

maderas

CIENCIA Y TECNOLOGIA

Indizada en: CAB Abstracts, Forest Products Abstracts, Agricultural Engineering Abstracts, Forestry Abstracts, Agroforestry Abstracts, Forestscience.info y Biocontrol News and Information

Director Asociado

Dr. Rubén A. ANANIAS

Consejo Editor

Dr. Aldo BALLERINI

Mg. Ana M. FERNANDEZ

Dr. José NAVARRETE

Dr. Mario RAMOS

Comité Editor Internacional

Sr. Anthony HASLETT

Weyerhaeuser, Mount Gambier, Australia

Dr. Roger HERNANDEZ

Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et Géomatique, Université Laval, Québec, Canadá.

Dr. Thomas MANNES

Department of Wood Science, Faculty of Forestry, The University of British Columbia Vancouver, British Columbia, Canadá

Dr. Rodolfo NEUMANN

Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Dr. Shusheng PANG

Wood Technology Research Centre, Department of Chemical and Process Engineering University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Dr. Antonio PIZZI

Ecole Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois, Université de Nancy I, Epinal, Francia

Comité Editor Nacional

Dr. Juan Eduardo DIAZ-VAZ OLMEDO

Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral, Valdivia.

Sr. Ricardo HEMPEL HOLZAPFEL

Departamento de Ciencias de la Construcción, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. Universidad del Bío-Bío, Concepción

Sr. Tomás KARSULOVIC CARRASCO

Departamento de Ingeniería de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

Dr. Justo LISPERGUER MUÑOZ

Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción

Sr. Roberto MELO SANHUEZA

Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Concepción

Sr. Vicente PEREZ GALAZ

Departamento de Ingeniería en Obras Civiles, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago, Santiago.

Sr. Gerardo SOTO URBINA

Centro Regional de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca, Talca.

DEFORMACIONES DIFERIDAS EN PROBETAS PEQUEÑAS Y LIBRES DE DEFECTOS DE EUCALYPTUS GRANDIS DE ARGENTINA.

CREEP IN SMALL CLEAR SPECIMENS OF ARGENTINEAN EUCALYPTUS GRANDIS

C. F. Calvo¹; A. D. Cotrina¹; A. G. Cuffré¹; J. C. Piter²; P. M. Stefani¹; E. A. Torrán¹

RESUMEN

La deformación en vigas de *E. grandis* cultivado en la Mesopotamia Argentina, fue estudiada en función del tiempo, con el objetivo de determinar su comportamiento bajo esfuerzos de flexión de larga duración. Cuarenta cuerpos de prueba de dimensiones pequeñas, libres de defectos, fueron sometidos a la acción de una carga concentrada en el centro, durante un año. El valor de las tensiones internas alcanzó los niveles normales para estructuras en servicio. Las condiciones de servicio en el lugar de realización de los ensayos fueron las habituales para ambientes interiores en la región. Se registraron periódicamente los valores de las deformaciones en el centro para cada probeta. El cociente entre la deformación obtenida luego de una semana y la instantánea alcanzó el valor de 1,48. La misma relación fue de 2,25 a los seis meses, manteniéndose constante hasta el año. Los resultados se comparan con los publicados para otras especies, y con los que surgen de la aplicación de las recomendaciones del Eurocódigo 5. Los valores obtenidos son congruentes con los correspondientes a otras investigaciones y mayores que los calculados utilizando las prescripciones de la norma.

Palabras claves: madera, Eucalipto, grandis, deformaciones diferidas, rigidez.

Creep of Argentinean *Eucalyptus grandis* was studied for determining its behaviour under long-term bending stresses. For this purpose an empirical research project with forty small clear specimens randomly selected were subjected to a middle span constant load during one year. Level of stresses and climate conditions were the usual for typical roof structures in the region. Deformations were periodically registered at the center of each specimen. The ratio of the total deformation to the instantaneous one reached 1,48 after a week. The same ratio was 2,25 after six month and also after one year. Results are discussed and compared with the ones found by other researchers and with the recommendations of Eurocode 5. Values of creep obtained in this work are congruent with the results of other investigations and greater than the ones obtained applying the prescriptions of the above cited code.

Keywords: wood, Eucalyptus, grandis, creep, stiffness.

¹ Investigadores del Grupo de Estudio de Maderas (GEMA). Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

² Director del Grupo de Estudio de Maderas (GEMA), Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional. ✉: piterj@frcu.utn.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El diseño de vigas de madera debe satisfacer dos requerimientos esenciales. El primero es el referido a la seguridad, el cual se relaciona con la asignación de una adecuada capacidad portante, y el segundo es el relacionado al correcto funcionamiento durante la vida útil de la estructura, proporcionando condiciones de servicio acordes al destino de la misma (Thelandersson, 1995a, 1995b). En este último aspecto, uno de los principales parámetros de diseño en ingeniería, para vigas de madera sometidas a esfuerzos de flexión, es la deformación que experimentan por efecto de las cargas correspondientes, tanto permanentes como variables.

La deformación final de una pieza estructural está integrada por dos componentes, i) la deformación elástica instantánea, dependiente del módulo de elasticidad, o sea de su rigidez, y ii) la que se produce posteriormente, que varía en función del tiempo y de otros factores, como la duración e intensidad de las cargas, y las condiciones de servicio que determinan el contenido de humedad de la pieza y su variación. Esta última componente se conoce comúnmente como deformación diferida o creep. Muchos trabajos han sido realizados sobre el proceso de creep, estudiando el efecto de las diferentes variables controladas en laboratorio (Bengtsson, 1999; Ranta-Maunus, 1995), pero una cantidad más reducida de experimentos se han llevado a cabo en condiciones de clima natural, ya sea en ambiente interior o exterior (Thelandersson, 1995a). Las consecuencias de este proceso no son consideradas muchas veces adecuadamente en el diseño de estructuras de madera, debido a la escasa difusión de las condiciones que favorecen su desarrollo y/o a la ausencia de datos necesarios para su cálculo.

El estudio de las deformaciones ha merecido una especial atención a partir de las plantaciones de especies de rápido crecimiento, pues los árboles, cortados a temprana edad, presentan en estos casos una importante proporción de madera juvenil, la que brinda en general menores valores de resistencia y rigidez, como consecuencia de la conformación que adquiere la importante capa intermedia de la pared secundaria en la estructura celular (Hunt, 1999). Sin embargo, investigaciones realizadas con *E. grandis* (Bamber et al., 1982) no presentan diferencias estadísticamente significativas para la densidad básica y el tamaño de las fibras, en árboles de rápido y normal crecimiento. Asimismo, resultados de ensayos con muestras de *Picea Abies* (Bengtsson, 2001) tampoco muestran diferencias estadísticamente significativas, en este caso para el creep, en árboles de crecimiento rápido y lento. En cambio, los resultados de estos últimos ensayos, dentro de un mismo árbol, registran variaciones importantes cuando se comparan las probetas con mayor proporción de madera juvenil, cercanas a la médula, con las más alejadas, presentando mayores valores las primeras.

La deformación diferida en una pieza es función del contenido de humedad, de la duración de las cargas, del nivel de esfuerzo y de la temperatura ambiente. El contenido de humedad, junto a la duración de la carga, es el parámetro que mayor incidencia tiene en la deformación lenta. Esta crece con el contenido de humedad de la pieza y se acelera, alcanzando valores aún mayores, cuando experimenta cambios de humedad bajo carga, resultando de mayor importancia la intensidad de las variaciones de humedad que el contenido absoluto de la misma. La simultaneidad de actuación de estos mecanismos hace muy difícil predecir el comportamiento referido a la deformación diferida de piezas estructurales sometidas a flexión bajo condiciones de servicio reales. (Hunt, 1999; Martensson et al., 1992; Thelandersson, 1995a, 1995b).

Investigaciones realizadas (Armstrong et al., 1962) con madera de fresno alpino, han mostrado distintos comportamientos para piezas que han presentado variadas condiciones de humedad durante el tiempo en que fueron sometidas a cargas, obteniendo la mayor relación entre la deformación final

y la instantánea para el caso en que la madera se cargó en estado verde y se secó bajo carga. La duración de las cargas causa un incremento de la deformación lenta aunque las condiciones de servicio, y, en consecuencia, el contenido de humedad de la pieza, se mantengan invariables. Bajo carga constante es posible encontrar que el valor del creep luego de veinte años, alcance valores iguales a dos veces, o incluso cuatro veces, el que se experimentaba a los seis meses (Andriamitantoa, 1995).

Investigaciones realizadas muestran que para niveles de tensiones inferiores al 35% de la de rotura, la evolución de las deformaciones en función del tiempo se mantiene estable luego de experimentar un crecimiento rápido, que ocurre en forma inmediatamente posterior a la deformación instantánea (Andriamitantoa, 1995). Acerca de la influencia de la temperatura, puede afirmarse que cuanto mayor es ésta, mayor es la deformación, pero en general es muy poco importante frente a los otros parámetros que se han descrito cuando alcanza valores inferiores a 50°C.

La mayoría de los experimentos se han llevado a cabo utilizando cuerpos sometidos a flexión, porque resulta más simple medir las deformaciones que en el caso de pequeñas variaciones longitudinales originadas por esfuerzos de tracción o compresión. Por otro lado, en el uso estructural de la madera reviste mucho más importancia, en general, el fenómeno de las deformaciones diferidas en elementos flexionados que en los sometidos a esfuerzos axiales. Si bien el comportamiento del material no es exactamente igual frente a los distintos tipos de esfuerzo debido a la influencia de la anisotropía que lo caracteriza, a los fines prácticos se puede asumir un comportamiento común (Ranta-Maunus, 1995).

El Eurocódigo 5 contempla el cálculo de las deformaciones diferidas a través de un coeficiente, k_{DEF} , que varía en función de la duración de las cargas y del contenido de humedad de la pieza, así como su variación. El producto de este coeficiente por la deformación instantánea provee el valor de la deformación diferida. La norma establece cinco clases de duración de cargas y tres condiciones de servicio (Arbeitsgemeinschaft Holz e. V.; Bruderverlag, 1995). Teniendo en cuenta que para el cálculo de la deformación instantánea se emplea el valor característico medio del módulo de elasticidad, el cálculo de éste se efectúa a través de ensayos estandarizados en el cuerpo normativo asociado al Eurocódigo 5 (Europäisches Komitee für Normung, 1996). En caso de diferir las condiciones de ensayo de las establecidas, los valores obtenidos se deben corregir a la condición de referencia. De esta manera, al quedar definida la velocidad de aplicación de la carga, y consecuentemente el tiempo de actuación, así como el contenido de humedad en las piezas al momento de determinar el valor del módulo de elasticidad mediante un ensayo, la aplicación del coeficiente k_{DEF} ya mencionado, es el que tiene en cuenta la influencia de ambos parámetros en la deformación diferida o creep.

El objetivo de este trabajo es investigar las deformaciones diferidas de cuerpos de prueba de madera de *Eucalyptus grandis*, procedentes de la Mesopotamia Argentina, solicitadas a flexión bajo cargas constantes de un año de duración y en condiciones de uso normal bajo estructuras de techos. Comparar los resultados con los obtenidos en otras investigaciones y con las prescripciones de una norma de relieve internacional para el diseño estructuras, como el Eurocódigo 5, con el fin de analizar la posibilidad de su aplicación a este tipo de madera.

Materiales y métodos

Para la investigación se utilizó madera de *E. grandis* proveniente de plantaciones localizadas en la Mesopotamia Argentina. Un total de 40 cuerpos de prueba libres de características tales como médula, nudos, fisuras, y otros defectos, fueron preparados a partir de piezas aserradas obtenidas al azar en

aserraderos, con el objeto de lograr una muestra representativa del material utilizado habitualmente en estructuras construidas con esta especie. Previo a la realización de las pruebas, las probetas fueron secadas naturalmente, estibadas en espacio semi-cubierto hasta alcanzar el contenido de humedad de equilibrio. Posteriormente, fueron cepilladas en sus cuatro caras, manteniendo su superficie exterior en forma natural, es decir sin protección alguna que le impida intercambiar humedad con el medio ambiente.

Los cuerpos de prueba fueron sometidos a un ensayo de flexión en tres puntos, con una carga centrada constante y aplicada por el término de un año, según esquema mostrado en la Figura 1. En la Tabla 1 se resumen las dimensiones, carga, densidad, humedad y características generales de los cuerpos de prueba. La relación entre la altura y la separación de los apoyos para las probetas ($1/20$ para dimensiones nominales) responde a condiciones normales de uso en estructuras.

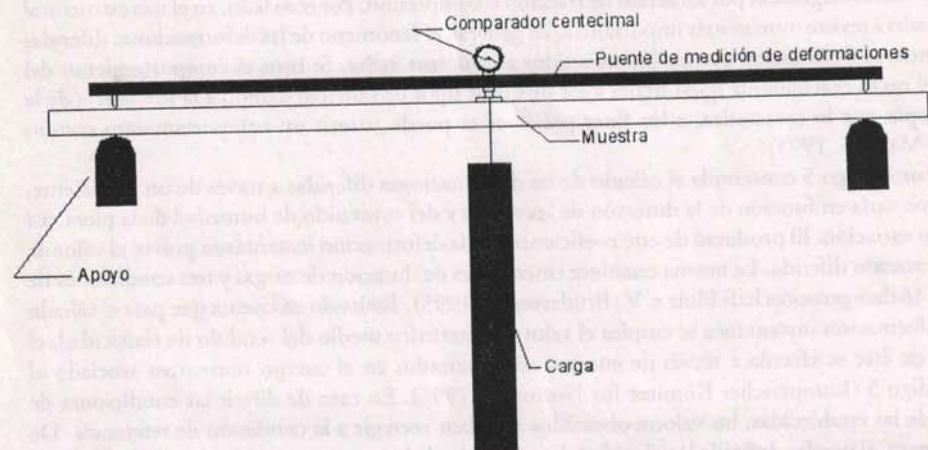


Figura 1: Esquema del dispositivo de carga

El nivel de la carga, siguiendo el mismo criterio, fue establecido con el objetivo de lograr tanto una deformación instantánea, como una deformación final, con relación a la separación entre apoyos, del nivel admitido normalmente en estructuras, o sea $1/400$ y $1/200$, respectivamente. Asimismo, el nivel de las tensiones de flexión producido en los cuerpos de prueba por la carga, que alcanza 10.7MPa , se ubica en el 24% del valor de la resistencia característica en flexión, si se toma en cuenta que para la especie este último es de 45MPa (Belvisi *et al.*, 1998). La humedad y la densidad fueron determinadas previo al ensayo siguiendo los procedimientos establecidos en las normas IRAM 9544 y 9532, respectivamente.

Tabla 1: Características de los cuerpos de prueba ensayados (n = 40)

	Valor medio	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
Carga (N)	226.3	17.4	256	202
Ancho (mm)	19.96	0.15	20.40	19.70
Alto (mm)	30.05	0.21	30.46	29.60
Luz (mm)	570	-	-	-
Humedad inicial (%)	14.63	0.98	16.20	13.00
Densidad inicial (kg/m ³)	630.2	80.7	820	490

Las pruebas fueron realizadas en un local bajo techo, sin climatización, reflejando las condiciones normales de uso en ambientes cerrados para la región de la Mesopotamia Argentina. Se determinó la deformación vertical, o flecha, u_T , en el punto central de cada viga, utilizando un comparador digital. La deformación instantánea u_P ocurrida inicialmente debido a la aplicación de la carga, fue determinada luego de aproximadamente un minuto de su aplicación. El valor relativo de la deformación en función del tiempo, $u_R(t)$, fue obtenido utilizando la siguiente ecuación:

$$u_R(t) = \frac{u_T(t)}{u_P} \quad (1)$$

dónde $u_T(t)$ es la deformación total a un dado tiempo.

Los valores de la deformación total en función del tiempo fueron registrados con periodicidad de una semana durante el primer mes, y posteriormente a intervalos de un mes hasta alcanzar un año desde el inicio. La deformación total final, u_{TF} , fue determinada como la deformación total alcanzada para un tiempo de un año. Simultáneamente se registraron las condiciones de humedad relativa y temperatura ambiente durante el transcurso de los ensayos.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se indican los resultados obtenidos para la deformación total final, u_{TF} , la deformación relativa final, u_{RF} , y la deformación instantánea, u_P , sobre el total de las probetas ensayadas. El valor más importante desde el punto de vista estadístico es el medio, ya que el objetivo de este trabajo se relaciona al cálculo de las deformaciones diferidas (deformación que ocurre luego de la deformación instantánea), lo que representa, conforme al criterio de las normas modernas, un estado límite de servicio.

La evolución del valor promedio de las deformaciones totales sobre el total de los cuerpos de

prueba se muestra en la Figura 2. Se puede observar un crecimiento importante en la primera semana, que precisamente constituye el límite inferior para cargas de media duración según el Eurocódigo 5. A partir de la primera semana y hasta los seis meses el incremento continúa en forma acentuada, siendo este último el límite inferior de tiempo que la norma asigna a las cargas de larga duración. Posteriormente y hasta el final de los ensayos se observa una estabilización en las deformaciones. El rápido incremento al comienzo, en forma inmediatamente posterior a la deformación instantánea, y la posterior estabilización en una tasa de deformación menor, coincide con los resultados de otras investigaciones (Andriamitantoa, 1995).

Tabla 2: Resultados promedios y estadística sobre los 40 cuerpos de prueba luego de un período de un año. u_{TF} : deformación total final, u_i : deformación instantánea, y u_{RF} : deformación relativa final

Parámetro	Nº ensayos	Valor medio	Desviación estándar	5% Normal	95% Normal
u_{TF}	40	3.39	0.86	1.96	4.81
u_i	40	1.53	0.29	1.06	2.01
$u_{RF} = u_{TF}/u_i$	40	2.25	0.27	1.80	2.69

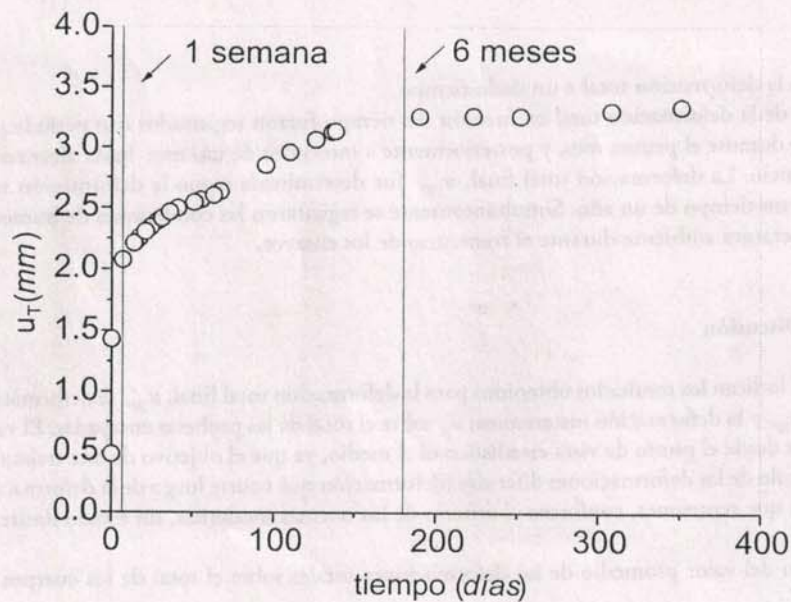


Figura 2: Deformación total en función del tiempo (promedio sobre 40 ensayos)

Debido a que las pruebas fueron realizadas en ambiente natural, no controlado, los valores registrados no permiten discriminar con precisión la influencia de los distintos mecanismos descritos por Hunt (1999). No obstante, el objetivo de este trabajo no es analizar por separado cada uno de los mecanismos, sino evaluar en forma global el proceso de deformación diferida.

El nivel del esfuerzo en los cuerpos de prueba, como ya se expresó anteriormente, se ubicó en el 24 % del valor característico. En consecuencia, la estabilidad en el incremento de la deformación lenta, encontrada en este caso, es comparable con las reportadas en otras investigaciones llevadas a cabo con cuerpos de prueba sometidos a esfuerzos menores al 35% del de rotura (Andriamitantsoa, 1995).

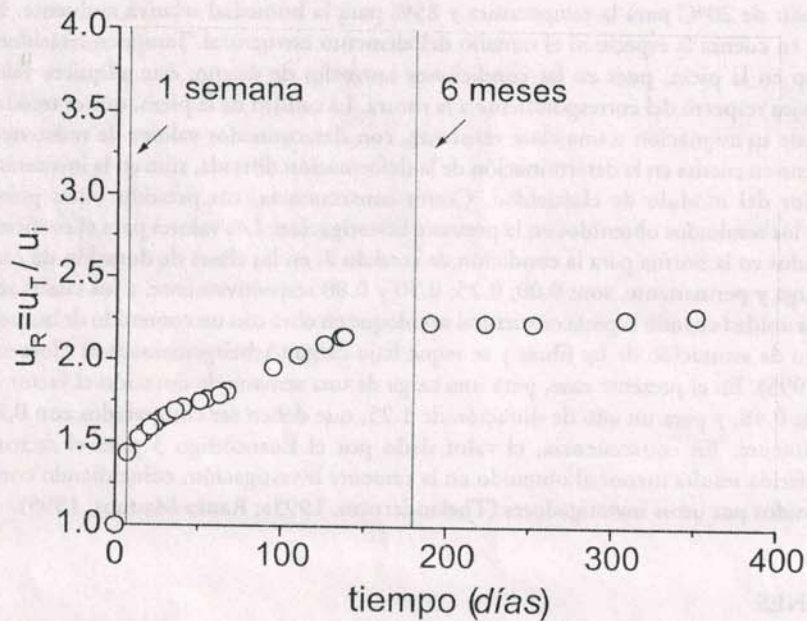


Figura 3: Deformación relativa en función del tiempo (promedio sobre 40 ensayos)

La deformación relativa, en función del tiempo, es mostrada en la Figura 3 como el promedio sobre el total de los cuerpos de prueba. En la misma puede apreciarse que partiendo de un valor igual a la unidad para el comienzo, la relación se incrementa hasta 1.48 a la semana, encontrando un valor de 2.25 a partir de los seis meses y que se mantiene hasta el final del ensayo, lo cual indica que la deformación total u_T es 2.25 veces la deformación instantánea u_i . Si se expresa la deformación total como la suma de las componentes instantánea y diferida, de la siguiente manera:

$$u_T = u_i + u_D = u_i + u_i k_{DEF} = u_i(1 + k_{DEF}) = u_R u_i \quad (2)$$

dónde u_D es la deformación diferida a un dado tiempo, resulta:

$$k_{DEF} = u_R - 1 \quad (3)$$

En consecuencia, el factor de deformación diferida k_{DEF} alcanza, para el caso estudiado, un valor de 0.48 al cabo de una semana y de 1.25 al cabo de seis meses, manteniéndose hasta el año. Investigaciones llevadas a cabo en condiciones de ambiente similares y para un año de duración, produjeron valores de k_{DEF} comprendidos entre 0.3 y 1.4, donde el valor inferior correspondió a cuerpos de prueba con protección superficial y el segundo a los que tenían su superficie libre, como es el caso del presente trabajo (Thelandersson, 1995a).

Conforme a las condiciones de servicio definidas en el Eurocódigo 5, los cuerpos de prueba ensayados pueden incluirse en la condición 2, es decir que se apartan solamente por algunas semanas en el año del valor de 20°C para la temperatura y 85% para la humedad relativa ambiente. Esta norma no tiene en cuenta la especie ni el tamaño del elemento estructural. Tampoco considera el nivel de esfuerzo en la pieza, pues en las condiciones normales de diseño, éste adquiere valores relativamente bajos respecto del correspondiente a la rotura. La calidad de la pieza, que es tenida en cuenta a través de su asignación a una clase resistente, con determinados valores de resistencia y rigidez, no se tiene en cuenta en la determinación de la deformación diferida, sino en la instantánea, a través del valor del módulo de elasticidad. Como consecuencia, sus prescripciones pueden compararse con los resultados obtenidos en la presente investigación. Los valores para el coeficiente k_{DEF} contemplados en la norma para la condición de servicio 2, en las clases de duración de cargas corta, media, larga y permanente, son: 0.00; 0.25; 0.50 y 0.80 respectivamente, a los cuales se les debe adicionar la unidad cuando la pieza estructural se coloque en obra con un contenido de humedad cercano al punto de saturación de las fibras y se seque bajo carga (Arbeitsgemeinschaft Holz e. V.; Bruderverlag, 1995). En el presente caso, para una carga de una semana de duración el factor k_{DEF} alcanzado fue de 0.48, y para un año de duración de 1.25, que deben ser comparados con 0,25 y 0,50 respectivamente. En consecuencia, el valor dado por el Eurocódigo 5 para el factor de deformación diferida resulta menor al obtenido en la presente investigación, coincidiendo con los resultados obtenidos por otros investigadores (Thelandersson, 1995a; Ranta-Maunus, 1995).

CONCLUSIONES

El comportamiento al creep en cuerpos de prueba de *Eucalyptus grandis*, pequeños y libres defectos, fue estudiado para las condiciones de utilización y de clima habituales de la Mesopotamia Argentina. Los resultados obtenidos son congruentes con los encontrados por otros investigadores para condiciones de servicio similares.

La aplicación de las prescripciones del Eurocódigo 5 conduce a la obtención de valores menores para las deformaciones diferidas que las encontradas en la investigación, lo cual significa que la citada norma debe aplicarse con prudencia en lo referente al tema y a la madera estudiada.

Con el fin de lograr mayor confiabilidad en los resultados, se debería efectuar mayor cantidad de ensayos del tipo descrito. A su vez, para comprobar la relación existente entre el tamaño de los cuerpos de prueba, así como la presencia de defectos en los mismos, y su comportamiento frente al creep, se deberían llevar a cabo pruebas en piezas de tamaño y características usuales en las estructuras.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRIAMITANTSOA, L. D. 1995. Creep, en Timber Engineering STEP 1, pp. A19/1-A19/5. Centrum Hout, The Netherlands.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT HOLZ E. V.; BRUDERVERLAG. 1995. Eurocode 5, Nationales Anwendungsdokument, STEP 4. Fachverlag Holz, Duesseldorf, und Bruderverlag, Karlsruhe.
- ARMSTRONG, L.D. KINGSTON; R.S.T. 1962. the effect of moisture content changes on the deformation of wood under stress. *Australian Journal of Applied Science*, 13 (4) 257-276.
- BAMBER, R. K.; HORNE, R.; GRAHAM-HIGGS, A. 1982. Effect of Fast Growth on the Wood Properties of *Eucalyptus grandis*. *Aust. For. Res.*, 12: 163-167.
- BELVISI, D.S. ; BLANC P.F.; CALVO C.F.; CORTINA A.D.; CUFFRE, A.G.; LAROCCA, F.D.; PITER, J.C.; TORRÁN E.A.; VILLALBA, D.I. 1998. Utilización de nuestras maderas con fines estructurales – Análisis y propuesta. En Anales de XVI Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural, Asociación de Ingenieros Estructurales, p. 41., Buenos Aires - Argentina
- BENGTSSON, C. 2001. "Short-term" mechano-sorptive creep of well-defined spruce timber. *Holz als Roh- und Werkstoff* 59: 117-128.
- CALVO, C.; COTRINA, A.; CUFFRÉ, A.; PITER, J.; TORRÁN, E. 2000. Deformaciones en flexión del Eucalipto Grandis bajo cargas de larga duración, en Anales de VII Ebramem, San Pablo, Brasil
- EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. 1996. DIN EN 384. Bauholz fuer tragende Zwecke, Bestimmung charakteristischer Festigkeits- Steifigkeits, und Rodichtewerte. DIN, Berlin.
- EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. 1996. DIN EN 408. Bauholz fuer tragende Zwecke und Brettschichtholz, Bestimmung einiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften. DIN, Berlin.
- HUNT, D. G. 1999. A unified approach to creep of wood. *The Royal Society* 455: 4077-4095.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 1963. IRAM 9532. Maderas, Método de determinación de la humedad, Buenos Aires.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES. 1973. IRAM 9544. Maderas, Método de determinación de la densidad aparente, Buenos Aires.
- MARTENSSON, A. Y THELANDERSSON, S. 1992. Control of deflections in timber structures with reference to Eurocode 5, in International Council for Building Research Studies and Documentation, Working Comisión W 18-Timber Structures, CIB-W18/25-102-2. Åhus, Sweden.
- RANTA-MAUNUS, A. 1995. Creep and effects of moisture in timber, in INFORMATIONSDIENST HOLZ, STEP 3, pp. 4/1-4/21. Fachverlag Holz, Duesseldorf.
- THELANDERSSON, S. 1995A. Deformations in timber structures, in INFORMATIONSDIENST HOLZ, STEP 3, pp. 11/1-11/16. Fachverlag Holz, Duesseldorf.
- THELANDERSSON, S. 1995B. Serviceability limit states-Deformations, in Timber Engineering STEP 1, pp. A17/1-A17/8. Centrum Hout, The Netherlands.

Maderas Ciencia y Tecnología, 4(2) 2002
se terminó de imprimir,
en el mes de septiembre de 2003,
en los talleres de
Trama Impresores S.A.,
la que actúa sólo
como impresora.