



## INTRODUCCIÓN

El progresivo aumento de la cantidad de residuos de caucho producido a partir de neumáticos usados se ha traducido en un problema ambiental. El crecimiento en el número de neumáticos usados en la UE, aumentó de 2,1 millones de toneladas en 1994 a 3,3 millones de toneladas en 2010 y el costo anual de su eliminación en países de la UE es cerca de 600 millones euros.

En el presente trabajo, se evaluaron las propiedades mecánicas y de conductividad térmica de composites de matriz de Cemento Activado Alcalinamente (CAA) preparados a partir de FCC con refuerzo de Fibras de Neumático (FN)

## OBJETIVO GENERAL

En este estudio, se analiza la valorización de Fibras de Neumático (FN) como agregado ligero en mortero de base Cemento Activado Alcalinamente (CAA) en mezclas cementantes ultraligeras y estudiar sus propiedades mecánicas y térmicas, para desarrollar aplicaciones en la ingeniería civil y la edificación.

## ETAPAS PRINCIPALES DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

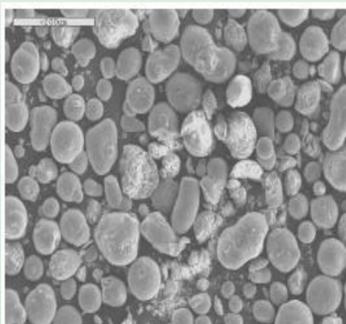
### MATERIALES

#### FCC

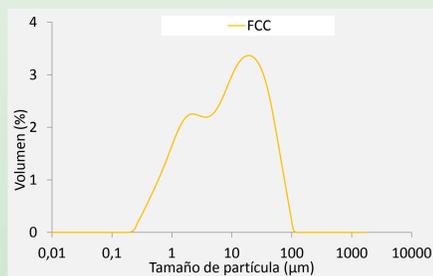
Catalizador usado de craqueo catalítico es un residuo procedente de la industria petroquímica

#### CCA

La ceniza de cáscara de arroz se ha utilizado en sus estados original y molido como fuente de sílice para la preparación de la solución activadora que junto con un material silicoaluminoso, constituirán los conglomerantes activados alcalinamente o geopolímeros.

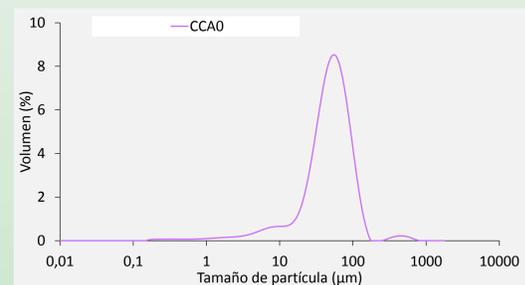


Fotografías de FCC de SEM



Composición química del FCC en porcentaje

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	PF	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
FCC	47,76	49,26	0,6	0,11	0,17	0,02	0,02	0,51	0,31	0,01	1,22



Composición química del CCAO en porcentaje

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	PF	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>
CCA	85,58	0,25	0,21	1,83	0,5	0,26	3,39	6,99	-	0,67	-	0,32

### Fibras De Neumático

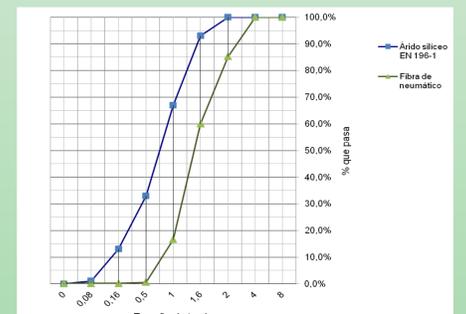
(FN) fueron producidas en el proceso de reparación de la superficie de neumáticos de camión en el recauchutado, - en la etapa del raspado es donde se genera la totalidad de las fibras de neumático y partículas. Se separan las fibras de camión (FC) de las partículas y se usa una granulometría que fue retenida por la malla # 0,63 mm y luego analizada usando la normativa UNE - EN 196-1.

### Árido Silíceo

El árido empleado para la realización de los morteros de geopolímero fue árido silíceo y la granulometría ha sido analizada por tamizado según la serie de Luces de malla de la normativa UNE - EN 196-1.



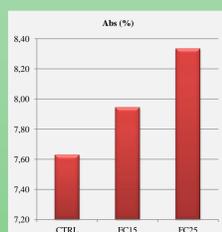
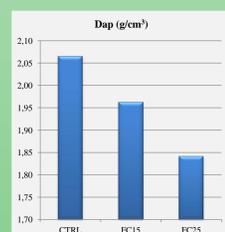
Fibra de neumático de camión



Distribuciones de tamaño de partículas para FN y árido silíceo, en comparación con arena norma CEN (EN 196-1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TIPO	FCC (g)	ACTIVADOR (g)	FN (g)	ARIDO (g)
CTRL			0,0	1350,0
FC15	450,0	270,0	166,2	1012,5
FC25			97,5	1147,5
FC 2/1	675,0	405,0		
FC1,4/1	472,5	283,5	435,0	0,0
FC 1/1	337,5	202,5		



Mortero	7 días 65 °C		28 días T <sub>9</sub> A <sub>9</sub>	
	R f (MPa)	R c (MPa)	R f (MPa)	R c (MPa)
CTRL	8,38 ± 0,00	41,26 ± 1,62	9,01 ± 0,81	49,10 ± 1,89
FC15	5,14 ± 0,19	23,10 ± 1,17	6,71 ± 0,13	32,14 ± 0,48
FC25	4,30 ± 0,21	18,35 ± 0,93	4,91 ± 0,71	22,95 ± 1,10
FC2/1	1,86 ± 0,09	7,06 ± 0,64	2,44 ± 0,07	8,22 ± 0,22
FC1,4/1	1,71 ± 0,12	5,44 ± 0,43	1,83 ± 0,07	5,83 ± 0,23
FC1/1	1,21 ± 0,02	3,30 ± 0,40	1,38 ± 0,08	3,10 ± 0,14

Muestra	λ (W / mK)
CTRL	1,201 ± 0,080
FC15	1,044 ± 0,101
FC25	0,993 ± 0,012
FC2/1	0,532 ± 0,037
FC1,4/1	0,503 ± 0,011
FC1/1	0,523 ± 0,011

Dosificaciones de los morteros

Densidad aparente en seco y la absorción en porcentaje

Propiedades mecánicas de los morteros: flexión (Rf) y compresión (Rc)

Conductividad térmica de las pruebas

Se realiza dos amasadas por cada tipo de mortero, con cantidad suficiente para confeccionar 3 probetas de 40x40x160 mm<sup>3</sup>. Unas probetas se conservaron en una cámara húmeda, a 20 ° C y 100% de humedad relativa durante 28 días y otras muestras a 7 días a una temperatura de 65 ° C. Se determina el peso saturado y seco de cada espécimen, tras la inmersión en agua durante 24 horas y su posterior secado en estufa a 60° hasta alcanzar una masa constante. Se obtuvo la resistencia mecánica, en el entorno de control de desplazamiento a una velocidad de 1 mm / min, con una máquina de ensayo universal (Instron modelo 3382). Se realizaron los test de conductividad térmica usando el equipo C- THERM TCI. Este método permite estimar la conductividad térmica del material en un intervalo comprendido entre de 0.2 y 29 W/mK

### CONCLUSIONES

- (1) El uso de FN como agregado condujo a una reducción de la densidad aparente en seco y un aumento de la absorción, en comparación con los valores obtenidos para el mortero CTRL de referencia.
- (2) La resistencia a la compresión de morteros que contienen FN varió de 3 a 32 MPa. Las propiedades mecánicas disminuyeron a medida que la FN se incrementó en cada una de las muestras.
- (3) Los resultados de conductividad térmica disminuyeron al aumentar el contenido de FN. La conductividad térmica del FC1/1 se encontró que era 0,52 W / (m K).
- (4) El uso de FN procedente de NFU en materiales de base CAA, puede mejorar las propiedades térmicas de estos materiales.

## AGRADECIMIENTOS

PROGRAMA NACIONAL DE BECAS Y CRÉDITO EDUCATIVO - PERÚ

