

RESUMEN

En la actualidad, se encuentra en permanente investigación y desarrollo el uso de hormigón con fibras artificiales, como ser fibras de acero, vidrio, polipropileno, asbesto, etc. Pero paralelamente y especialmente en países de menor desarrollo técnico y económico está surgiendo con mayor fuerza el “hormigón reforzado con fibras naturales” (bambú, yute, cáscara de arroz, bagazo de caña etc.), principalmente debido a la necesidad de utilizar con efectividad los recursos naturales propios de cada región evitando el empleo de materiales que no se producen y resultan en elevados costos de construcción.

El presente proyecto tuvo la finalidad de estudiar el uso de la caña bambú como refuerzo longitudinal en elementos de hormigón sometidos a flexión, con el fin de determinar si existe un aporte en la resistencia a flexión por parte de la misma.

Una vez seleccionadas las cañas a ser empleadas éstas fueron tratadas para evitar el ataque de hongos y así posteriormente obtener sus propiedades tanto físicas como mecánicas a través de diferentes ensayos de laboratorio basados en las normas de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT para maderas.

En lo que respecta a las propiedades físicas, se obtuvo el contenido de humedad de las muestras ensayadas utilizando dos métodos diferentes, el primero que consistía en la obtención del contenido de humedad de la muestra de manera directa mediante el uso de resistencias eléctricas y el segundo que es el más utilizado el cual una vez realizados los ensayos se procedió a cortar piezas de 3 centímetros establecidos por norma, las cuales fueron introducidas en horno a una temperatura de 103 °C hasta alcanzar el estado anhidro, para luego mediante diferencia de pesos obtener el contenido de humedad al que se encontraba la muestra al momento de ser ensayada.

La densidad calculada para la caña bambú fue la densidad básica, que es aquella que relaciona la masa de la probeta en estado anhidro con el volumen de la probeta en estado verde.

Por otra parte, utilizando una prensa AMSLER universal que se encuentra en el laboratorio de maderas de Ingeniería Forestal se sometió a la caña a los ensayos de tracción, compresión perpendicular y flexión en diferentes contenidos de humedad, para así poder determinar bajo qué condiciones la misma trabaja de manera óptima, obteniéndose los siguientes resultados:

- Cuando la caña es sometida a esfuerzos de tracción, la misma alcanza los valores máximos de su resistencia cuando tiene un contenido de humedad en el rango del 10% al 15%, alcanzado esfuerzos de rotura de aproximadamente 1345 kg/cm².

- En relación a la compresión perpendicular se verificó experimentalmente que la presencia de un nudo contrariamente a cuando la caña está siendo sometida a tracción, resulta beneficiosa, es por eso que el ensayo se realizó de manera diferenciada en muestras con y sin nudo. Alcanzando las mismas unas esfuerzos al límite de proporcionalidad de 103 kg/cm^2 y 88 kg/cm^2 correspondientemente.
- Para obtener el valor de resistencia a flexión se utilizaron cañas completas sin seccionar, las cuales alcanzaron un esfuerzo de rotura de alrededor de 809 kg/cm^2 .

Luego se procedió a caracterizar los agregados a ser empleados, y en base a sus propiedades se realizó la dosificación considerada más conveniente buscando alcanzar la resistencia a compresión de 210 kg/cm^2 en el hormigón preparado.

A continuación, utilizando los resultados anteriores se sometieron vigas de hormigón simple al ensayo de flexión ASTM C-78 para obtener un valor referencial de su resistencia, tanto para los 14 como para los 28 días de edad los cuales son $47,71 \text{ kg/cm}^2$ y $53,94 \text{ kg/cm}^2$ en promedio.

Posteriormente, se armaron vigas con diferentes cuantías de refuerzo de bambú en el rango de 1,5% y 5,5% el cual fue previamente recubierto con una capa del aditivo SIKADUR 32 GEL con propiedades epóxicas para asegurar su adherencia con el hormigón.

Estas vigas de igual manera fueron sometidas al ensayo de flexión ASTM C-78, para obtener sus resistencias a los 14 y 28 días de edad y así poder realizar una comparación que permita determinar si existe un aporte por parte del bambú en la resistencia a flexión cuando el mismo es utilizado como refuerzo del hormigón.

En los resultados obtenidos se puede observar que el incremento de resistencia a flexión para una edad de 14 días está en el rango del 7,3 al 52,95%, mientras que para los 28 días de edad se encuentra entre el 4,36 y el 60,51% cuando se compara las resistencias alcanzadas por el hormigón simple y las de hormigón reforzado con bambú.

Una vez definidas las características y el comportamiento del hormigón reforzado con bambú se determinaron ecuaciones para ser utilizadas en el diseño de elementos estructurales las cuales permiten obtener la cantidad necesaria de bambú para resistir la sollicitación a la que el elemento está siendo sometido.

Como aplicación de las mismas se realizó el diseño de una losa y una viga con dimensiones previamente definidas.

Con fines comparativos se realizó el diseño de la misma viga solo que de hormigón armado utilizando la normativa CBH-87 y ACI 05 llegando a resultados muy similares.

Finalmente se hizo un análisis de precios unitarios tanto para el hormigón armado como para el hormigón reforzado con bambú concluyéndose que el precio del m³ de hormigón reforzado con bambú es aproximadamente el 20% menor, lo que demuestra que es una alternativa económicamente justificable.