

CONTAMINACIONES CONSTRUCTIVAS. TRANSFERENCIAS DE TECNOLOGÍA ENTRE LA ARQUITECTURA POPULAR Y LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL

Luis Alfonso Basterra Otero

Dr. Arquitecto., basterra@arq.uva.es
Departamento de Edificación
E.T.S.Arquitectura Avda/Salamanca, s/n
47014 Valladolid (Spain)
Tfno+fax: +34 983 423 442

Resumen

Esta ponencia analiza características esenciales de dos maneras de construir bien diferenciadas y con condicionantes apriorísticos igualmente distintos: la construcción vernácula y la más convencional y extendida actualmente en España; la más conocida por operarios y técnicos.

Se analiza críticamente como la pérdida de contacto intelectual, que no físico o personal, entre ambos mundos hace que las transferencias entre ellos se realicen por osmosis acrítica y desorientada, cuando no rigurosamente desinformada o inculta.

Se concluye la necesidad de reconocer y aceptar el valor universal de los principios (pocos) a los que deben someterse las decisiones y adoptar pautas de razonamiento adecuadas (actitudes) para poder rentabilizar críticamente la inmensa cantidad de información que se produce y divulga actualmente, desconfiando de las supuestas ventajas que, en muchas ocasiones de forma sesgada, pueda esperarse de ellas en contextos distintos

Abstrac

This communication analyzes essential characteristics of two ways to build, well differentiated and with equally different aprioristics conditions: traditional building and the most conventional and extended and at the moment in Spain; most well-known by workers and technicians.

It is analyzed critically like the intellectual contact lost, that nonphysical or personal, between both worlds causes that the transferences among them are made by acritic and disoriented osmosis, when not rigorously disinformed.

Again we need to accept the universal value of the principles (few) to which must be put under the decisions and to adopt suitable guidelines of reasoning (attitudes) to be able to critically make profitable the immense amount of information that takes place and discloses at the moment, distrusting of the supposed advantages that, in many occasions of slanted form, can be expected of them in other contexts.

Palabras clave

Construcción, arquitectura popular

Key words

Construction, popular architecture

Este trabajo tiene el propósito de poner en relación las soluciones constructivas que caracterizan a la arquitectura popular y la construcción convencional. Ante la posible ambigüedad de ambos términos convengamos primero a que pretendo referirme, pasando luego a analizar las

contaminaciones que se producen entre las soluciones constructivas y materiales de un mundo y el otro.

La arquitectura tradicional, popular o vernácula, aunque múltiplemente redefinida, tiene algunas referencias bibliográficas esenciales que la encuadran¹. En este trabajo nos restringiremos a la más próxima², por ser para mí la más conocida, sin perjuicio de que la mayor parte de lo que se va a decir pueda extenderse a otras.



Fig. 1. Vista parcial de la localidad de Navapalos (Soria)

Su construcción se caracteriza por el empleo, con distintas intensidades parciales según las zonas geográficas, casi exclusivamente de tres (3) materiales³:

- La **pedra**:
 - o Natural: para cimentaciones de mampostería y, en ocasiones, machones en los muros.
 - o Cocida en hornos: yeso (deshidratación del aljez a 120° C) y cal (calcinación a 1000° C de calizas, carbonato cálcico).

¹ FLORES, 1978, FEDUCHI, 1986, GARCÍA MERCADAL, 1981, BAILS, 1983, CEA et al., 1990, Revista Arquitectura COAM, nº 192, 1974.

² ALCALDE CRESPO, 1989; OLCESE, 1993; ALONSO PONGA, 1994; MALDONADO y VELA, 1996; ROLDÁN, 1996; DE BENITO, 1998.

³ En algunos casos incluso menos como en las casas cueva: arquitectura de un solo material, conformada por sustracción, en vez de por adición. JOVÉ, F: “*Las casas-cueva de Aguilar de Campos; origen y razón constructiva*”. Tesis Doctoral Universidad de Valladolid, 2003. Inédita.

- La **madera** y otros elementos vegetales: cañas, cuerdas, tejidos, etc.
- La **tierra**:
 - o Cruda: puzolanas, áridos, **arcillas**: adobe, tapial, tapia real (con cal⁴), tapial con machones y mixto, muros armados y entramados cuajados de adobe; morteros y revocos de diversos tipos.
 - o Cocida: ladrillos, baldosas y tejas cerámicos.

Es notable su compatibilidad tecnológica y el preciso conocimiento de sus propiedades que sus usuarios han venido demostrando a lo largo del tiempo. Quizá por ser tan pocos, entre otras razones. Con ellos se han ido lentamente decantando fundamentadas soluciones multifuncionales, conocidas y probadas durante siglos de pruebas y errores, imitaciones y correcciones, que son expresión patente de la técnica alcanzada y de un elevado refinamiento empírico, con resultados tan fascinantes y variados como las mismas culturas que los acogen. El acondicionamiento climático se resuelve con técnicas que se pierden en el tiempo, tanto en la **utilización** de los distintos materiales y sistemas constructivos como en la correcta **relación espacial** entre las distintas dependencias de los edificios, respecto a las posibilidades de soleamiento y aireación naturales, así como en los sistemas de aislamiento y de aprovechamiento de los recursos de energía disponible en cada caso.

Se atribuye a Oscar Wilde la frase que dice: *“Con una naturaleza más benigna, el hombre nunca hubiera inventado la vivienda”*. La necesidad ancestral de guarecerse de la intemperie, consideraciones esencialmente **económicas** y la ausencia de transporte provoca que en los pueblos sedentarios la construcción sea básicamente vernácula, empleando exclusivamente los elementos disponibles a pie de obra organizados entre sí de la forma más barata posible. En el mejor de los casos se introducían como variables algunas reglas de proporción, basadas esencialmente en la idea de estabilidad, más que en la capacidad resistente. El fenómeno a evitar en las fábricas, como todavía ahora, era la aparición de tracciones pues estas conducen, a velocidad creciente, a la segura ruina de la construcción. Todo ello condujo a la laboriosa y lenta formación de un código de reglas, básicamente empírico, transmitido por generaciones, de la que no estuvo ausente alguna época más o menos oscurantista (gremios). Este código (*lex artis*; reglas de la buena construcción) se ha mantenido valedero y útil básicamente hasta principios del siglo pasado.

⁴ Algunos textos distinguen la tapia real no por la incorporación de cal, sino por sus dimensiones, 150 pies cúbicos, frente a los 54 de la tapia común. OLCESE (1993: 27), citando a FRAY LORENZO SAN NICOLÁS: *“Arte y uso de la Arquitectura”*, 1633.

Por su parte, la arquitectura convencional es la que, utilizando una expresión al uso en el mundo de la informática, emplea la construcción *por defecto*: la más conocida por operarios, empresas y técnicos; la que no requiere *inventos*, instrucciones o aprovisionamiento de materiales sofisticados, tareas de diseño complejas y costosas; la que permite centrarse en los defectos conocidos, no corriendo el riesgo de pérdida del control. En definitiva, la que se empleará de no mediar orden en contra. En realidad supone una decantación de la tradición limitada (no es posible lo contrario) y se beneficia de una cierta coherencia interna.

Sus antecedentes hay que buscarlos, como no, en el Movimiento Moderno. La ruptura que preconizó respecto de todo pasado reconocible tiene múltiples facetas y su complejo análisis no corresponde ni al abajo firmante ni al propósito de este trabajo. Sin embargo sí conviene recordar algunos de sus presupuestos constructivamente relevantes: la diferenciación de la estructura, su consideración como un mal necesario, algo a esconder; la fachada libre, *fenetre longeur*; ocultación obsesiva de los forjados y, su principal *desideratum*: la desaparición de la jácena, el techo plano.

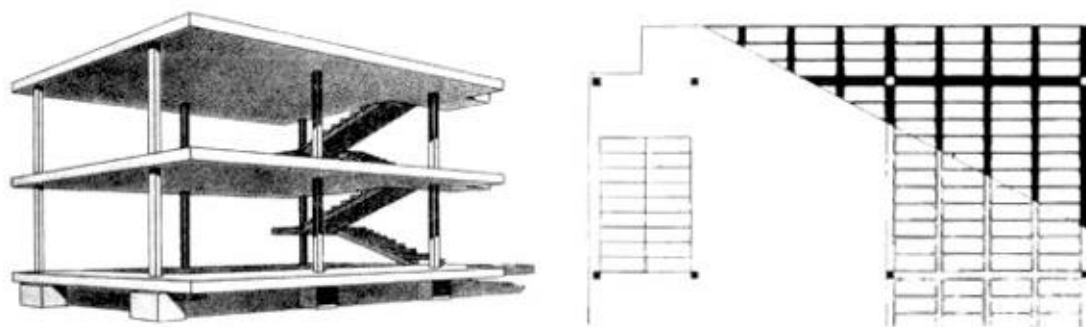


Fig. 2. Esquema de la casa dom-ino.

En las primeras etapas de asimilación de los paradigmas vanguardistas, algunos brillantes arquitectos fueron capaces en Europa, en un contexto económico e industrial extremo, de reinterpretar la tradición, diseñando auténticos procesos constructivos para hacer posibles los edificios. Se pasa de una cultura de los modelos a una cultura de los componentes. Frente a los modelos cerrados completamente definidos consecuencia de las teorías de la primera modernidad (la idea de industrialización y prefabricación pesada, por ejemplo, que no tuvo, como es sabido el éxito esperado), la condición de moderno se empieza a relacionar con la aparición de productos ligeros altamente industrializados, sin relación alguna con la geometría, adaptable a casi cualquier exigencia formal.

En la construcción convencional que estamos dibujando encontramos múltiples y variados *nuevos* (¿ya obsoletos?) y, sobre todo, **muchos** materiales. Para darse cuenta de lo extremo de la situación basta visitar cualquiera de las grandes ferias/exposiciones de construcción actuales. Sin duda el acero, el cemento artificial, el hormigón armado y, en definitiva, la estructura porticada contribuyeron a ampliar la libertad compositiva. Las telas impermeabilizantes permitieron la cubierta plana. Las mantas de aislamiento térmico, desarrolladas profusamente a partir de la crisis energética de los años '70, dieron lugar a un auténtico *lifting* constructivo, adelgazando los paramentos hasta admitir que las ventanas se sitúen en las mismas esquinas. Se desarrollan los vidrios de gran formato y de prestaciones especializadísimas, incluso estructurales. Los aplacados de materiales diversos permiten arquitecturas de texturas y colores inéditos, formando revestimientos transventilados cuyas fijaciones todavía han de evolucionar. Proliferan los metales y aleaciones metálicas en chapas y perfiles. Avanzan y se hiperespecializan los sellantes, más o menos eficaces, panacea de la chapuza constructiva. Ya así podríamos ir extendiéndonos relacionando más y más aportaciones, todas ellas bienintencionadas y válidas, pero **parciales**.

Una característica indiscutible por lo abundante en la construcción actual en España es el empleo masivo de soluciones de cerramiento estratificado, mediante multicapas delgadas e hiperespecializadas que presentan, hoy por hoy, unos cuantos problemas sin resolver de forma contundente:

- El muro se desintegra en capas separadas radicalmente por el aislamiento térmico. Este impide la disipación del calor captado por la cara exterior, que puede alcanzar temperaturas altísimas.
- Problemas en los huecos, encuentros y esquinas.
- Se conforman soluciones rígidas y poco resistentes pero encuadradas en una retícula básicamente deformable.
- La libertad de comportamiento individual que necesita la diversidad de materiales exige encuentros sofisticados y es difícilmente compatible con la estanquidad global y la estabilidad de aplacados.



Fig. 3. Solución convencional

de cerramientos.



Fig. 4. Cierre de las fachadas con ladrillo cara vista en un

edificio actual con estructura reticulada.

En definitiva, la **INNOVACIÓN** en los materiales y sus propiedades impide la aplicación de las reglas conocidas. La **DIVERSIDAD** hace que no puedan ser sustituidas por un número razonable de otras nuevas, fragmentando el conocimiento y, finalmente, destruyéndolo. Se pasa de la construcción a **las construcciones**, con una acusada y muy repetida decadencia en la maestría artesanal. Pero es en mi opinión más trascendente, aunque menos comentada, la pérdida por parte de operarios y técnicos de la capacidad de **comprensión**; en el doble sentido de entender y de colaborar o cooperar a causa común de las nuevas soluciones. Abrumados todos por la inmediatez de resolver lo urgente, se descuida lo verdaderamente importante.

Asistimos pues a una pérdida de contacto intelectual entre ambos mundos. Pero, sin embargo, nuestra sociedad moderna e intercomunicada posibilita la relación entre las personas que forman parte de uno y otro. Ello hace que las transferencias de información entre ellos se realicen por osmosis acrítica y desorientada, cuando no rigurosamente desinformada o ignara.

Para demostrarlo repasemos algunos ejemplos significativos: situaciones paradigmáticas, no limitativas ni excluyentes, que espero sirvan para ilustrar, a modo de simple fotografías, el mensaje que se pretende transmitir.



Fig. 5. Forrado de un muro tradicional con una hoja de ladrillo cara vista.

Hoy encontramos con cierta frecuencia fachadas tradicionales que están siendo forradas con una hoja de ladrillo cerámico cara-vista, para evitar el mantenimiento a que obligan los trullados o revocos tradicionales. Superficies acristaladas de gran tamaño, que no tienen en cuenta las consecuencias del soleamiento propio de nuestra latitud y de las condiciones particulares de cada edificio y no se justifican en edificios residenciales. Por su parte, el hermetismo de las carpinterías actuales junto a la excesiva impermeabilidad de algunas membranas, tendidos o pinturas impiden el equilibrio higroscópico entre el muro y el ambiente que le rodea, generando problemas de condensación inéditos en la arquitectura tradicional. En la dirección contraria es llamativa la abundancia con que a muchos de nuestros edificios contemporáneos se les otorga una apariencia exterior muraria, que se finge pasando por delante de los forjados y pilares de estructuras reticuladas delgadas plaquetas que comprometen la estabilidad de toda la hoja y son difícilmente compatibles, a medio plazo, con el desigual comportamiento de los dos sistemas que se juntan: estructura reticular deformable y entrepaños de fábrica rígidos. Lo mismo que cubiertas inclinadas, escamoteadas tras delgados acroterios para aparentar ser planas (modernas) generando un canalón perimetral candidato a problemático, en el mejor de los casos, por su difícil mantenimiento.

En la más sabia *lex artis* constructiva los encadenados o zunchos recorren la parte superior de los muros a la altura de los forjados, asumiendo varias funciones:

- Servir de cadena o enlace a los extremos de los nervios o viguetas sueltas, atando toda la estructura en cada nivel de planta.
- Garantizar el enlace y continuidad entre los muros, en las distintas direcciones en que pueden estar dispuestos. Especialmente importante resulta su papel en el caso de desequilibrio de un muro hacia fuera, en donde no puede encontrar el recurso de otros muros transversales. Los forjados se solían disponer preferentemente en paños contrapeados para ayudar a que todos los muros, con parecida proporción en las dos direcciones, reciban carga y, por lo tanto, ganen en estabilidad.
- Repartir las cargas puntuales de las viguetas que vienen a descansar sobre los muros.
- Transmitir esfuerzos horizontales provocados por las acciones de viento o sismo a los elementos dispuestos para tomarlos y bajarlos hasta la cimentación y, finalmente, el terreno.
- Eventualmente pueden servir de dinteles para apertura de huecos, debiendo ser calculados y armados para ello.

Lógicamente, su papel es primordial en los forjados de madera, o en aquellos que no tengan asegurada la rigidez en su plano (algunos metálicos para cubiertas, por ejemplo). Los forjados de hormigón armado disponen, por el contrario, de una losa superior armada que solidariza todos los nervios y confiere al conjunto una gran inercia en su plano. Para ellos **no resulta tan vital el papel de los zunchos**, que sólo son ineludibles en los extremos de las viguetas de los voladizos.

Los muros tradicionales llegan a la cota de cimentación o *fundación* con tensiones del mismo orden de magnitud que la admisible por el terreno. Era suficiente un sutil incremento de anchura para apoyarse con seguridad en casi cualquier terreno inalterado (la diferencia con la desproporción en las zapatas actuales ha hecho a más de uno pensar equivocadamente en patologías graves porque el edificio *carecía de cimentación*). Además, con muros y soportes de madera la estructura es desarmable. Ello y la ausencia de solera (se pavimentaba directamente sobre el terreno compactado) imponía una trama de zanjás en las dos direcciones que rigidizaba la geometría del arranque de todos ellos. Los pilares de hormigón y el forjado que soportan están unidos con nudos rígidos. Su constitución, con una armadura en forma de jaula, hace muy difícil (con más de un forjado, casi imposible) que se puedan mover en su arranque. Intuitivamente esto lo sabe cualquier encargado de obra que, mientras no está construido el forjado superior, no acodala los pilares de hormigón y sí lo hace con los muros no arriostrados. Por si fuera poco, la existencia generalizada de solera los enlaza más eficazmente que cualquier viga de atado, pues lo hace en todas las direcciones. A este nivel es

igual de efectivo acodalar que atirantar. El argumento de que pueden evitar asientos diferenciales se demuestra equivocado sin mas que calcular las dimensiones y armado que requeriría una viga de atado ante un asiento imperceptible en un edificio de tamaño moderado.

Las anteriores referencias a algunas de las contaminaciones desorientadas deben completarse con otras en las que las transferencias de conocimiento entre ambos mundos ha derivado ventajosas.

Apoyado en la vulgarización de los ordenadores, el explosivo desarrollo de los Métodos numéricos (destacando entre ellos el Método de los Elementos Finitos) permite el análisis no lineal (mecánico y geométrico) del comportamiento de sistemas estructurales complejos: grandes estructuras masivas, fábricas (Roca et al., 1998), etc. También análisis térmico (Pérez Arroyo, 2001) impensable hasta su puesta a disposición de investigadores y técnicos. El MEF se ha constituido en una poderosa herramienta para representar la realidad de forma más compleja que las conocidas hasta ahora, sustituyendo eficazmente ya a pruebas y ensayos destructivos con modelos. Todavía hay que esperar mucho de estos métodos, actualmente en frenética ebullición: se calcula en unos 15.000 la producción mundial anual de artículos científicos sobre el MEF.

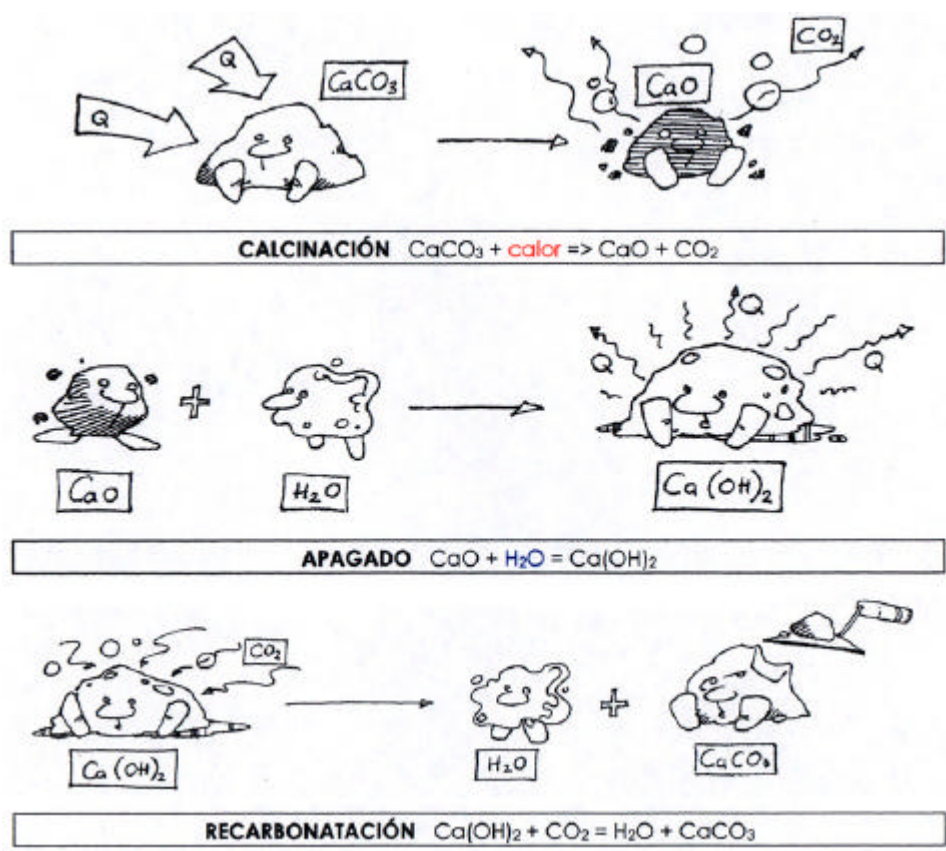


Fig. 6. Esquema del ciclo completo de la cal.

Tras una época de cierta oscuridad, asistimos felizmente a la incorporación y desarrollo de nuevos sistemas de producción de materiales tradicionales, destacando la recuperación de la cal y sus renovadas posibilidades en combinación con otros materiales actuales. Aunque todavía costará recuperar la plasticidad de los antiguos morteros, sustituidos hoy por extrañas mezclas denominadas irónicamente “monocapa”⁵.

Hoy todavía en proceso de investigación, en mi opinión se puede esperar mucho de las tecnologías ultrasónicas para evaluación de la resistencia residual de piezas grandes de madera antigua parcialmente degradadas mediante ensayos no destructivos “in situ”. La dificultad y el grado de pericia que requieren las técnicas de clasificación visual condenan hoy a la demolición a muchos sistemas y barras estructurales de madera, perfectamente solventes para su conservación y, en su caso, rehabilitación. Además, la mayoría de las normas internacionales en la materia han sido desarrolladas para la clasificación del producto de primera transformación más extendido -el tablón procedente del aserrado- y de especies comunes de cada mercado. Por consiguiente, existen dificultades evidentes a la hora de aplicar dicha información para la evaluación de estructuras existentes. Aquellas se extienden y agravan en casos como:

- Barras estructurales tales de grandes escuadrías.
- Especies y/o variedades y/o prácticas silviculturales y/o procesos industriales no habituales (o inexistentes) actualmente.
- Barras estructurales de sección circular (o segmentada), de fustes más o menos irregulares.
- Zonas parcialmente degradadas.

Precisamente los tipos más frecuentes en las estructuras que podemos hallar en el patrimonio inmobiliario de cierta antigüedad y en el de carácter monumental o histórico-artístico en particular. Para su evaluación algunos grupos estamos investigando en diferentes líneas, de las que esperamos poder publicar resultados en próximos encuentros como este en los próximos años. Entre ellas podrían destacarse:

- Protocolos de inspección y análisis probabilista o pseudo-probabilista de estructuras que permita obtener conclusiones fiables mediante la inspección de una población limitada de barras, complementados con sistemas de representación post-analítica basado en técnicas

⁵ El revestimiento exterior constituye sólo la más epidérmica de la multitud de capas que integran los muros de cerramiento actuales. Un muro de fábrica del orden de un metro de grosor era, mucho más rigurosamente, un monocapa.

gráficas convencionales y ficheros digitales sobre información heterogénea: fotografía, video, infografía, hipertexto, etc. integrados en su caso con motores de base de datos y sistemas de navegación por la información basados en estándares web⁶.

- Protocolos de aplicación e interpretación de lecturas ultrasónicas obtenidas mediante equipos ligeros y portátiles, aplicables directamente sobre puntos de la pieza, sin necesidad de preparaciones especiales (RODRÍGUEZ LIÑÁN et al. 2000) . Permiten la determinación del módulo de elasticidad dinámico de la madera, que tiene también relación con la densidad, aunque tratándose de ensayos no destructivos, la obtención de la densidad puede ser de dificultad práctica. La medición se hace en dirección perpendicular (directo) y casi paralela a la fibra (semi-directo).
- Resistencia a la penetración de un taladro especial, denominado resistógrafo, que parte de la correlación entre dicha resistencia y aspectos tales como la configuración anatómica interna de la madera, la densidad, o la existencia de degradaciones. Una aguja penetra a lo largo del material, obteniendo lo que se denomina un perfil *resistográfico*.



Fig. 7. Resistógrafo de resistencia

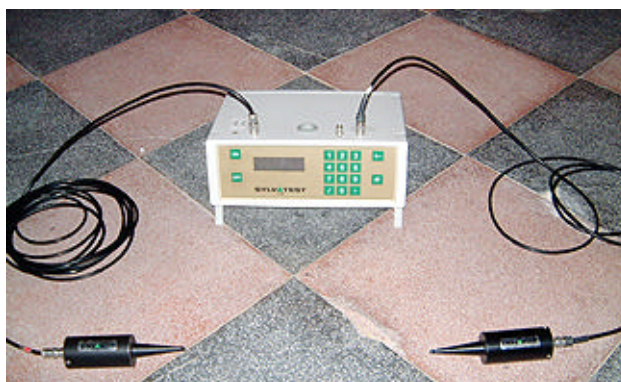


Fig. 8. Medidor de ultrasonidos Sylvestest.

En conclusión, el variado y heterogéneo contacto entre los conocimientos constructivos heredados de la tradición y de la historia, empíricamente modelados a lo largo de los siglos mediante el trabajoso procedimiento de la prueba y el error, y los proporcionados por la más reciente experiencia apoyada en la innovación y los conocimientos tecnológicos y el desarrollo de la

⁶ Durante el año 2002 la Dirección General de Patrimonio de la Junta de Castilla y León ha financiado a nuestro grupo de la Universidad de Valladolid un trabajo de investigación (12+3 BIC) con esta finalidad. Como consecuencia se han aplicado experimentalmente protocolos de inspección y técnicas instrumentales de reconocimiento sobre quince monumentos declarados Bien de Interés Cultural BIC de Castilla y León. El resultado principal es una base de datos diseñada como el embrión de un futuro sistema de información en el que se aloje toda la información relevante relativa a las estructuras de madera en el Patrimonio Histórico de Castilla y León, sí como una serie de inspección especializadas sobre los monumentos.

industria contemporánea, debe acrisolarse reinterpretando el edificio como un sistema global en el que se redefina el papel de cada material y sistema constructivo y sus relaciones con los vecinos en base a los principios universales (los vitrubianos –que son fines y no medios para alcanzarlos⁷– se han quedado un poco escasos, aunque nos sigamos empeñando en hincharlos como un pellejo de vino):

- La conveniencia cultural, que tiene que ver con el momento y el contexto.
- La utilidad de los espacios en relación con los usos previstos.
- La adecuación ambiental de los espacios generados a dichos usos.
- La eficiencia –eficacia a coste mínimo– de los costos.
- La integridad a largo plazo.

Reconociendo y aceptando el valor universal de los principios (aún menos) del conocimiento técnico a los que deben someterse las decisiones.

Cambiando de actitud ante el proyecto, mediante la incorporación a la serie compleja y abundante de parámetros intervinientes, los de la adecuación constructiva a las peculiares y delicadas condiciones de este tipo de materiales y sistemas constructivos.

Postulamos para ello no la obtención y manejo sobreabundante de referencias sino la adopción de pautas de razonamiento (**actitudes**) adecuadas para poder rentabilizar críticamente la inmensa cantidad de información que se produce y divulga actualmente, sin confiar simplemente en las supuestas ventajas que, en muchas ocasiones de forma sesgada, pueda esperarse de ellas en contextos distintos.

Ello permitiría (y es una responsabilidad ineludible de cada uno en la medida de sus posibilidades) destruir algunos supuestos erróneos y, a la vez, enriquecer legítimamente lo heredado con lo más valioso de lo que le ha seguido.

Quizá el mayor inconveniente para este planteamiento general es el exigir que el proyectista tenga - y además lo utilice- algo tan sutil como es el **CRITERIO**, al servicio del cual debería someterse todo lo demás.

⁷ Muy posteriormente, Claude Perrault fijó más adecuadamente los medios en su menos conocido: *“Abrégé des dix livres d’architecture”*, París, 1674. Sin embargo, sigue dejando fuera algunos factores esenciales y, sobre todo, la complejidad de casi todos. Cfr. GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, J.L.: *“El legado oculto de Vitrubio. Aber constructivo y teoría arquitectónica”*. Alianza Editorial. Colección Forma. 116. Madrid, 1993.