

## **Sendero peatonal en el Parque Nacional Cahuita**

### **La naturaleza al alcance de todos**

**• Es la primera estructura construida en Costa Rica con avances tecnológicos que minimizan el ataque destructivo de factores bioclimáticos**

**Juan Tuk Durán\***  
juantuk@hotmail.com

La montaña del bosque húmedo tropical, cuyo mayor exponente en la actualidad es la indomable región del Parque Nacional Cahuita, está ahora al alcance de todos: niños, jóvenes, adultos mayores y personas con discapacidad. La nueva pasarela, recién construida por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), y denominada sendero El Cativo, por fin lo hace posible.

Para ejecutar esta obra se necesitó diseñar un sistema estructural que, por su peso, sistema constructivo y materiales empleados, permitiera llevarlo a cabo en condiciones muy difíciles. El suelo es de muy baja resistencia: menos de 4,5 t/m<sup>2</sup>. A esto se suma el hecho de que grandes zonas están permanentemente inundadas a más de 1 m de altura y, además, se presentaron bolsas de material orgánico que se ha venido acumulando por siglos y que complicaron el diseño estructural y la interacción suelo-estructura.

Debido a estas circunstancias escogimos en primer lugar la madera como el material más adecuado para la obra, ya que su peso es el menor entre todos los materiales disponibles, como por ejemplo concreto y metal o sus combinaciones. Pero es lógico pensar “¿cómo es posible hacer esto si la madera se pudre y se la comen los insectos xilófagos?” Pues bien, esto ha sido posible gracias a modernas técnicas que permiten resolver las debilidades de la madera.

En segundo lugar, utilizamos nuevos sistemas de fundaciones prefabricadas que permiten instalar en obra placas que distribuyen el peso, como lo hacen los árboles de mangle

en amplias áreas y de manera eficiente y con poco peso.

Durante gran parte del tiempo de construcción tuvimos lluvia, lo que dificultó el desplazamiento de los obreros y el traslado de materiales a través de la montaña. En la figura 1 vemos la instalación de una placa en medio de un suampo, lo que obligó al uso de un sistema nuevo de fundación. La fijación se hizo con cuatro pines o micro pilotes de tubo galvanizado por cada placa, hincados manualmente y con equipo sencillo y portátil.

El sendero de Cahuita es la primera estructura construida en Costa Rica con avances tecnológicos que minimizan el ataque destructivo de factores bioclimáticos propios de esta zona.

El sistema estructural consta de un pasamano compuesto de madera y cable en la parte inferior, con el objetivo de dar protección a los niños y fotografiar el ambiente con la menor cantidad de obstáculos.

La losa de circulación, por su parte, está compuesta de madera de 33 mm de espesor por 140 mm de ancho y deja 20 mm de separación entre tablas. Esto reduce las variaciones de dimensión por cambios bruscos de humedad y temperatura, lo que minimiza los desplazamientos y curvaturas debidos a estas causas.

El sendero deberá observar ciertos criterios de mantenimiento para garantizar que muchas personas disfruten de esta belleza que la naturaleza nos ha prodigado.

#### **Material natural**

La madera es un material natural cuya variación hace que, hasta el día de hoy, su uso en la construcción de proyectos en zonas marítimo-terrestres fuera muy difícil de conceptualizar. No obstante, en el país contamos ya con sistemas de secado, preservación y diseño, seguidos de métodos de control de calidad, que permiten resolver las debilidades que presenta naturalmente el material.

La circulación sobre la pasarela entre pantanos, arenas movedizas y bolsas de barro orgánico, transmite una sensación de fortaleza estructural que nos hace olvidar las dificultades ambientales.

Construida en menos tiempo de lo previsto, la pasarela desafía los accidentes normales de los cambios violentos de humedad y tempe-



Figura 1. Instalación de una placa en medio del suampo.

ratura causantes de las torceduras y grietas. Es interesante señalar cómo según la hora día y las condiciones meteorológicas, se observan grietas abiertas y abarquillado en tablas de madera que en otro momento no se ven. Por la profundidad de penetración del preservante, estas grietas tampoco influyen en la degradación biótica de la madera a manos de las termitas y los hongos de pudrición; por lo tanto, su efecto es meramente estético.

También debemos llamar la atención sobre el sistema de uniones: hemos utilizado tornillos de alta tecnología los cuales, por su composición química y revestimiento, reducen el ataque corrosivo del ambiente al metal que forma el tornillo. El grado de fijación elimina totalmente holguras en los huecos que, de otra manera, con el uso irían aflojando las uniones.

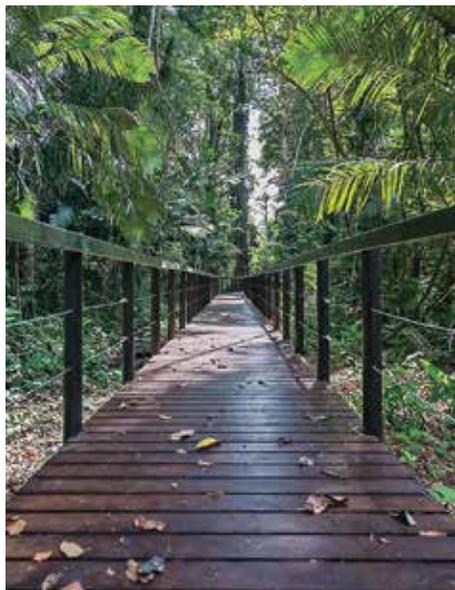
#### **Laboratorio**

El sendero El Cativo del parque Cahuita es, sin duda, un laboratorio en el cual se prueban muchos factores de diseño, combinación de materiales y métodos de cálculo estructural, en beneficio de la comunidad amiga de la naturaleza y para su estudio y disfrute.

El control de calidad del tratamiento químico de la madera incluyó constantes análisis con rayos X de cada lote de madera tratada; fue inspeccionada para medir la retención de los nuevos tipos de preservante micronizado utilizado en la impregnación de la albura de la madera de pino radiata. El pino radiata es

una especie de fácil penetración en la parte de albura y por eso se seleccionaron pilotes que no tuvieran duramen superficial o expuesto. Los pilotes tienen forma cilíndrica de 10 cm de diámetro y hasta 120 cm de longitud. Los cortes se modularon al largo que ofrece el proveedor para eliminar al máximo la pérdida por pequeños recortes. La madera del resto de la estructura también se moduló al largo disponible y el ancho de vía quedó en 160 cm.

Debido a la alta radiación ultravioleta, los cambios violentos de temperatura (frecuentemente entre 20°C y 50°C en un mismo día) y los continuos temporales con gran intensidad de precipitación, se optó por recubrir toda la madera. Este recubrimiento se hizo con resina de tipo acrílico y protector de rayos UV. La incidencia de rayos UV en la madera sin proteger deriva en la destrucción de los enlaces de los polímeros que componen la celulosa y la lignina, principales componentes del material. Ambos productos, usados en la protección de la madera en Costa Rica, son de reciente utilización en nuestro medio. Se trata de productos químicos de muy poca o nula toxicidad para el medio ambiente y eficientes en cuanto a durabilidad de la madera en medios húmedos.



En la preservación de la madera influyen dos factores para asegurar la duración de la obra: penetración total del producto químico en la albura; y retención del ingrediente activo en kg/m<sup>3</sup>; en este caso, la concentración de cobre metálico debe estar en 3,4 kg/m<sup>3</sup>. Estos valores de penetración y retención solo se logran con algunas especies como el pino, no así con especies nativas. (Fotografía de Fabricio Azurdía).

El preservante consiste en una mezcla de cobre micronizado y *Tebuconazole* como cobio-cida. Este preservante se impregnó en forma equivalente y como mínimo a razón de 3,7 kg/m<sup>3</sup> de cobre metálico en el volumen de madera tratada. La penetración observada fue: albura total. Una vez tratada la madera, esta fue secada nuevamente a 19% de contenido, lo que reduce la histéresis de las contracciones por cambios de humedad; no obstante, no se eliminan del todo.

Además, en este ambiente se generan gradientes de humedad en las piezas de piso que provocan deformaciones y reventaduras. La zona bajo la losa puede estar a menor o mayor contenido de humedad que la cara expuesta al cielo, lo que provoca tensiones que desembocan en grietas y acanalado, obligando a los tornillos de fijación a esfuerzos secundarios. Esta es una de las razones por las cuales han fallado senderos en otros lugares como el Parque Nacional Manuel Antonio.

### Guardaparques

La participación de los guardaparques en el proceso fue de gran importancia, pues ellos diseñaron la ruta del sendero. También fueron los encargados de llevar al turista por las zonas de mayor interés, como las que contienen las especies arbóreas, y los lugares de reunión de los muchos grupos de animales que hay en el parque (monos, tigres, perezosos y más).

También fue importante la participación del ingeniero Eduardo Raigoza Tuk, quien diseñó la rasante de la pasarela y supervisó de obra. Este diseño permitió optimizar el largo de los pilotes y en forma eficiente compatibilizó la longitud de los pilotes con el perfil del suelo. La construcción estuvo a cargo de la Arq. Marianela Rojas del Grupo Xilo.

### Conclusiones

El sendero peatonal El Cativo, del Parque Nacional Cahuita, marca un hito en la construcción con madera en zonas marítimo terrestres expuestas a *riesgo de uso tipo 4*, de gran agresividad para el material. Se utilizó el mejor tipo de preservantes disponibles en el mundo para el tratamiento de madera y con mínima toxicidad. Para reforzar lo anterior se aplicó una gruesa capa de barniz con óxidos metálicos transparentes que inhiben la acción de los rayos ultra violeta.



En la construcción de esta obra se utilizó madera de plantaciones certificadas de pino radiata. (Fotografía de Fabricio Azurdía).

En esta obra se utilizó un sistema de uniones de alta tecnología que cohesionan las uniones y sella la interface tornillo-madera. Esto permite reducir la penetración de líquidos y, con ello, la corrosión, así como el efecto de *achi-namiento* de huecos, al impedir el golpeteo de los contactos con el metal cuando circula la carga temporal sobre la losa de piso.

Es importante destacar como novedoso el sistema de fundaciones tipo manglar, que se adhiere al suelo ante los cambios de humedad y reptación por causas bio-geológicas. Además, esto permitió reducir el impacto ambiental de preparar concreto in situ dentro del bosque.

Finalmente, se utilizó madera de plantaciones certificadas de pino radiata, que reduce la emisión de gases de efecto invernadero en favor de la mitigación del cambio climático. Y una recomendación: Entre los documentos que se deben tener a mano al visitar el Parque está el libro de Enrique Sánchez, *Fló-rula del Parque Nacional Cahuita*, para aprovechar el trabajo realizado por científicos costarricenses sobre esta joya de la naturaleza. ■

\*Ingeniero civil especialista en análisis de estructuras y tecnología de la madera. Estuvo a cargo del diseño estructural y la dirección técnica del proyecto de construcción del sendero El Cativo. Fue el primer profesor catedrático del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), donde también desarrolló los métodos de diseño en los primeros años de creación de esa institución. Obtuvo el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología Dr. Clodomiro Picado Twight en 1983.