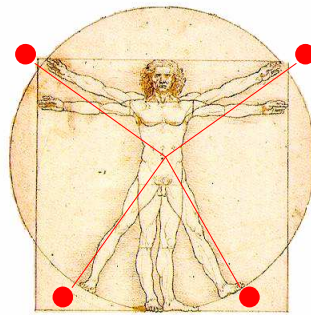


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

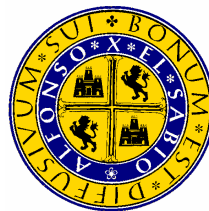
VOLUMEN VIII. AÑO 2010

SEPARATA



LA SELECCIÓN SOSTENIBLE DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Francisco Mata Cabrera



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO

Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Francisco Mata Cabrera
Diciembre,2009.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD10_001.pdf

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*
Escuela Politécnica Superior.
Universidad Alfonso X el Sabio.
28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).
ISSN: 1696-8085

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@ y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol.VIII. 2010.

LA SELECCIÓN SOSTENIBLE DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Francisco Mata Cabrera

Departamento de Mecánica Aplicada, Escuela Universitaria Politécnica de Almadén, Universidad de Castilla-La Mancha, Plaza Manuel Meca, 1, 13400, Almadén, Ciudad Real, Tf. 926-264007, Email: francisco.mcabrera@uclm.es

RESUMEN: La actividad de la construcción genera una serie de impactos sobre la naturaleza, algunos de ellos derivados de los materiales que habitualmente se utilizan en este sector. En este trabajo se reflexiona sobre el enfoque de un modelo de construcción sostenible y se presentan varias alternativas de materiales sostenibles, bien por su impacto mínimo, al tratarse de recursos naturales regenerables, bien por la incorporación de residuos y subproductos de diversos procesos, aportando valor desde la óptica del reciclaje.

PALABRAS CLAVE: construcción, materiales sostenibles, fibras vegetales, reciclaje.

ABSTRACT: The activity of construction generates a set of impacts on the nature, some of them derived from the materials that habitually are used in this sector. In this work we think about the approach of a model of sustainable construction and they present several alternatives of sustainable materials.

KEY-WORDS: *construction, sustainable materials, vegetable fibers, recycling.*

SUMARIO: 1. El valor de la sostenibilidad. 2 Estímulo-respuesta. 3 Hacia un modelo de construcción sostenible 4 Empleo de materiales sostenibles. 5 Perspectivas. 6 Bibliografía

SUMMARY: 1. The value of the sustainability. 2 Stimulus - response. 3 Towards a model of sustainable construction 4 I Use of sustainable materials. 5 Perspectives. 6 Bibliography

1. El valor de la sostenibilidad.

Hace no demasiados años ni siquiera se hablaba de sostenibilidad. Hoy, al menos en el entorno que nos toca vivir, el desarrollo sostenible ha pasado de ser una preocupación de unos pocos, a una necesidad que tiende a ser asumida de manera responsable. Sin embargo, son todavía necesarios muchos esfuerzos para alcanzar unos frutos que quizá deban esperar alguna generación más. De la concienciación se pasa a la acción, y ciertamente queda mucho por hacer en ambos frentes. El criterio de la sostenibilidad debe ser incorporado en cualquier proceso de toma de decisiones en el que los valores

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD10_001.pdf

del medio natural, pero también el valor propio de la dignidad de las personas, puedan verse afectados. Asumir “de forma natural” el valor de la sostenibilidad exige registrarlo adecuadamente en los procesos educativos y en el seno de la sociedad, que sólo así evolucionará y transitará por senderos donde buena parte de los riesgos que hoy nos acechan, queden embebidos desde una actitud ejemplar.

Pero no olvidemos que sostenibilidad no es minimizar impactos visuales de una obra, ni reducir sensiblemente las emisiones hasta unos valores traza que marca un cierto protocolo, ni tampoco suprimir la sobreexplotación de los recursos naturales. Esto no es sostenibilidad si al mismo tiempo no hacemos nada para eliminar el hambre en el mundo, para mejorar las condiciones de vida de los pueblos más pobres o para evitar la marginación social de los colectivos más débiles. No podemos levantar la mano “limpia” tildada de acentos prometedores, mientras mantenemos la otra encogida y en ademán opresor. No podemos seguir siendo hipócritas durante más tiempo, o de lo contrario, el norte perdido irremediablemente nos abocará a puertos todavía más inhóspitos y nos alejará de la senda sostenible. En todo caso, debemos ser conscientes de que estamos ante un proceso y lo verdaderamente importante es seguir sumando nuestro grano de arena, desde la educación, en nuestro trabajo, en nuestra interacción diaria con el mundo, y hacer pedagogía con el ejemplo.

El desarrollo tecnológico ha de ser un desarrollo sostenible y este sello de sostenibilidad debe ser también un sello de humanismo, que realce el valor de las personas, que respete las diferencias y promueva el bienestar de todos (Mata, 2003).

En este contexto, dirigimos la atención hacia el modelo de construcción o arquitectura sostenible, en particular en lo que se refiere a la elección de los materiales. No es más que uno de los múltiples pulsos de alerta en los que podemos y debemos trabajar.

2. Estímulo-respuesta

La actividad de la construcción genera multitud de impactos sobre el medio ambiente. Impactos en cuanto a sobreexplotación de recursos naturales (arenas y gravas de río, etc.), afeción visual, consumo de energía, utilización de materiales con trazas de toxicidad-peligrosidad, contribución a las emisiones de gases invernadero en los procesos de elaboración de productos empleados en la construcción, generación de grandes cantidades de residuos procedentes de trabajos preparatorios, demoliciones, etc. En suma, se trata de una actividad de gran relevancia social y económica, que pone de manifiesto el grado de desarrollo de nuestra sociedad, pero que al mismo tiempo constituye un multi-foco de contaminación del medio natural.

Pues bien, una forma de contribuir a atajar estos problemas es dirigir la atención hacia los materiales utilizados. En este trabajo se plantea una revisión que arranca desde el concepto de arquitectura sostenible y camina indagando sobre referentes de uso de materiales que generan el mínimo impacto a todos los niveles, bien sea materiales de origen natural o procedentes de residuos o subproductos de otras actividades industriales, al tiempo que se reflexiona sobre la reutilización y reciclado de los residuos propios de la actividad constructiva.

El enfoque y las ideas que aquí se presentan pueden tener interés tanto en el contexto del mundo desarrollado, sensibilizado en unos casos con la problemática del medio ambiente, obligado en otros a incorporar la variable ambiental en los protocolos de diseño por medio de normativas cada vez más dirigidas a evitar riesgos, reducir impactos, reutilizar recursos... Sea como fuere, surja de donde surja la motivación, el cambio se erige inexorable y queda mucho camino por recorrer y soluciones que aportar. Pero también es importante en el ámbito de los países en desarrollo, donde la utilización de materiales locales y el recurso a la naturaleza constituye, desde una adecuada planificación, una posibilidad de desarrollo y mejora de la calidad de vida de las personas a costes bajos. Naturalmente, no se debe vender, bajo la causa de la energía limpia o los materiales ecológicos, una realidad que a medio plazo se convierta más bien en un problema que derive en otros ámbitos, especialmente en el más básico de todos, la alimentación de las personas. Desgraciadamente, esto ya está ocurriendo con los combustibles “limpios” procedentes de aceites vegetales y cereales. Debe ser tarea de todos fomentar el desarrollo local de todos los pueblos, primando siempre la actuación dirigida a mostrar caminos, abrir puertas, contribuir al desarrollo de soluciones propias, frente a la mera ayuda económica, inmovilista, que si bien es necesaria, a veces se convierte en un tentáculo más de la esclavitud asociada a la globalización, en la que imperan desgraciadamente intereses inconfesables. Esto no es fácil de solucionar, pero la reflexión, por ejercicio muchas veces hipócrita que muere en sí mismo, es muy necesaria (Mata, 2003).

Hoy, cuando el mundo desarrollado empieza a entender, a base de evidencias en muchos casos sangrantes, la importancia de cuidar el medio ambiente, a veces se mira a los países más desfavorecidos para aprender y tomar ideas de ellos. Así, se ponen en valor, por razones medioambientales, recursos y materiales locales que hasta no hace mucho se asociaban a subdesarrollo y pobreza. También en esto debemos aprender la lección.

3. Hacia un modelo de construcción sostenible.

Está bastante aceptado que la sostenibilidad no consiste en mantener los recursos naturales intactos, sino que implica hacer un uso eficiente de los mismos, siendo necesario introducir todos los costes y beneficios en que la sociedad tiene que incurrir. El desarrollo sostenible no es un concepto exclusivamente ecológico, sino un triángulo de equilibrios entre lo ecológico, lo económico y lo social.

El concepto de arquitectura sostenible abarca los procesos constructivos, el entorno urbano e incluso ciertos hábitos de conducta social, pero especialmente hace referencia a la elección acertada de los materiales. En este sentido, se trata de utilizar materiales sostenibles energéticamente, es decir, materiales en los que la carga de energía necesaria en su producción sea la menor posible, al tiempo que sean reciclables y tengan una vida prolongada. Así pues, se ha de tener en cuenta:

- El uso de materiales naturales, bien de forma directa o incorporándolos a morteros o conformando composites diversos
- La reutilización de materiales y subproductos de otros sectores
- La reutilización y reciclado de residuos de demoliciones

El respeto a la naturaleza debe comenzar en la propia concepción de la idea de edificación (selección de materiales y procesos, orientación...), continuar con la fase de construcción, proseguir en la interacción del edificio con el medio natural durante la vida de éste (eficiencia energética, integración visual, etc.) y terminar con la adecuada gestión de sus residuos cuando se procede a demolerlo. En efecto, el edificio se proyecta, se construye, vive y finalmente se sustituye por otro. Es la base de lo que se ha dado en llamar arquitectura ecológica, bioclimática o verde.

Se acepta en general que arquitectura sostenible es aquella que puede mantener moderadamente o mejorar la calidad de vida y armonizar con el clima, la tradición, la cultura y el ambiente en la región, al tiempo que conserva la energía y los recursos, recicla los materiales y reduce las sustancias peligrosas dentro de la capacidad de los ecosistemas locales y globales, a lo largo del ciclo de vida del edificio (Lobera y Michelutti, 2007).

Por construcción sostenible se entiende aquella que, desde planteamientos respetuosos y comprometidos con el medio ambiente, utiliza adecuadamente el agua y los distintos tipos de energía; selecciona desde el proyecto y aplica eficientemente durante la obra recursos, tecnologías y materiales; evita los impactos ambientales; gestiona los residuos

que genera en su ciclo de vida; busca un mantenimiento y conservación adecuados del patrimonio construido; reutiliza y rehabilita siempre que es posible, es rentable y resulta más accesible y saludable.

En otras palabras, la arquitectura sostenible ha de tener en cuenta el consumo de recursos (energía, recursos naturales), el impacto ambiental que produce y los riesgos específicos para la seguridad de las personas, derivados de los materiales, productos, procesos y sistemas constructivos utilizados.

La selección de materiales que implica todo proyecto trae consigo consecuencias inevitables: el impacto de su extracción, procesamiento y fabricación; la energía necesaria para llevar a cabo estos procesos; las emisiones asociadas con el uso de ciertos productos, así como su mantenimiento, demolición, reciclaje y vertido posteriores.

4. Empleo de materiales sostenibles

Los materiales sostenibles son aquellos que, cumpliendo las mismas funciones técnicas y garantizando la seguridad, consumen menos recursos no renovables o producen un menor impacto ambiental.

Para minimizar el impacto ambiental que produce la utilización de los materiales de construcción es importante seleccionarlos adecuadamente, de modo que se reduzca el consumo de energía en producirlos e instalarlos, se generen menos residuos cuando se fabrican y se ponen en obra, reduciendo también así la contaminación directa e indirecta que producen.

Así pues, bajo este punto de vista, son focos de atención prioritaria los siguientes:

- Utilización de recursos de la zona donde se va a construir (materiales regionales o locales)
- Aumento de la vida útil de los materiales
- Uso de materiales fácilmente regenerables, que producen poco impacto ambiental
- Reciclaje/Reutilización de materiales de construcción (valorización energética)
- Uso de componentes y energías renovables o reciclados
- Utilización de residuos urbanos o industriales

- Reducción del uso de componentes tóxicos

Si bien se pueden categorizar como sostenibles los nuevos materiales compuestos de matriz polimérica, en el sentido de reciclabilidad, duración, etc., en este trabajo apostamos por los materiales de origen natural y por el reciclado de ciertos residuos.

En general, como ya se ha apuntado con anterioridad, podemos hablar de materiales de origen vegetal, bien de forma directa o bien obtenidos como subproductos o desechos de procesos de transformación, materiales procedentes de actividades industriales, generalmente residuos sólidos o pastosos, y residuos derivados de la propia actividad constructiva, tanto en su fase de ejecución como en la de demolición.

Estas materias primas sostenibles, bien por su origen regenerable o bien por la gestión y revalorización de residuos, evitando otro tipo de impactos, pueden incorporarse especialmente a pastas y hormigones, consiguiendo además ciertos efectos interesantes, como el aislante.

En cuanto a los materiales de origen vegetal, podemos citar los restos de madera y corcho (podas, serrería, polvo de lijado, etc.) y especialmente las fibras vegetales, a las que nos referiremos más adelante. Tanto unos como otros pueden incorporarse como constituyente de materiales compuestos (fibras y partículas) o bien utilizarse como materia prima base.

A la hora de plantearse reciclar los materiales de construcción hay que analizar la viabilidad técnica y económica, teniendo en cuenta la disponibilidad y las características técnicas de estos residuos. En general, se pueden reciclar los áridos, los prefabricados de yeso y cerámica, los metales, la madera y el vidrio. De ellos, en el caso de demoliciones, los áridos procedentes de hormigones y los restos de cerámicos representan más del 80% de los materiales que hasta ahora llegan a reciclarse. En el caso del proceso de construcción propiamente dicho, el mayor porcentaje corresponde a las tierras y materiales pétreos sobrantes de las excavaciones y trabajos preparatorios.

Por otro lado, es posible valorizar residuos de otros sectores, incorporándolos en la fabricación de materiales de construcción. Entre otros, citamos los siguientes:

- Residuos de canteras (restos de extracción, procesado y transporte): mármol, pizarra, etc.
- Residuos procedentes de procesos industriales: cenizas, lodos, escorias
- Residuos sólidos urbanos

- Chatarra metálica, para fabricar fundición dúctil nodular, con propiedades adecuadas para ciertos elementos constructivos (Mata y Arroyo, 2005).

4.1. Elaboración de composites a partir de residuos y subproductos diversos

En los siguientes ejemplos, la inclusión de diferentes porcentajes de residuos de procedencia dispar consigue modificar e incluso mejorar las propiedades tecnológicas y las prestaciones del material compuesto (mortero/hormigón). Esbozamos algunos casos en estudio o ya implementados.

- Hormigón con caucho reciclado de neumáticos usados

La utilización de caucho procedente de reciclado de neumáticos usados permite mejorar la capacidad de amortiguamiento del hormigón frente a cargas dinámicas, al tiempo que reduce la rigidez del material sin perder resistencia. Las fibras de caucho procedentes del desmenuzado de los neumáticos tienen baja densidad, elevada capacidad de deformación y alto coeficiente de absorción de agua (Hernández-Olivares et al., 2007).

Este tipo de hormigón puede ser interesante para los pavimentos de las carreteras, aparcamientos, etc., y también para la construcción de cimentaciones y bancadas de máquinas, donde se demanda especialmente la capacidad de amortiguamiento de vibraciones.

Se han realizado ensayos experimentales con diferentes porcentajes de fibras (3, 5 y 8 %), sometiendo el hormigón a cargas estáticas, dinámicas y de fatiga. Los resultados ponen de manifiesto una mejora de la capacidad de amortiguamiento y del comportamiento a fatiga.

- Pastas niveladoras de restos de pizarra

La incorporación de polvo de pizarra molida como parte de un mortero autocompactante, sustituyendo hasta el 75 % de conglomerante, es interesante para pastas niveladoras o sustratos para la colocación de pavimentos.

Los residuos procedentes de las canteras de pizarra se presentan por lo general en forma de partículas disgregadas de tamaño no homogéneo, caracterizadas por la baja densidad y resistencia. Se pueden conseguir morteros de baja densidad, elevada fluidez sin segregación de las partículas y resistencia a compresión moderada (10 MPa).

- Mortero de proyección con lodos de la industria papelera

La inclusión de lodos de destintado de papel prensa como árido ligero puede resultar de interés para la proyección de capas de aislamiento térmico o para el mantenimiento de taludes, incorporando en este caso semillas para fijación permanente del terreno.

Los residuos de papel son por lo general ligeros y contienen trazas de celulosa, calcita y tintas, con tamaño de partícula heterogéneo y grado de humedad elevado. Una vez secado, desmenuzado y tamizado el residuo, se mezcla con el cemento, generando un mortero de bajas densidad y conductividad térmica e incombustible por debajo de 500 °C, según los ensayos realizados.

- Morteros aislantes a partir de subproductos de la molturación de la aceituna

Se trata de dar valor añadido a subproductos que hoy por hoy constituyen residuos del procesado de productos naturales, cuya reutilización se encuentra muy limitada y generalmente constituyen más bien un problema para gestionarlos.

Se han realizado investigaciones, en particular en países del Magreb, sobre la potencialidad de uso de algunos subproductos de la molturación de la aceituna como el orujo como refuerzo de morteros y hormigones de características especiales (El Bakkouri et al., 2005). Habitualmente, en los países productores de aceituna, del proceso de molturación se obtienen por una parte aceites de diferentes calidades, en función del grado de prensado, orujo y alpechines. El orujo es el residuo sólido procedente del prensado de la pasta de aceituna, mientras que el alpechín deriva del proceso de filtrado del aceite. De manera tradicional, el orujo se ha venido utilizando como alimento del ganado, bien de forma directa, o bien procesándolo para piensos compuestos. También es conocido el aceite de orujo, caldo de peor calidad.

Pues bien, estas experiencias proponen mezclar diferentes porcentajes de orujo (entre el 5 y el 8%) para aplicaciones en las que sea determinante el nivel de aislamiento, al tiempo que se consiguen abaratar costes, dado que el suministro de orujo prácticamente incluye sólo el coste de transporte. En efecto, los resultados demuestran que aumenta la capacidad de aislamiento térmico-acústico, se reduce sensiblemente el peso (en función de la proporción utilizada) y aumenta hasta un 30% la resistencia mecánica. Algunas aplicaciones de interés son las soleras aislantes, las capas de hormigón sobre forjado, etc.

También se disponen de resultados con elementos cerámicos reforzados con orujo, en los cuales es de destacar la mejora de la cocción debido a la presencia de materia orgánica, si bien en este caso las conclusiones son apenas de tipo cualitativo.

- *Otros casos*

Otros ejemplos que podemos mencionar son:

- Hormigón con pasta de papel
- Hormigón con caucho para bancadas antivibratorias de máquinas
- Residuos procedentes de industrias papeleras para hormigón armado
- Lodos de aguas residuales para pastas de pavimentos y consolidación de taludes
- Cenizas de centrales térmicas en diferentes morteros y hormigones, sustituyendo parcialmente al aglomerante
- Lodos de depuradoras de aguas residuales para la fabricación de ladrillos y otros materiales similares.

4.2. Empleo de fibras naturales como refuerzo de pastas

El objetivo es emplear materiales disponibles en la naturaleza, que bien se encuentran en grandes cantidades de manera natural o bien se pueden cultivar, sin entrar en colisión con otros usos, especialmente los relacionados con la alimentación.

- *Fibras de lechuguilla*

Sobre la base de la experiencia del fibrocemento (cemento reforzado con fibras de asbesto-amianto), se pueden llegar a reforzar morteros y hormigones con fibras naturales (CRFN) para conseguir mejorar alguna de sus características, en particular, su resistencia y rigidez, al tiempo que poder conferirle propiedades mecánicas direccionales. Es verdad que existen otras fibras con excelentes características, como las de vidrio o acero como refuerzo del hormigón, sin embargo, es interesante prestar atención a las fibras naturales, que son menos costosas y constituyen una solución sostenible, especialmente en aquellos países donde son abundantes y disponen de menos recursos económicos.

Investigaciones realizadas a finales de los años 60 del siglo pasado evaluaron las propiedades de algunas fibras naturales como refuerzo del cemento y concluyeron que era factible su uso, consiguiendo además prestaciones interesantes. Llegaron a ensayar

fibras de sisal, coco, caña de azúcar, bambú, yute, madera, etc., y desde entonces se han venido utilizando en muchos países en desarrollo (Aziz, Paramaswivam y Lee, 1984).

Aunque los resultados fueron alentadores, se encontraron algunas deficiencias respecto a su durabilidad. Estas deficiencias son resultado de la reacción entre la alcalinidad de la pasta de cemento y las fibras, además de la susceptibilidad al ataque de microorganismos en presencia de la humedad (Lewis y Mirihaglia, 1979; Gram, 1983; John y Agopyam, 1990, Cánovas, Kaviche y Selva, 1990; Ghavani y Rodrigues, 2002; Ranakrishna y Sundararajan, 2005).

Centraremos la atención en la experiencia desarrollada por Juárez et al. (2004), que pone en valor el recurso a las fibras vegetales no procesadas, en particular las fibras de *Agave lechuguilla*, tratada adecuadamente para aumentar su durabilidad frente al medio alcalino característico del hormigón. Impregnaron las fibras con diferentes sustancias repelentes del agua (aceite de linaza o parafina, entre otras), con el fin de conseguir reducir su interacción con el medio. Los ensayos realizados con las fibras y con el hormigón reforzado les permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

- Las fibras de lechuguilla tienen significativas propiedades físico-mecánicas, tal como su resistencia última a la tracción, que les permite ser consideradas como posible refuerzo en el hormigón.
- El tratamiento protector con parafina le permite a la fibra reducir su capacidad de absorción de agua. Además de mantener un porcentaje aceptable de su resistencia última a la tensión después de haber estado expuesta durante un año a un ambiente húmedo y alcalino, lo que resulta sumamente crítico.
- La fibra de lechuguilla permite un comportamiento dúctil después del agrietamiento de la matriz de hormigón.
- Las fibras largas adicionadas en bajas cantidades, es decir, con porcentajes bajos del volumen total de la mezcla, proporcionan al hormigón la capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el hormigón convencional no reforzado.

- *Otras fibras*

A continuación se plantean otras ideas, en algunos casos basadas fundamentalmente en la intuición y en la experiencia cotidiana, que permiten fijar la atención sobre ciertos elementos naturales; en otros, la intuición inicial se intenta ratificar mediante ensayos preliminares sin otra pretensión que dar una primera aproximación al comportamiento de algunos materiales y esbozar posibles aplicaciones, dejando, eso sí, para un estudio

más profundo, la completa caracterización de los mismos y su ensayo en condiciones reales.

Se fija la atención en primer lugar sobre las fibras de rabo de berenjena, presentes en esta hortaliza y que seguramente se ha tenido la oportunidad de comprobar su “resistencia” al ingerir este preciado alimento. En efecto, se trata de fibras resistentes que, tras su secado y preparación, se pueden ensayar a tracción con el fin de probar su comportamiento. Pues bien, se han realizado ensayos con estas fibras, verificándose cargas de rotura en el entorno de 0.3 kN, dato que tal vez no sea sorprendente ni espectacular, pero que sí es comparable al de otras fibras utilizadas ya en algunos países, especialmente de Iberoamérica. Resultados similares se han conseguido con fibras de hoja de alcachofa, lo cual también es alentador, en el sentido de poder utilizar estos materiales como refuerzo de cierto tipo de pastas de construcción. Obviamente, en este tipo de aplicaciones se plantean problemas de compatibilidad de materiales, de degradación de las fibras naturales, pero en general ya se han establecido vías de solución interesantes, que tratan de recubrir la fibra para protegerla antes de su incorporación al mortero.

Se propone también la elaboración de morteros especiales destinados a zonas diáfanas de parques y jardines, incorporando material triturado procedente de desbroces de bosques.

De igual manera, el mortero que incorpore porcentajes de lana (preferiblemente sin tratamientos previos para no encarecer) variables entre 10 y 30% seguramente tenga un buen comportamiento como aislante de vibraciones. No obstante, este extremo debería ser verificado con los ensayos correspondientes.

Otras fibras también interesantes son las de esparto, junco y retama, muy abundantes en determinadas zonas.

*4.3. Desarrollo de recubrimientos a partir de *Pisolithus tinctorius**

Sobradamente conocido es el impacto ambiental producido por los productos químicos utilizados en la composición de pinturas, barnices y disolventes, si bien estos últimos se han sustituido parcialmente en el caso de las pinturas de base acuosa. La mayoría de los productos contienen metales pesados y gases con agentes tóxicos y peligrosos tanto para su manejo y puesta en obra como para la propia habitabilidad de los espacios tratados. La contaminación no se circunscribe en exclusiva al aire atmosférico, debido a la alta

volatilidad de algunos de los productos utilizados, también las aguas pueden verse afectadas a lo largo de todo su ciclo.

Por ello, deben ser bienvenidos los esfuerzos dirigidos a proponer alternativas al uso de este tipo de productos químicos, sobre la base de sustancias naturales, dentro de una filosofía de sostenibilidad global de las construcciones, que abarca, entre otros aspectos, los materiales utilizados, el ahorro de energía, la gestión de los residuos derivados de la propia actividad del edificio, etc.

Ensayos llevados a cabo en la Politécnica de Almadén (Mata y Solano, 2006) pusieron de manifiesto la bondad de los recubrimientos a base de *Pisolithus tinctorius* sobre soportes de maderas diversas utilizadas habitualmente en la construcción y equipamiento de viviendas. Uno de los efectos más destacables es el de envejecimiento de la madera, aspecto y textura que se consiguen untando adecuadamente las superficies bien con pasta de pisolitus o bien con disoluciones de este producto en agua. El mismo efecto se consigue también sobre superficies de otros materiales, como los cerámicos o incluso los plásticos.

La utilización del *Pisolithus tinctorius* como pigmento data de tiempos remotos, desde los cuales se ha venido usando como sistema para marcar el ganado, como juego de nuestros abuelos, que hacían sus pinturas en las rocas que encontraban a su paso en su época de niñez.

Recurrir a esta especie de hongo como pigmento base para elaborar tintes o pinturas naturales, tiene su importancia debido a la gran resistencia que presenta dicha sustancia, una vez seca y curada, en cualquier condición climatológica. La superficie impregnada con *Pisolithus tinctorius* mantiene el color característico que da el hongo (diferentes tonalidades de marrón) durante largo tiempo.

5. Perspectivas

Se ha llegado a la necesidad de incorporar materiales “sostenibles” a partir del análisis de los impactos que la construcción provoca sobre la naturaleza. Se trata de materiales naturales o artificiales en los que se invierta la mínima energía para producirlos e instalarlos, que no generen residuos o que estos sean reciclables y que tengan una larga duración. En otras palabras, los materiales sostenibles son aquellos que están diseñados, producidos y utilizados de acuerdo con criterios de sostenibilidad.

Se han revisado ejemplos ya testados y se han propuesto, sobre la base de ensayos de laboratorio desarrollados en nuestra Escuela, algunas alternativas, tanto para elementos resistentes como para recubrimientos.

Se han planteado sólo algunas de las múltiples posibilidades que se pueden desarrollar. Son necesarios mayores esfuerzos en investigación para clarificar el alcance de algunas de las sugerencias aportadas. En todo caso, queda mucho trabajo por hacer. Esta línea de investigación tiene gran interés y está encuadrada en el contexto amplio de la eficiencia energética, bajo el referente de la sostenibilidad y la mejora continua de la calidad.

Una sociedad tecnológica, incluso “hiper-tecnológica”, a veces esboza trazos de sociedad desestructurada, en el ámbito de la vida de las personas y en el de la interacción con el medio natural. El ser humano, la tecnología y la naturaleza deben ir de la mano, deben avanzar hacia un futuro en el que mejore la calidad de vida de todas las personas, la tecnología permita altas cotas de desarrollo y la naturaleza mantenga y refuerce su esplendor. La sostenibilidad ha de ser ante todo compromiso.

6. Bibliografía

- AZIZ, M. A., PARAMASWIVAM, P., LEE, S.L. (1987). *Concrete Reinforced with Natural Fibers*, Concrete Technology and Design Vol. 2, New Reinforced Concretes, Surrey University Press, U.K., Pag. 106 – 140
- CANOVAS, M.F., KAWICHE, G.M., SELVA, N.H. (1990). *Possible ways of preventing deterioration of vegetable fibres in cement mortars*. In: Sobral HS, Editor. Second Int. Symp.on Vegetable Plants and Their Fibres as Building Materials, Sep. 17–21. London: Chapman & Hall, Pag. 120–9
- EL BAKKOURI, A., EZBAKHE, H., AJZOUL, T., EL BOUARDI, A. (2005). *Etude thermomecanique du beton allege avec du liege et du beton allege avec des grignons d'olive*, 12 èmes Journées Internationales de Thermique, Tanger
- GHAVAMI, K., RODRIGUES, C.S. (2002). *Composites with bamboo and vegetable fibres: a contribution to a sustainable development*. In: Proc. of Int. Conf. on Non-Conventional Materials and Technologies (NOCMAT/3), Hanoi, Vietnam, Pag. 54-70
- GRAM, HE.(1983). *Durability of natural fibres in concrete*, Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm

- HERNÁNDEZ-OLIVARES, F., BARLUENGA, G., PARGALANDA, B., BOLLATI, M., WITOSZEK, B.(2007). *Fatigue behaviour of recycled tyre rubber-filled concrete and its implications in the design of rigid pavements*, Construction and building materials 21, Pag. 1918-1927
- JOHN, V.M., AGOPYAN, V. (1990). *Durability of blast furnace-slag based cement mortar reinforced with coir fibres*. In: Sobral HS, editor. Second Int. Symp. on Vegetable Plants and Their Fibres as Building Materials, Pag. 87–97
- JUÁREZ, C.A., RODRÍGUEZ, P., RIVERA, R., RECHY, M.A. (2004). *Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto*, Rev. Ingenierías, Vol. VII, Nº. 22, Pag. 7-19
- LEWIS, G., MIRIHAGALIA, P. (1979). *Natural Vegetable Fibers as Reinforcement in Cement Sheets*, Magazine of Concrete Research, Vol. 31, No. 107, Pag. 104 – 108
- LOBERA, J., MICHELUTTI, E. (2007). *Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador*, Revista internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo, Nº 2
- MATA, F. (2003). *El humanismo científico y tecnológico desde la perspectiva de la sostenibilidad*, Revista Ingenierías, Nº 20, Pag. 18-23
- MATA, F., Arroyo, J. (2005). *Empleo de la fundición dúctil nodular en el diseño estructural. Estudio preliminar de propiedades mecánicas y calidad superficial*, Boletín de la Asociación de Antiguos Alumnos EUPA
- MATA, F., SOLANO, R. (2006). *Caracterización y aplicaciones del pisolithus tinctorius. Investigación preliminar*. Escuela Universitaria Politécnica de Almadén
- RAMAKRISHNA, G., SUNDARARAJAN, T. (2005). *Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: a comparative study*, Cement and concrete composites 27, Pag. 547-553