dos (uno macho y otro hembra), empleándose posteriormente las piezas ya ejecutadas como cierre de uno de los laterales. La construcción se continuará repitiendo este módulo base, desplazando los encofrados —las puertas de tapiar—, en horizontal hasta completar la primera *tapiada* —hilada de elementos construidos con *tapiar*— y posteriormente creciendo en vertical. En este último sentido las llagas entre tramos de tapia se dispondrán contrapeadas para asegurar la trabazón del conjunto, como es norma en la ejecución de las fábricas.

Las puertas de tapiar se apoyan sobre la hilada de tapias ya construidas mediante barras metálicas llamadas *agujas* en los casos más recientes, o mediante piezas de madera llamadas *revilleras* en los más antiguos. Las agujas son barras de acero, tres normalmente, que se disponen perpendiculares al muro de lado a lado y con un cierto vuelo a cada lado del para permitir el apoyo de las tapialeras. Estas se mantienen en posición vertical, conteniendo la presión ejercida por el apisonado, mediante los *costales*, piezas verticales afirmadas sobre las agujas y atadas superiormente por cuerdas (antes sujetas por piezas de madera llamadas *cadena*s).

Entre las condiciones de ejecución de los muros de *tapia*, PIET-70 señala la necesidad de un ancho de muro mayor de 50 cm para tapias de tierra conso-

lidada, la ejecución por paños horizontales de altos inferiores a 80 cm separados por verdugadas y paños verticales de anchos inferiores a 2,00 m con juntas contrapeadas. La medición *in situ* de diversas edificaciones monfortinas ha llevado a comprobar unos espesores de muro bastante superiores, de unos 70-75 cm, mientras las dimensiones verticales oscilan entre los 75-85 cm.

La naturaleza modular del encofrado constriñe las construcciones a dimensiones múltiplos del módulo base. Al tratarse de una técnica popular, ampliamente depurada por la tradición, cabe pensar que sus dimensiones serán tales que puedan ser fácilmente manejables por operarios sin ayuda mecánica, a la vez que permiten el desarrollo cómodo de los trabajos de compactado entre las puertas. Este es el argumento que desarrolla Albert Cuchí i Burgos.<sup>6</sup> Con estas premisas y las verificaciones documental y contruida, este autor cifra las dimensiones de las *puertas* en unos 75-85 cm de alto, un largo libre de 150-170 cm, que eleva la longitud total de la puerta a las cercanías de los 200 cm. Con estas dimensiones, para no superar las posibilidades de la colocación manual, el autor estima un espesor de las puertas de unos 25 mm, coincidente con las citas históricas que lo cifran en una pulgada. Ello induce a pensar en lo acertado de sus conclusiones sobre todo si se emplean las menores de las dimensiones propuestas.

Que la dimensión mínima del ancho del muro sea tal que permita los trabajos de consolidación —por percusión— de las tierras exige un espesor mínimo cercana a los 60 cm. Empero, si se considera que las dimensiones libres del módulo 150-170 cm y se tiene presente la necesidad constructiva de que los muros estén enlazados, que obliga a la disposición de juntas contrapedas de acuerdo con las leyes de la traba, la ejecución de la esquina fija el ancho del muro en un máximo de medio módulo —de 75 a 85 cm—, dimensión que habría que reducir en el espesor exigido por la colocación del molde. Esta explicación conduce a un espesor de muro de 70-75 cm, acorde con las mediciones realizadas en las construcciones estudiadas. En estas condiciones y con el espesor de muro antes señalado, las edificaciones de la zona se alzan hasta alcanzar bajo, 2 plantas y bajocubierta-fallado.

Para la estabilidad de una construcción ejecutada con este tipo constructivo es fundamental la disposición de muros transversales de arriostramiento junto con forjados superiores que traben el conjunto. La

correcta ejecución de las esquinas se convierte en verdadero punto crítico del sistema, lo que ha llevado al empleo de llaves en la ejecución de las esquinas en construcciones de cierta entidad o también a la ejecución de éstas con otro material de mayor resistencia, piedra o ladrillo.

La durabilidad de la construcción realizada con tapial exige la defensa contra todo tipo de humedad. Es éste el agente que arruina la tapia con mayor facilidad. Por ello históricamente cada tipo de humedad ha recibido una respuesta específica. Así, las humedades por testa se han afrontado con la disposición de elementos de cobertura superior; el ataque directo del agua de lluvia sobre la superficie del muro se ha resuelto impermeabilizando la superficie del muro bien por *calicostrado* —incorporación de cal al material que conforma el muro en las inmediaciones de las puertas, de forma que se produce un cierto fraguado superficial— o procediendo al *embarrado* —tendido de un mortero de cal y barro como recubrimiento en las caras expuestas— una vez rematado el muro; y las humedades provenientes del terreno o de capilaridad se han afrontado con el arranque de la construcción sobre un zócalo, denominado *pumpido*, de unos 50 cm de alto a base de mampostería u otro elemento que impida la ascensión de humedades por capilaridad.



Figura 2  
Soluciones constructivas de la construcción en tierra

En los barrios populares de Monforte donde es posible observar los tipos constructivos más añejos del lugar, se pueden reconocer muchas de estas soluciones. El tipo edificatorio más antiguo que se puede

encontrar está formado por estrechas viviendas en hilera agrupadas en lo que se ha dado en llamar *rueiros*, de bajo, planta alta y fallado, con profundas *solainas* —que no galerías— en planta alta, con y sin jabalcones, edificaciones que son soportadas por los muros medianeros ejecutados con *tapia* o mampostería. Desocupadas en su mayoría, estas construcciones tienen los días contados. Más avanzado es el tipo constituido por bajo, planta alta, planta segunda con una poco profunda galería y fallado. Edificación también en hilera, la crujía se amplía hasta alcanzar los 8 m. Se apoya también en muros medianeros de los mismos materiales anteriores, pero en este caso a través de un orden estructural más: vigas transversales reciben las viguetas de madera que soportan el entarimado del piso. Por último, del cambio de siglo es un tercer tipo de las mismas características que el anterior pero con fachadas lisas y ático ocupando el tercio central de la fachada, ejecutado con idénticos materiales. Las cubiertas, siempre de teja curva.



Figura 3  
Tipos tradicionales en tapia

Los tipos constructivos tradicionales están siendo sistemáticamente eliminados como consecuencia de los procesos de sustitución de la edificación. Entre ellos las edificaciones a base de tapia: la edad de las construcciones y su situación urbana posibilitan el negocio inmobiliario, que suele comenzar por la demolición íntegra del inmueble y el cambio de tipo constructivo. A un interés meramente documental —señalar la presencia de un tipo constructivo en Galicia, que además se encuentra en vías de desapa-

rición— se une la existencia de una corriente rehabilitadora de estas edificaciones que ha fructificado en situaciones ajenas a la promoción privada: el primero de sus logros es la *Rehabilitación del Castillo de Toral de los Guzmanes (León)*, obra de los arquitectos Eloy Algorri y Mariano Vázquez.<sup>7,8</sup> Entre los objetivos de estas líneas figura facilitar datos para la posible reutilización de la tapia en aquellas obras de reforma promovidas por la iniciativa privada, sobre todo cuando ésta se mueve en muy bajos presupuestos que pueden llegar a justificar el mantenimiento por motivos económicos exclusivamente.



Figura 4  
Tipos tradicionales

Las demoliciones inherentes a todo proceso de sustitución permiten estudiar las características constructivas de estas edificaciones. Se pueden observar la conformación de los muros medianeros en tapial,

con o sin verdugadas de cantos rodados planos de piedra entre las *tapialadas*, tapialadas que a veces se encuentran separadas por losas de pizarra u otro material pétreo plano; recubrimientos —embarrado o calicostrado— de los muros y los sistemas de defensa contra la humedad, tanto los *pumpidos* como las soluciones de remate del muro. Se constata todo un repertorio de soluciones de ejecución de los muros, desde tapiales puros, tapiales con esquinas reforzadas y también tapiales confinados entre machos de mampostería.

Se encuentran fachadas ejecutadas con mampostería en planta baja mientras que los muros resistentes se reservan a la tapia. Pese a la sorpresa que causa inicialmente, el planteamiento es de una lógica aplastante: la planta baja de fachada es la que mayores agresiones sufre por contacto con la humedad. La solución se explica en el afán de garantizar la durabilidad de la construcción frente a la acción de agentes agresivos



Figura 5  
Soluciones constructivas P. baja fachada de piedra y muros portantes de tapia

externos. Se extiende a veces este planteamiento hasta ejecutar toda la fachada en mampostería, incluso llegando al extremo de labrar jambas y dinteles en sillaría. Algún caso se ha encontrado de lógica más difícil: planta baja en tapial y planta alta en mampostería de pizarra. No es, sin embargo, una solución habitual.

Resulta interesante realizar una breve reflexión sobre los niveles tensionales a los que se encuentran sometidas las muros portantes de estas construcciones. Para ello se va a considerar una medianera de 70 cm de espesor constante que soporta sendas edificaciones de B+2P+BC, de 8 y 6 m de distancia entre ejes de muro. La solución estructural de los edificios es la tradicional del tipo: vigas transversales de madera separadas unos 3,00 m entre sí, sobre las que se dispone un sistema de viguetas de madera, formándose el piso mediante un entablado. Este sistema de forjado se completa con un falso techo de cañizo que proporciona techos horizontales y mejora las condiciones de aislamiento. Como altura de cada planta se han considerado 3 m, salvo en la cubierta para la que se ha considerado un alto variable entre 0 y 4 m.

Obviamente se estudió la carga que recibe la medianera en la zona de apoyo de una de las vigas de madera. Se ha considerado una zona efectiva de respuesta de la viga de 1,70 m. Si bien el apoyo de la viga es mucho más reducido, se estima que las cargas se reparten sobre una zona delimitada por rectas con origen en el apoyo y que forman un ángulo de 60° con la horizontal.<sup>9, 10</sup> Ello se debe al trabajo plástico del tapial, que se ve favorecido además por la presencia de verdugadas en el muro. De acuerdo con el *Eurocódigo 6*,<sup>10</sup> la sección resistente a considerar es la obtenida con la hipótesis anterior de apertura de las cargas a 60° y situada a una distancia igual a la mitad de la altura entre plantas, en este caso 1,50 m. Ello arrojaría una dimensión resistente de 1,73 m en el sentido longitudinal del muro. Como en todo caso y de acuerdo con la bibliografía específica del tapial,<sup>9</sup> la dimensión sujeta para la sección resistente ha de ser menor que la distancia entre las llagas de la tapia (1,50 a 1,70 m de acuerdo con lo expuesto anteriormente) parece apropiado reducir esta dimensión hasta 1,70 m. En lo tocante al espesor efectivo del muro a efectos resistentes, se supone la carga centrada razón por la que se considera el espesor total de éste.

Las cargas consideradas en esta evaluación resistente son menores que las que se tomarían actualmente para dimensionado, en aras a una mayor aproximación

a las situaciones particulares de este tipo constructivo. Entre las disminuciones consideradas figuran:

\* la no inclusión de ningún tipo de sobrecarga en cubierta.

\* Uso + tabiquería= 250 kp/cm<sup>2</sup>. Bien porque se considere una reducción de la sobrecarga de tabiquería o bien porque manteniendo la sobrecarga de tabiquería en 100 kg/m<sup>2</sup> –muy alta para esta tipo con tabiques de barrotillo–, se emplee la sobrecarga de uso que la antigua MV-101-1962 establecía para las viviendas de tipo económico.

\* la no consideración de carga alguna excepto peso propio para el bajocubierta de los edificios.

\* la consideración del peso propio del tapial como totalmente desecado.

Con estas apreciaciones se realiza la siguiente estimación de cargas:

#### Cubierta

CONCARGA	
Teja curva corriente	50 kg/m <sup>2</sup>
Tablero madera e: 2,5 cm.	15 Kg/m <sup>2</sup>
Falso techo	15 Kg/m <sup>2</sup>
Peso propio vigas	18 Kg/m <sup>2</sup>
Total concarga	98 Kg/m <sup>2</sup>
Ángulo de la cubierta: 20°	
Total concarga proyección horiz.	105 Kg/m <sup>2</sup>

#### Forjado Pisos:

CONCARGA	
Tablero madera e: 3 cm.	40 Kg/m <sup>2</sup>
Falso techo	15 Kg/m <sup>2</sup>
Peso propio vigas	18 Kg/m <sup>2</sup>
Total concarga	73 Kg/m <sup>2</sup>
SOBRECARGA	
Uso	200 Kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería	50 Kg/m <sup>2</sup>
Total sobrecarga	250 Kg/m <sup>2</sup>
TOTAL	323 Kg/m <sup>2</sup>

#### Medianería:

Muro de tapial compactado seco	1900 Kg/m <sup>3</sup>
Muro de tapial compactado anegado	2100 Kg/m <sup>3</sup>

Con estos criterios, para una sección resistente de  $70 \times 170 \text{ cm}^2$  y considerando unas luces libres de  $8,00-0,70=7,30 \text{ m}$  y  $6,00-0,70=5,30 \text{ m}$  se han obtenido los siguientes niveles tensionales:

- Tensión tras apoyar el 2.º Piso:  $\sigma = 0,75 \text{ kp/cm}^2$
- Tensión tras apoyar el 1.º Piso:  $\sigma = 2,83 \text{ kp/cm}^2$
- Tensión en entrega de P. Baja:  $\sigma = 3,40 \text{ kp/cm}^2$

que resultan ser valores de tensión ligeramente altos para este tipo estructural.

Para la tipología de adobes inferiores de esbeltez inferior a 4, Lahuerta propone un valor de  $3 \text{ kp/cm}^2$  como tensión admisible, valor que eleva a  $4 \text{ kp/cm}^2$  para la misma situación en el caso de los adobes superiores. La referencia<sup>9</sup> señala que el adobe resiste un 25% más que el tapial, de tal forma que la tensión admisible se podría fijar entre  $2,40$  y  $3,2 \text{ kp/cm}^2$ . La antigua MV-101-1962 proponía como valores de tensión admisible para terrenos consolidados —profundidad de más de  $3 \text{ m}$ —,  $5 \text{ kp/cm}^2$  para terrenos arenosos gruesos,  $3,20 \text{ kp/cm}^2$  para terrenos arenosos finos y de  $4,00 \text{ kp/cm}^2$  para terrenos arcillosos duros. La referencia [9] propone para tapias secas sin estabilizadores de esbeltez menor que 6, tensiones de trabajo de  $2,00 \text{ kp/cm}^2$ . Esta misma referencia cifra las tensiones de rotura a compresión las cifra entre  $5$  y  $20 \text{ kp/cm}^2$ , proponiendo como valores de rotura del tapial seco de  $6 \text{ kp/cm}^2$  para los de resistencia baja, de  $12 \text{ kp/cm}^2$  para los de resistencia media y de  $18 \text{ kp/cm}^2$  para los de resistencia alta. En la misma referencia se plantea un coeficiente de minoración de resistencia de 4 para el caso analizado —paredes interiores secas—.

Si adoptamos el valor de seguridad de FL-90,  $1,65 \times 2,50 = 4,125$  y tomamos como valor de rotura para un tapial medio el valor de  $12,5 \text{ kp/cm}^2$ , el valor de la tensión que resultase admisible sería de  $3,03 \text{ kp/cm}^2$  (un valor un poco más conservador sería  $12 \text{ kp/cm}^2/5 = 2,40 \text{ kp/cm}^2$ ).

Como se deduce de este breve análisis, los valores tensionales que se desarrollan en son más elevados de los que admitiríamos en una situación de diseño actual para un material de tipo medio, aún considerando unas cargas reducidas frente a lo establecido en NBE-AE-88 —para estas cargas reducidas, en el caso anterior el coeficiente de seguridad sería de  $3,53$ —. Sin embargo, los valores de tensionales no son en absoluto dramáticos sino que pueden ser asumibles: simple-

mente con el empleo de un material de buena calidad permitiría que las tensiones se ajustasen bastante bien a las que hoy consideraríamos adecuadas.

Junto con las consideraciones de seguridad anteriores se une un aceptable aislamiento térmico a lo que añadiríamos que se trata de un material ecológico —no es procesado, no produce residuos— y energéticamente conservador —se forja sólo con el sol—. Por ello cuando se trata de dar alojamiento en condiciones extremas puede ser una opción interesante apostar por el mantenimiento de este tipo y realizar un proyecto que con poco coste permita dar un albergue digno.

## CONCLUSIONES

- El empleo sistemático de la técnica de la tapiaría en el Valle de Lemos se explica por razones de índole



Figura 6  
Soluciones constructivas: losas de piedras entre tapialadas

le climatológica —microclima mediterráneo—, geológicas —zona arcillosa— y socioculturales; si bien pueden encontrarse ejemplos de su empleo extendidos por toda Galicia.

— El espesor de los muros viene fijado en muchos de los casos por las dimensiones de las puertas de tapiar, alcanzando la zona efectiva dejada por medio molde —unos setenta centímetros—, como consecuencia de la necesidad de trabar las esquinas de la construcción.

— Se pueden encontrar, en la zona de estudio, diferentes tipos que hacen uso de esta técnica constructiva, con distinto grado de refinamiento. Algunas de las soluciones estudiadas responden a lógicas constructivas muy depuradas, posiblemente consecuencia de su empleo sistemático.

— Para unas condiciones de seguridad como las actuales, su empleo resistente se encuentra también al límite de acuerdo con valores ordinarios de resistencia de la tapia.

#### NOTAS

1. Algorri García, E. y Vázquez Espí, M., «Enmienda a dos de los errores más comunes sobre el tapial», *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera-CEHOPU, Madrid, 1996.
2. Datos tomados de AA.VV., *Plan de Desenvolvemento Comarcal. Terra de Lemos*, Consellería de Presidencia-Xunta de Galicia, Santiago, 1995.
3. Prescripciones del Instituto Eduardo Torroja PIET-70, Instituto Eduardo Torroja, Madrid, 1971.
4. Fernández Balbuena, G., «La arquitectura humilde de un pueblo del páramo leonés», *Revista Arquitectura*, nº 38, año 4, Madrid, junio de 1922.
5. Corral Jam, J., «Sobre el barro y su técnica o la razón natural de los constructores vernáculos», *Arquitectura, técnica y naturaleza en el ocaso de la modernidad*, Fernández-Galiano (Ed.), M.O.P.U., Madrid, 1984.
6. Cuchí i Burgos, A., «La técnica tradicional del tapial», *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera-CEHOPU, Madrid, 1996.
7. Algorri García, E. y Vázquez Espí, M., *Rehabilitación del Castillo de Toral de los Guzmanes, León*, MAS-GUINDAL y otros, 1991.
8. Algorri García, E., «Tres soluciones en la restauración del Palacio de Toral de los Guzmanes. León», *Informes de la Construcción*, vol. 46, nº 434, noviembre/diciembre 1994.
9. Bauluz del Río, G.; Bárcena Barrios, P., *Bases para el Diseño y Construcción con Tapial*, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, 1992.
10. Norma UNE-ENV 1996-1-1. Norma Europea Experimental, *Eurocódigo 6, Proyecto de Estructuras de Fábrica. Parte 1-1: Reglas Generales para Edificios. Reglas para Fábrica y Fábrica Armada*, AENOR, Madrid, 1997.