

FLUENCIA LENTA EN TABLEROS TENSADOS DE PUENTES DE MADERA DE PINUS RADIATA

Peter Dechent Anglada (pdechen@udec.cl), **Mario Giuliano Morbelli** (ggiulian@udec.cl)

Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil.

Luis Valenzuela Hurtado (lvalenzu@udec.cl)

Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente.

RESUMEN: Los tableros de puentes tensados de madera consisten en tabloncillos dispuestos de canto en la dirección longitudinal del puente que son tensados en la dirección transversal. A través del tensado transversal, la placa de rodado adquiere esencialmente la función estructural de repartir las cargas, con lo cual los tabloncillos vecinos, que no se encuentran directamente cargados, debido al tensado transversal, también colaboran a resistir parte de la carga. Los autores de este trabajo lideran actualmente un proyecto de transferencia tecnológica en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas de Chile, a efecto de introducir en Chile esta tecnología, utilizando la especie maderera *Pinus radiata*. El proyecto cuenta a la fecha con manuales de diseño adaptados de la norma AASHTO, además se han realizado ensayos en tableros tensados a efecto de calibrar métodos de análisis y diseño. La efectividad del trabajo conjunto del tablero queda garantizada, si es posible mantener una mínima tensión de compresión entre las láminas de madera. Sin embargo producto de la tensión de compresión interlaminar normal a las fibras, que ejercen las barras de tensado sobre la madera, esta al igual que otros polímeros padecen deformaciones en el tiempo, que reducen la tensión de las barras por acortamiento de ellas, afectando a la seguridad del tablero del puente. A efecto de analizar en detalle este fenómeno, se presentan en este trabajo los resultados de una investigación orientada específicamente a estudiar el fenómeno de creep en la especie maderera *Pinus radiata* sometida a esfuerzos variables de compresión normal a las fibras. Los ensayos realizados en probetas representativas de los puentes tensados de madera, han permitido la calibración de algunos modelos reológicos e implementación en un programa de elementos finitos, para la simulación numérica de puentes tensados de madera.

Palabras claves: Creep, *Pinus radiata*, tableros tensados.

CREEP OF TIMBER TENSIONATED DECKS OF PINUS RADIATA

ABSTRACT: The boards of stress-laminated timber bridge decks consist of planks arranged on edge in the longitudinal direction of the bridge that are tightened in the transverse direction. Through the tension of transversal tightness, the pavement acquires essentially the structural function of distributing the charges, with which the nearby planks, which are not directly loaded, due to the transversal tightness, also collaborate resisting part of the load. The authors of this work lead at present a project of technological transference as a whole with the Department of Accomplishment works of Chile, with the purpose of introducing in Chile this technology, using the timber species *Pinus radiata*. The project possesses to the date adapted manuals of design of the norm AASHTO, besides essays have been realized in tensioned decks to effect of calibrating methods of analysis and design. The effectiveness of the joint work of the board remains guaranteed, if it is possible to support a minimal tension of compression between the wooden plates. Nevertheless product of the tension of interlaminar compression normally to the fibers, which the bars of tightened on the wood perform, as the same as other polymers endure distortions in the time, which the tension of the bars by reduction of them, concerning the safety of the board of the bridge. To effect of analyzing in detail this phenomenon, the results of an investigation appear in this work orientated specifically on study the phenomenon of creep in the species *Pinus radiata* submitted to variable efforts of normal compression to the fibers. The essays realized in representative burettes of the stress-laminated timber bridge decks, have allowed the calibration of some reological models and implementation in a program of finite elements, for the numerical simulation of stress-laminated timber bridge decks.

Keywords: Creep, *Pinus radiata*, Tensioned decks

1. INTRODUCCIÓN

Los puentes tensados de madera consisten en tabloncillos dispuestos de canto en la dirección longitudinal del puente, los que son comprimidos en el sentido transversal por barras de acero de alta resistencia (Figura 1). La compresión de los tabloncillos permite que éstos trabajen como una placa sólida de madera, cuya función estructural es repartir las cargas transmitidas por las ruedas de los vehículos a los tabloncillos vecinos, los que no están directamente cargados, desarrollando así la capacidad de resistir la carga.



Figura 1—Ejemplo de un puente tensado de madera construido en EE.UU.

La madera al igual que otros materiales al estar sometido a cargas constantes sufren deformaciones que aumentan a una velocidad decreciente en el tiempo, este fenómeno es conocido como creep. Cabe notar que lo que sucede en los puentes tensados de madera no es específicamente creep, puesto que la carga también varía en el tiempo, a pesar de lo anterior se utiliza este término para explicar lo que sucede en la madera de estos tipos de puentes referente a la pérdida de tensado. Éstos puentes permanecen cargados transversalmente en la dirección perpendicular a la fibra de la madera lo que ocasiona deformaciones por creep, el tablero se enangosta y en consecuencia la barra de tensado anclada en los extremos del puente sufrirá un acortamiento elástico, provocando una disminución de la fuerza de compresión del tablero. Conjuntamente con las deformaciones por creep, las pérdidas de tensado son causadas por la influencia de factores ambientales como humedad y temperatura que influyen en la estabilidad dimensional de la madera. Para disminuir el nivel de pérdidas de fuerza se puede utilizar un sistema de tensado más flexible que las barras de acero, la reducción de la rigidez del sistema de tensado se puede lograr ocupando arreglo de resortes (conocidos también como disc spring) en el sistema de anclaje o reemplazar las barras de acero por barras de fibra de vidrio GFRP.

Este trabajo presenta resultados de ensayos de laboratorio, elaborados especialmente con el fin de estudiar el comportamiento de pérdida de tensado en los puentes tensados de madera bajo condiciones controladas en el contenido de humedad y temperatura de la madera. Cabe mencionar que la influencia de la temperatura en los tableros tensados de madera es relevante, dado que la madera en el sentido perpendicular a la fibra posee un coeficiente de dilatación térmica 3 a 5 veces más grande que el del acero (justo en la dirección de tensado), por lo tanto al disminuir la temperatura la madera se contrae más que las barras produciendo las consecuentes pérdidas de tensado.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL