

Análisis y clasificación de pavimentos exteriores para espacios públicos: propuesta de pavimentos de matriz base de CAC reforzados con fibras vegetales y sintéticas.

Madelín Ramírez^a, Josep Claramunt^b, Cristina Pardal^a

^aDepartamento de Tecnología de la Arquitectura, Universidad Politécnica de Cataluña; Av. Diagonal 649, 08028 Barcelona, España; ^bDepartamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología, Universidad Politécnica de Cataluña; Av. del Canal Olímpico 15, 08860 Castelldefels, Spain
made_22@hotmail.com

Este trabajo está estructurado en tres partes; un análisis de tipos de pavimentos para espacios públicos desde una perspectiva arquitectónica, realizándose una selección de plazas duras de Barcelona en un periodo comprendido entre 1992 hasta el 2016, estableciendo algunas características como la tipología, forma de colocación, forma de evacuación del agua entre otros factores presentes en los pavimentos empleados en dichas plazas de estudio. Una parte experimental de desarrollo de un tipo de pavimento basado en un material compuesto de matriz de cemento a base de Cemento de Aluminato de Calcio (CAC), metacaolín y refuerzo de fibras tanto sintética como vegetal y por último una parte final de verificación de la idoneidad del pavimento desarrollado como sustituto de un pavimento comercial previamente analizado.

Palabras clave: Plazas duras; cemento aluminato de calcio; refuerzo de fibras; pavimentos.

1. Introducción

El desarrollo de nuevas técnicas alternativas a los cementos tradicionales es un tema de investigación constante en la comunidad científica.

Desde que las fibras de asbestos fueron diagnosticadas como peligrosas para la salud empezó la búsqueda de nuevas alternativas que le proporcionarían al concreto las propiedades que el asbesto le daba, además de ser competitivo precio-calidad. Las fibras de polipropileno, las de acero y más recientemente las de vidrio han sido alternativas viables para el reforzamiento del concreto, sin embargo han ido con los avances implementando otro grupo, las llamadas fibras naturales o vegetales las cuales han sido motivo de diversos estudios para su posible aplicación y que cumplan con este propósito. [1].

El uso de fibras vegetales para reforzar matrices frágiles tales como mortero de cemento o de hormigón constituye una interesante posibilidad que ofrece muchas ventajas con respecto a la utilización de otras fibras o refuerzos. Debido a sus propiedades mecánicas, las fibras vegetales mejoran la ductilidad, la flexibilidad y la resistencia a las grietas del material, entre otros beneficios.

La necesidad de obtener materiales alternativos al concreto reforzado convencional, se ha ido incrementando y en esa continua búsqueda de alternativas, el concreto reforzado con fibras representa las características de una solución con

viabilidad técnica y económica. Se han ido utilizando fibras de acero, de vidrio, carbón, minerales y naturales (yute, madera, coco, bambú, henequén asbesto, lana entre otros) fibras de polipropileno y muchas otras sintéticas como el poliéster y el nylon.

Los productos hechos con cemento portland y fibras naturales no procesadas tal como el sisal, coco, caña de azúcar, bambú, yute, madera entre otras, se han estudiado para determinar sus propiedades y su posible uso en la construcción en al menos 40 países diferentes. [2].

El uso de los no tejidos hacen posible nuevas aplicaciones en distintos sectores. Actualmente existen notable incremento de su producción a nivel mundial. [3].

2. Materiales y metodología experimental

2.1 Materiales

Las materias primas utilizadas para la fabricación de las piezas fueron: Cemento aluminato de calcio, proporcionado por Cementos Molins Industrial S.L.

El Metacaolín es suministrado por la empresa "ARCIRESA" cuyo nombre comercial es (METACAOLIN PESER) .

Se empleò agua destilada-desionizada de los laboratorios de la Escuela superior de agricultura ESAB.

Para evitar la adherencia de las matrices a los moldes se utilizó un desencofrante de la casa comercial Sika.

Las fibras utilizadas para el armado de los morteros fueron:

Fibra de **polipropileno** Sikafiber M-12 de la casa comercial Sika.

Fibra de **no tejido vegetal de lino** de 275 g/m².

Las muestras de no tejido vegetal de lino fueron elaboradas por el departamento de ingeniería textil y papelera (DETIP) de la Universidad politécnica de Cataluña en la maquina que se muestra en la Fig. 1.



Figura 1. Imagen de maquina de fabricado de fibras no Tejido.

El proceso de fabricación del no tejido vegetal de lino está estructurado en cuatro etapas;

Cardado de las fibras; El objetivo de esta etapa consiste en la separación de las fibras para formar fibras esponjadas, homogéneas y sin aglomeraciones.

Formación de capas; una vez cardada la fibra se forman capas homogéneas de fibras de la anchura y espesor deseados mediante el uso de una serie de cilindros que agrupan y planchan las fibras de la etapa anterior.

Formación de la manta no consolidada a partir del solapamiento de capas individuales superpuestas en sentidos perpendiculares; el numero de capas depende del gramaje que se desea obtener.

Consolidación del no tejido mediante el punzonado superficial de la manta; se realiza mediante unos cabezales especiales que disponen de un numero elevado de agujas (ver Fig. 2) que pinchan la manta para hundir fibras superficiales en el interior de la manta, consolidando el conjunto formando el no tejido. [4].



Figura 2. Imagen de agujas para consolidación del no tejido.

2.2 Metodología experimental

2.2.1 Metodología primera fase

Para el desarrollo de la primera fase, que comprende el análisis de una muestra de plazas duras de Barcelona, seleccionadas en el período comprendido posterior a los juegos olímpicos del 1992-2016. En esta primera fase de análisis, se desarrolló una ficha como se puede ver en la Fig. 3 que reúne todas las características que pueden servir de referente para el desarrollo de un pavimento con buenas prestaciones mecánicas y que a la vez solucione los problemas que presenta los que está siendo utilizados en la actualidad. Este estudio se realizó con visitas a los lugares de estudios, valiéndose de medios fotográficos, consultas de los archivos de la ciudad de Barcelona, entrevistas y otros soportes.



Figura 3. Imagen de análisis a plazas duras de Barcelona.

Esta contiene; localización, materiales, topografía, evacuación del agua, tipologías, usos, patologías y forma de colocación.

2.2.2 Caracterización de las materias primas.

La composición mineralógica de los conglomerantes utilizados se analizó mediante difracción de rayos X y espectroscopia de Infrarrojo.

Estos análisis se realizan a cada cementante antes de hidratarlos para obtener el porcentaje de los diferentes óxidos presentes. Se toma una pequeña muestra del material en polvo para ser analizado antes de ser hidratado. [5].

2.2.3 Determinación del tiempo de fraguado por el método de Vicat.

El tiempo inicial y final de fraguado de las pastas se registró con un equipo Vicatronic. El amasado se realizó basándonos en las especificaciones pedidas por la norma ASTM C-191 para obtener dichos tiempos.

2.2.4 Fabricación de las placas

Previo a la fabricación de las placas, se procede a cortar piezas de no tejido de unos 32cm x 32cm, los cuales luego de ser sometidos al proceso de humectación y secado en estufa, completados cinco ciclos para cada una de las laminas [6], serán ajustados a las dimensiones del molde (30cm x 30 cm).

Concluido dicho paso se procede al pesaje y mezcla de las materias primas, obteniendo una pasta con la que impregnaremos cada lamina del no tejido hasta su total absorción para ser colocadas en un total de 5 capas en la caja Hastchek [7]. Esta caja la conforman dos partes; la superior, formada por una caja cuadrada con perforaciones en donde será colocada una primera capa de aproximadamente 0,01mm de pasta. Entretanto, la otra parte inferior es la encargada de recoger el exceso de agua de la pasta extraída por medio de succión por vacío por medio de una boquilla con ayuda de un compresor. A través de este proceso queda el excedente de agua eliminado en esta primera fase y el resto al momento de la compresión de dicha placa.

2.2.5 Resistencia flexotracción.

Se prepararon placas de 30cm x 30 cm, para ser cortadas en 6 tiras de aproximadamente unos 5cm x 30cm. Se prepararon 2 probetas de cada mezcla. La determinación de ambos valores de resistencia se

determinó sobre las probetas curadas durante 28 días y 56 días.

Pasados los 28 días en la máquina climática con el proceso de curado, las probetas se someten a un ensayo de flexión para determinar las características mecánicas de estas. Se ensayaron por el método de flexión a cuatro puntos. Este ensayo se llevó a cabo con una prensa de control multiensayos "Incotecnic", ubicada en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB). Los parámetros de ensayo fueron, velocidad de ensayo 4,00 mm/min, intervalo de muestreo 0,25 seg, límite superior de fuerza 0,200 tf y con una celda de carga de unos 5 KN.

3. Resultados y discusión

3.1 Caracterización de las materias primas.

Estos resultados nos limitamos a exponerlos en este artículo, puesto que han sido enviados a otra revista y están pendientes de publicación.

3.2 Determinación del tiempo de fraguado por el método de Vicat.

El tiempo final de cada experimento no arroja una información relevante en el marco de estudio por lo que prescindiremos de este en el análisis de los resultados para esta y todas las demás mezclas ensayadas, para concentrarnos en el tiempo de fraguado, el cual será el tiempo comprendido desde el momento de la preparación de la mezcla, hasta que el equipo alcanza una altura de 38.6mm.

Los tiempos de fraguados fueron a su vez comparados con los resultados obtenidos en el aparato para determinar la calorimetría diferencial de barrido DSC, revelando que la interacción de la matriz con la fibra daba el tiempo necesario para estos ser manipulados hasta la fabricación de cada placa y cada composición.

Podemos decir que a mayor adición de Cemento aluminato de calcio CAC, más rápido fraguan las mezclas, aun así los tiempos de fraguados revelados dan el margen suficiente para la fabricación de las probetas.

3.3 Resistencia flexotracción.

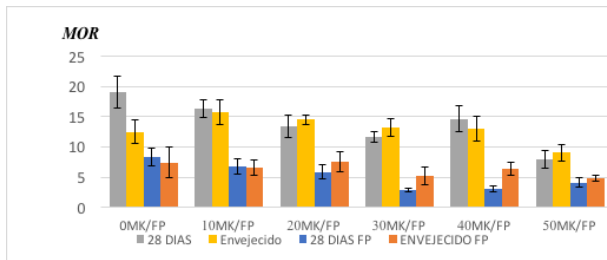


Figura 4. Modulo de rotura

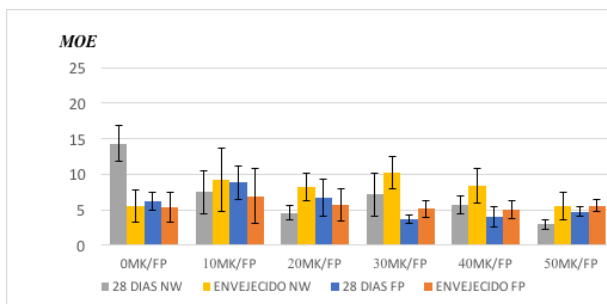


Figura 5. Modulo de elasticidad

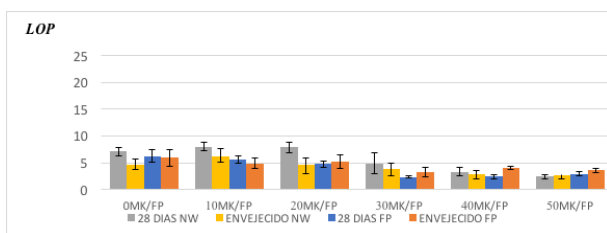


Figura 6. Límite de proporcionalidad

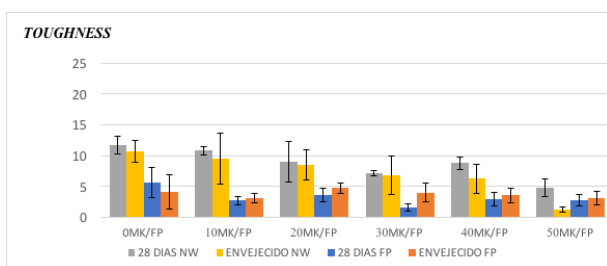


Figura 7. Energía específica

En las figuras 4ª, 4b, 4c y 4d podemos ver el comportamiento mecánico de las muestras analizadas, tanto antes como después del envejecido acelerado viendo a modo grueso que las probetas con el no tejido vegetal de lino, son las probetas con mayor comportamiento.

4 Conclusiones

En este trabajo se desarrollaron un sin números de pruebas las cuales nos permiten llegar a la conclusión de que las mejores muestras con mejores comportamientos mecánicos con y sin envejecimiento acelerado fueron las compuestas con el no tejido de fibra vegetal de lino.

Referencias

[1] Balaguru PN, Shah SP. “Fiber-reinforced cement composites,” New York: McGraw Hill; 1992.

[2] Fördös Z. “Natural or Modified Cellulose Fibres as Reinforced in Cement Composites”, Concrete Technology and Design Vol. 5, Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete, edited by R. N, Swamy, Blackie and Son Ltd, U.K., pp. 173 – 207 1988.

[3] Sabanés Hernández María Alethia. Uso de no tejidos de fibras en matrices de cemento para materiales de construcción. Tesis master. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. (2013).

[4] Ventura, H., Ardanuy, M., Capdevila, X., Cano, F. and Tornero, J. A., (2014). “Effects of needling parameters on some structural and physico-mechanical properties of needle-punched nonwovens” J. Text. Inst.105 (10) 1065–1075.

[5] Llerena Encalada. A, “Estudio de compuestos cementíceos reforzados con fibras vegetales: Evaluación previa del comportamiento de un panel de cemento blanco con adición de meta-caolín reforzado con un textil no-tejido de fibras largas de lino y cáñamo,” 2014. [en línea], Trabajo final de master, UPC, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona

[6] Claramunt J, Ardanuy M, García-Hortal JA, “Effect of drying and rewetting cycles on the structure and physicochemical characteristics of softwood fibres for reinforcement of cementitious composites,” Carbohydr. 2010.

[7] Ardanuy Mónica, Claramunt Josep y Toledo F. Romildo D. (2015). Cellulosic fiber reinforced cement-based composites: a review of recent research. Barcelona, España.