



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



20654

Distr. LIMITADA
ID/WG.538/2(SPEC.)
17 de junio de 1994
ORIGINAL: ESPAÑOL

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Seminario sobre Armonización de Normas
y Reglamentos para el Diseño de Estructuras
de Madera en America Latina y el Caribe

Sao Paulo, 21 a 25 de marzo de 1994

**NORMAS Y REGLAMENTOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
CON MADERA EN LATINOAMERICA Y EL CARIBE ***

Preparado por

Christian Arbaiza **

* El documento ha sido reproducido sin pasar por los Servicios de Edición.

** Christian Arbaiza, Director Ejecutivo, Centro Latinoamericano de Promoción y Desarrollo de la Madera (CAMBIUM).

CONTENIDO

	pág
INDICE	i
1.0 Antecedentes	1
2.0 Objetivos	1
3.0 Plan de Trabajo	2
4.0 Estrategias	2
5.0 Informe de los Países	2
5.1 El Uso de la Madera en la Construcción en Bolivia Ing. Gonzalo Dalence - Centro de Desarrollo Forestal	2
5.1.1 Antecedentes	2
5.1.2 Trabajo realizado	3
5.1.3 Posibles entidades participantes en Bolivia en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.	6
5.2 Situación actual de la Normalización de Construcción en el Brasil Julio E. Melo, Laboratorio de Productos Forestales - IBAMA ..	6
5.2.1 Introducción	6
5.2.2 Reglamentación de la construcción	7
5.2.3 Normas de dimensionamiento	8
5.2.4 Normas de caracterización	8
5.2.5 Estructura institucional	9
5.2.6 Planes futuros	2
5.2.7 Normas Brasileñas - Madera	10
5.2.8 Posibles entidades participantes en Brasil en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.	10
5.3 El Diseño Estructural con Madera en Colombia Arq. Urbano Ripoll - Constructor privado	11
5.3.1 Introducción	11
5.3.2 Codigos de construcción	12
5.3.3 Procedimientos de diseño	13
5.3.4 Normalización de materiales	13
5.3.5 Marco institucional	14
5.3.6 Planes futuros	15
5.3.7 Posibles entidades participantes en Colombia en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.	16

	pág
5.4 Situación General en relación al Uso de la Madera como Material Estructural en Costa Rica	
Ing. Eduardo Barquero, CIVCO-ITER	
Ing. Jorge Bonilla, DGF - MIRENEM	16
5.4.1 Introducción	16
5.4.2 Reglamentos de construcción	18
5.4.3 Códigos y procedimientos de diseño	18
5.4.4 Normas de materiales	19
5.4.5 Marco institucional.....	19
5.4.6 Planes futuros	20
5.4.7 Posibles entidades participantes en Costa Rica en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera	21
5.5 Uso de la Madera de Construcción en Ecuador	
Ing. Hugo Bravo B. - Universidad Central del Ecuador	22
5.5.1 Introducción	22
5.5.2 Reglamentos de construcción	22
5.5.3 Códigos y procedimientos de diseño	23
5.5.4 Normas de materiales	24
5.5.5 Planes futuros	25
5.5.6 Posibles entidades participantes en Ecuador en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera	25
5.6 Construcción con Madera en México y su Normalización	
Ing. Saul Cruz Roa - Secretaria de Desarrollo Social- SEDESOL	25
5.6.1 Introducción	25
5.6.2 Antecedentes	26
5.6.3 Normatividad	27
5.6.4 Planes actuales y futuros	28
5.6.5 Posibles entidades participantes en México en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera	28
5.7 Reglamento de Construcción y la Normalización para el Diseño y la Construcción con Madera en México	
Arq. Manuel Elorza Wershoffen - Consejo Nacional de la Madera en la Construcción - COMACO	29
5.7.1 Introducción	29
5.7.1.1 Generalidades	29
5.7.1.2 Actitud ante el reglamento y las normas	29
5.7.1.3 Inspección y control de calidad	30

	pág
5.7.2 Reglamento de construcción	31
5.7.2.1 Generalidades	31
5.7.2.2 Antecedentes de la reglamentación sobre construcción con madera y su operatividad actual	32
5.7.3 Procedimientos de diseño	32
5.7.4 Modificaciones o enmiendas al reglamento	33
5.7.5 Normas aplicables a la construcción con madera	33
5.7.5.1 Normas de diseño	34
5.7.5.2 Normas de madera y productos maderables	34
5.7.5.3 Normas sobre tratamiento de la madera	36
5.7.5.4 Normas contra el fuego	36
5.7.5.5 Normas en trámite	36
5.7.6 Planes futuros	37
5.8 Desarrollo Tecnológico de la Construcción con Madera en el Perú Dr. Hugo Scaletti Farina - Universidad Nacional de Ingeniería	37
5.8.1 Introducción	37
5.8.2 Programas de investigación y desarrollo	39
5.8.2.1 Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de recursos forestales tropicales	39
5.8.2.2 Proyecto de promoción industrial de la madera para la construcción	40
5.8.2.3 Otros programas de investigación y desarrollo	41
5.8.3 Normas relativas a la madera como material estructural.	41
5.8.3.1 Identificación del material	42
5.8.3.2 Control de calidad	43
5.8.3.3 Propiedades para diseño	45
5.8.3.4 Dimensionamiento estándar	46
5.8.4 Aplicación de las normas	47
5.8.5 Norma ININVI E 102 " Diseño y Construcción con Madera del Perú "	48
5.8.5.1 Contenido	48
5.8.5.2 Generalidades	48
5.8.5.3 Materiales	48
5.8.5.4 Diseño	49
5.8.5.5 Construcción	49
5.8.5.6 Anexos	50
5.8.6 Recomendaciones	50
5.8.6.1 Normalización	50
5.8.6.2 Promoción	50
5.8.6.3 Abastecimiento eficiente del material	51

	pág
5.8.7 Posibles entidades participantes en Perú en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera	51
5.9 Usos Estructurales de la Madera en Uruguay	
Arq. Carlos Meyer - Instituto de la Construcción de Edificios Universidad de la Republica	
Ing. Fernando Durán - Instituto Uruguayo de Normas Técnicas UNIT	51
5.9.1 Introducción	51
5.9.2 Ordenanzas de construcción	52
5.9.3 Procedimientos de diseño	53
5.9.4 Calidad de los materiales	54
5.9.5 Marco institucional	55
5.9.6 Planes futuros	55
5.9.7 Posibles entidades participantes en Uruguay en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera	56

1.0 Antecedentes

En Noviembre de 1991 ONUDI organizó una reunión en Quito con el fin de impulsar el uso de la madera en la construcción en los países de la América Latina y el Caribe. Una de las recomendaciones más importantes de esta reunión fue solicitar a ONUDI la organización de una segunda reunión regional con el fin de establecer las bases para la creación de un *Plan de Acción para el Desarrollo de Normas de Construcción y Diseño para Madera en la Región*. En marzo de 1994 ONUDI respondió a esta petición e invitó a varios países de la región a enviar representantes de sus organismos de normalización y personas con conocimientos técnicos interesados en la promoción del uso de la madera en construcción. Ocho respondieron y enviaron 15 participantes a un *Taller de Trabajo sobre "Armonización de Normas y Reglamentos para el Diseño y Construcción con Madera"*. Este taller de trabajo tuvo lugar en Sao Paulo bajos los auspicios de ONUDI y del IPT.

2.0 Objetivos

Los objetivos primordiales de un Código uniforme y armonizado que reglamente el diseño y la construcción con madera en América Latina y el Caribe se pueden considerar:

- . Facilitar la optimización del uso y la protección de los recursos forestales.
- . Contribuir a devolver el valor económico que tiene el bosque por su vocación forestal y no ganadera o agrícola, a través del uso de la madera como material de construcción.
- . Promover el desarrollo industrial sostenible de los países de la Región.
- . Modernización de la industria forestal.
- . Fomentar el desarrollo de nuevos productos.
- . Facilitar el intercambio comercial entre los países.
- . Garantizar la seguridad y funcionalidad de las estructuras y construcciones con madera.
- . Establecer las bases que permitan la elaboración de ayudas de diseño y guías prácticas de construcción con madera.
- . Facilitar la difusión del uso de la madera y las labores de educación y promoción.

3.0 Plan de Trabajo

Durante la reunión se decidió identificar conceptos claves importantes que permitan crear un marco de referencia para la elaboración de un *Código de Diseño y Construcción con Madera para América Latina y el Caribe* y definir la estrategia a seguir para el desarrollo e implementación de este documento. Con este fin se propuso establecer la formación de grupos nacionales que promuevan con sus gobiernos, asociaciones profesionales e industriales, instituciones educativas y de investigación, la formación, fomento y promoción de comisiones permanentes de normalización con ingerencia en aspectos del uso de la madera.

4.0 Estrategias

A corto plazo, se intenta crear un documento base con carácter preliminar para delinear las actividades de diseño y construcción más importantes que vendrán a formar parte del Código. A mediano plazo se propuso una serie de reuniones en los países para discutir y mejorar el documento base, con el propósito de establecer un plan de trabajo de mediano y largo plazo que conduzca a la elaboración del documento y posterior difusión en medios académicos, profesionales y gremiales.

5.0 Informe de los Países

Se presenta a manera resumida, los informes editados presentados por cada uno de los representantes de los países participantes en la reunión de Sao Paulo, entre el 21 al 25 de Marzo de 1994. La presentación de los informes de los países, se ha ordenado alfabéticamente y en cada uno de los casos se señala el (los) responsable (s) de los mismos. Asimismo, en cada informe se señala las posibles entidades participantes en cada país, en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera a nivel latinoamericano.

5.1 El Uso de la Madera en la Construcción en Bolivia Ing. Gonzalo Dalence. Centro de Desarrollo Forestal

5.1.1 Antecedentes

Desde épocas remotas, se ha venido utilizando la madera como material de construcción, cubriendo algunas necesidades de los habitantes en materia de viviendas y de infraestructura, además, de servir como combustible para preparar sus alimentos, para elaborar otros artículos de necesidad para sobrevivir y para fabricar sus armas.

En el caso de viviendas, se tienen ejemplos de la utilización de la madera en distintas partes de la obra, fundamentalmente en paredes y techos (tijerales); por otro lado también fue utilizado en la construcción de templos (por ejemplo las misiones jesuitas de la región de la Chiquitania en el departamento de Santa Cruz); en el caso de obras de

infraestructura, se tienen ejemplos de la construcción de puentes de pequeñas luces y de embalses de agua. En todos los casos, la forma de utilización, es de la madera en rola, o cuando más con un corte primario realizado con hacha; reduciéndose de alguna forma las grandes dimensiones de las troncas.

En épocas más recientes, luego del avance tecnológico en materia de maquinaria para procesar la madera, se ha seguido utilizando la misma, manteniendo algunos usos tradicionales y empleándola también para la fabricación de muebles, de puertas y ventanas, de pisos, de revestimientos, de envases, de moldes para hormigón armado, etc., recurriendo a las técnicas desarrolladas en países avanzados, situados en el hemisferio norte; donde la calidad de la madera es de características diferentes a la madera producida fundamentalmente en los bosques de tipo tropical, que son los de mayor predominancia en el hemisferio sur.

Concretamente, la tecnología fue desarrollada para maderas del tipo CONIFERAS, muy comunes en los bosques predominantes en el hemisferio norte y en el sur del hemisferio (sur de Chile y Argentina) de tal forma que la bibliografía especializada, las normas y las ayudas para el diseño, estaban exclusivamente escritas para ese tipo de maderas, o sea que había que utilizar esta información técnica, para desarrollar diseños con otro tipo de madera, vale decir, con las del tipo LATIFOLIADAS, que son la que habitan en los bosques tropicales del hemisferio sur. Con esto, los proyectos resultaban más costosos que los que realmente debía tener un diseño utilizando la madera que estaba a nuestro alcance; esto debido a la baja resistencia y a los coeficientes de seguridad muy altos para las maderas CONIFERAS.

5.1.2 Trabajo realizado

Una vez conocidos y considerados estos antecedentes, se comenzó con la tarea de identificar en mejor forma nuestras maderas, tratando de conocer sus características biológicas, botánicas, físicas, químicas, físico-mecánicas, de trabajabilidad, de uso, etc., de tal forma que se puedan clasificar siguiendo el sistema de grupos con las mismas características, para una utilización más racional.

Para lograr este objetivo, Bolivia junto con el Perú, el Ecuador, Colombia y Venezuela, solicitó al organismo que los agrupa, la búsqueda de un mecanismo que nos permita desarrollar investigaciones en el campo de la madera, consiguiendo el asesoramiento y el financiamiento correspondiente para lograr tal cometido.

Es así que la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC), en el año 1975, procesó a los cinco países, el llevar adelante el denominado Proyecto Andino de Desarrollo Tecnológico en el Area de los Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT),

contando para ello con el financiamiento del International Development and Research Centre de Canada. Los objetivos de este proyecto fueron los de estudiar 20 especies de madera por cada país, de tal forma que al finalizar el mismo, se conozca con todo detalle, las características de cada una de las especies estudiadas, proponiendo además información acerca de los posibles usos a que estarían destinadas las mismas, en especial para su uso en viviendas de interés social. A partir de entonces, cada país con sus técnicos, comenzó la investigación minuciosa, contando con la colaboración de la Universidad y los distintos organismos tanto gubernamentales como privados, que se integraron al proyecto. Los resultados preliminares fueron centralizados en el Laboratorio Andino de Investigaciones de la Madera (LADIMA) con sede en Lima-Perú, donde se complementaron las investigaciones y se obtuvieron los resultados finales.

Estos resultados finales estuvieron listos hacia fines de 1981, habiéndose publicado los mismos, en documentos que en la actualidad están siendo utilizados por los proyectistas. Entre ellos se tiene:

- Manual de Diseño de Maderas del Grupo Andino
- Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas
- Manual del Grupo Andino para el Aserrió y Afilado de Sierras Cintas y Sierras Circulares
- Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas
- Descripción General y Anatómica de 105 Maderas del Grupo Andino
- Cartilla de Construcción con Madera
- Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 especies de Bolivia
- Secado y Preservación de 105 Maderas del Grupo Andino
- Ensayos de Uniones Empernadas con Maderas de 46 especies de la Sub-región Andina
- Influencia de Defectos en la Rigidez y Resistencia de Vigas de 5 especies de la Sub-región Andina
- Código de Construcción con Madera
- Cartilla de Promoción para la Construcción con Madera
- Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural

Posteriormente, se entró en una segunda etapa, la misma que tenía como objetivo, la utilización de los resultados en el diseño y construcción de viviendas, galpones y puentes. Esta etapa comenzó en 1982 y terminó en 1989; paralelamente a la construcción, se difundió toda ésta información, a través de seminarios y talleres que fueron programados para llevarlos a cabo en todo el país. De esta segunda etapa, también se obtuvieron algunos documentos, como son:

- Construcción de un Conjunto Habitacional en Santa Cruz - Bolivia
- Manual para la Construcción de Galpones Livianos
- Construcción de Puentes Modulares de Madera
- Construcción a base de Pórticos
- Estudio de Especies aptas para la Producción de Puertas

y Ventanas

- Regla de Clasificación de Madera Aserrada Tropical

Entre otros trabajos que se han realizado o que se están realizando actualmente, al respecto, podemos mencionar los siguientes:

- a) **Normas Bolivianas sobre maderas:** Se tiene elaboradas 12 Normas Bolivianas, cuya relación es la siguiente:

057-73	Maderas - Glosario
058-73	Maderas - Recolección y selección de muestras
091-74	Maderas - Nomenclatura de maderas comerciales
092-74	Maderas - Acondicionamiento de las maderas destinadas a ensayos físicos y mecánicos
093-74	Maderas - Medición y ubicación de maderas en bruto y aserradas
124-75	Maderas - Glosario de piezas de madera
125-75	Maderas - Definiciones de defectos y criterios
127-75	Maderas - Método para determinar la humedad
270-78	Durmientes de madera - Definiciones, Clasificación
271-78	Durmientes de quebracho colorado
272-78	Durmientes de quebracho blanco para preservar

- b) **Trabajo de investigación sobre el Quebracho Colorado**

Está en fase de finalización el trabajo de investigación sobre esta especie, fundamentalmente destinada a la producción de durmientes para vías férreas.

- c) **Compatibilización y Promoción de las Normas Técnicas de las Maderas Tropicales de la Sub-región Andina.**

Proyecto en etapa de inicio, realizándose hasta el momento, acopio de información. Es un proyecto destinado al Control de Calidad para exportar madera.

Esto en líneas generales, es lo que Bolivia ha realizado en el campo de la tecnología de la madera, esperándose en el futuro, contar con la colaboración necesaria, para desarrollar más este campo, fundamentalmente en lo referido a la implementación de Códigos o Normas de Diseño Estructural con Madera, lo que supondrá una gran ayuda tanto en la enseñanza, como en la construcción con este material.

5.1.3 Posibles entidades participantes en Bolivia en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.

Sector Gubernamental :

- Secretaría Nacional de Urbanismo y Vivienda
- Secretaría Nacional de Transportes
- Ministerio de Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible
- Centro de Desarrollo Forestal
- Secretaría Nacional de Industria y Comercio

Sector Privado:

- Cámara Nacional Forestal
- Sociedad de Ingenieros de Bolivia
- Colegio Nacional de Arquitectos
- Asociación de Comercializadores de Madera
- Cámara Boliviana de la Construcción

Sector de la Enseñanza:

- Universidad Boliviana
- Universidad Privada

Cabeza de Sector:

- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad).

5.2 Situación actual de la Normalización de Construcción en el Brasil

Julio E. Melo, Laboratorio de Productos Forestales - Instituto Brasileiro de Medio Ambiente y de Recursos Naturales Renovables - IBAMA

5.2.1 Introducción

El empleo de la madera en la construcción es de forma tradicional, donde predomina el uso de especies ya consagradas en el mercado. Existe la norma de Dimensionamiento de Estructuras de Madera, desde 1951, que raramente es utilizada en estructuras no convencionales.

No hay control de calidad de las estructuras lo que normalmente se hace, es un acuerdo entre el comprador y el vendedor al recibo del material.

Deben resaltarse cuatro medidas del gobierno, principalmente cuando se consideran sus interpretaciones con la normalización.

- a) La apertura gradual hacia el comercio exterior
- b) La implantación del "Código de Defensa del Consumidor",

que tendrá impacto en la normalización en dos formas:

- b-1) la calidad pasa a ser un derecho fundamental del consumidor, y
 - b-2) la prohibición de comercialización de productos que no se basen en normas técnicas. El proveedor de productos y servicios está prohibido de colocar en el mercado de consumo cualquier producto, o servicio que no estuviera de acuerdo con las normas elaboradas por los organismos oficiales competentes, o por otra entidad avalada por el Consejo Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial.
- c) El lanzamiento del programa brasilero de calidad y productividad, compuesto por cinco sub-programas dentro de los cuales, dos específicamente de normalización, que son:
- Adecuación de los servicios tecnológicos para la calidad y productividad, directamente relacionados con la normalización, con el objeto de incentivar el desarrollo y la adecuación de la infraestructura de servicios de normalización técnica, certificación de calidad, metrología, ensayos e información tecnológica.
 - Articulación institucional, con el objeto de promocionar una efectiva integración entre gobierno, industria, comercio, sector de servicios, y entidades de educación, ciencia y tecnología para impulsar el desarrollo de la calidad y productividad.
- d) PROTECH - Programa de Difusión de Tecnología para la construcción de habitaciones de bajo costo.

De carácter voluntario, tenemos el proyecto en desarrollo por la Universidad de Sao Paulo - USP, a través de la Escuela de Ingeniería de Sao Carlos - EESC y Escuela Politécnica - POLI, titulado "Elaboración de Normas Brasileñas para el proyecto de estructuras de madera".

Existen también entidades de investigación y tecnología del Gobierno y empresas privadas que actúan de forma aislada y voluntaria en la elaboración de normas y especificaciones técnicas para la madera en la construcción.

5.2.2 Reglamentación de la construcción

El Código de Obras es elaborado y fiscalizado por el Departamento de Licencias y Fiscalización de Obras de cada Municipalidad. Para tener fuerza de Ley el Código debe ser aprobado por la Cámara Legislativa Municipal.

La fiscalización es hecha de forma que atienda las especificaciones del Proyecto, sin considerar el control de calidad de los elementos constructivos.

Los proyectos técnicos de construcción precisan recibir una autenticidad del CREA (Consejo Regional de Ingeniería, Arquitectura y Agronomía), teniendo en vista a, garantizar la participación de los profesionales debidamente calificados en las etapas de los proyectos y ejecución de la construcción.

5.2.3 Normas de dimensionamiento

N.R 7190/82 / *Cálculo y Ejecución de las estructuras de madera*. Las revisiones de normas son de carácter voluntario o por solicitud de los interesados, donde se forma una comisión de especialistas que es registrada junto a la ABNT (Asociación Brasileira de Normas Técnicas).

Las normas internacionales son raramente utilizadas, no existiendo familiaridad con el EUROCODE 5.

Las normas norteamericanas son usadas solamente en ensayos de caracterización.

5.2.4 Normas de caracterización

No existen normas para piezas estructurales, clases de tensiones, clasificación visual, control de calidad, uniones, adhesivos y preservación específica para estructuras de madera.

- a) Ensayos estructurales realizados - Flexión:
- LPF/IBAMA - BISI 5820/79 - 13 especies de maderas
 - CPPF/INPA - ASTM D 198/73 - 40 especies de maderas
- b) Ensayos en pequeños cuerpos de prueba sin defectos:
- NBR 6230/80- ensayos físicos y mecánicos de maderas
 - IPT - 500 especies caracterizadas.
 - COPANT
 - ensayos físicos y mecánicos de maderas
 - LPF/IBAMA - 250 especies caracterizadas
 - CPPF/INPA - 120 especies caracterizadas
- c) Instituciones de investigación y tecnología que participan de la forma voluntaria o por solicitud de los interesados en la elaboración de las normas y especificaciones técnicas:
- LPF/IBAMA Laboratorio de Productos Forestales- Instituto Brasileiro del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
 - CPPF/INPA Coordinación de Investigaciones de Productos Forestales - Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía.
 - IPT Instituto de Investigaciones

- EESC/USP Tecnológicas del Estado de Sao Paulo.
Escuela de Ingeniería de Sao Carlos -
Universidad de Sao Paulo.
- FUNTAC Fundación Tecnológica del Estado de
Acre.

5.2.5 Estructura institucional

a) Actividades de Forum de Gobierno:

El SINMETRO - Sistema Nacional de Metrología, Normalización y Calidad - es la autoridad superior de normalización en el país. Tiene como finalidad "formular y ejecutar la política nacional de metrología, normalización industrial y certificación de calidad de los productos industriales". Está formado por las siguientes entidades:

- CONMETRO Consejo Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial, que es un organismo público dedicado, en el campo de la normalización, a incentivar las actividades de normalización voluntaria en el país.
- INMETRO Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial, que es una autoridad federal que actúa como el órgano ejecutivo central del sistema.

EL INMETRO está constituido por "Comités de Coordinación Externa", cuyo objeto es promover un desarrollo coordinado de programas de trabajo, clasificación y aprobación de normas para registro, compatibilización con los intereses del país, etc.

b) Actividades de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

La ABNT es una sociedad civil sin fines de lucro, considerada de utilidad pública y está acreditada como el Forum Nacional de Normalización, lugar de compatibilización de los intereses de las tecnologías del sector público, de las empresas industriales y de los consumidores.

Hasta el día de hoy, la ABNT es la única entidad identificada como normativa a nivel nacional; sin embargo, otras entidades deberán también ser acreditadas en un futuro próximo. Es importante recalcar que la ABNT, a través de su Director-Presidente, integra el importante Consejo CONMETRO.

5.2.6 Planes futuros

Formar grupos de estudios integrados, teniendo en vista, en poner de acuerdo las metodologías de ensayos de

propiedades físicas y mecánicas existentes con la metodología internacional, como también, elaborar las siguientes normas:

- Selección y colección de muestras
- Identificación macro y microscópica
- Madera aserrada - dimensiones, inspección, muestreo, revisión
- Preservación
- Secado
- Trabajabilidad
- Clasificación por resistencia
- Agrupación de maderas tropicales en grupos estructurales
- Encofrados y andamiajes
- Elementos estructurales
- Ensayos con piezas estructurales
- Uniones estructurales en general
- Entablados y tableros
- Diseños estructurales

Y por fin establecer un programa de acción para la implantación y difusión de la metodología adoptada.

5.2.7 Normas Brasileiras - Madera

En total existen 77 normas relacionadas con el uso de la madera como material de construcción y especialmente como producto industrial de uso no estructural. La relación es la siguiente:

- 1 Cálculo Estructural
- 3 Clasificación y Propiedades Físicas-mecánicas
- 2 Transformación Mecánica de la Madera
- 8 Puentes de Madera
- 4 Postes de Madera
- 1 Cercos de Madera
- 6 Durmientes de madera
- 4 Identificación Anatómica de la Madera
- 5 Embalajes de madera
- 13 Chapas y Tableros Contrachapados
- 3 Cruzetas de Madera
- 5 Pallets de madera
- 22 Otros Usos y Propiedades de la Madera
- 77

5.2.8 Posibles entidades participantes en Brasil en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera

ABNT	Asociación Brasileira de Normas Técnicas
ABCI	Asociación Brasileira de Construcción Industrializada
ABPM	Asociación Brasileira de Productos de Madera
ABPM	Asociación de Preservadores de Madera
ABINCE	Asociación Brasileira de Industria de Compensados Especiales
ABIMA	Asociación Brasileira de Madera Aglomerada

LPF/IBAMA Laboratorio de Productos Forestales
 CPPF/INPA Coordinación de Investigación de Productos
 Forestales - Instituto de Investigación de la
 Amazonía.
 IPT Instituto de Investigación Tecnológica
 EESC/USP Escuela de Ingeniería de Sao Carlos-Universidad de
 Sao Paulo

5.3 El Diseño Estructural con Madera en Colombia

Arq. Urbano Ripoll - Constructor privado

5.3.1 Introducción

Aunque el uso de la madera para estructuras se ha popularizado en Colombia durante los últimos 14 años, pocos son los arquitectos e ingenieros con conocimientos profundos sobre la materia y puede decirse que se trata de un tema para especialistas. Si bien desde 1979 existían dos firmas especializadas fabricando estructuras de madera en Bogotá y Medellín con base en el código americano, el primer seminario informativo sobre el uso de la madera como material estructural tuvo lugar en Bogotá en 1981, bajo los auspicios de la Junta del Acuerdo de Cartagena a través del programa PRID-MADERA. Para entonces ya en la Universidad Nacional se venía dictando un curso semestral de post-grado sobre diseño de estructuras de madera.

Como se explica más adelante, la existencia de tres ensayos de códigos de madera estructural realizados en 1984 y 1988 no significa que en la práctica ellos tenga aceptación o de que exista alguna agencia gubernamental encargada de su aplicación o control. Mucho menos existe entidad alguna certificando la calidad de los productos de madera. Sin embargo, nuevos factores como la desaparición acelerada del bosque natural, el aumento del precio de la madera, la aparición en el comercio de madera de bosques cultivados y la necesidad de competir en mercados abiertos, han hecho ver a algunas industrias procesadoras de madera la necesidad de regular la explotación, comercialización e investigación de nuestras maderas.

Se tiene conciencia que la aprobación a finales del año pasado de la Ley que creó el Certificado de Incentivo Tributario favorecerá la reforestación y que es necesario emprender una serie de ensayos para catalogar las nuevas maderas. Esta labor, así como la de una revisión de los códigos de maderas y su implantación no tiene todavía aceptación dentro de las entidades del gobierno. Existe, no obstante, un comité permanente de maderas dentro del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC.

Otro factor positivo es la reciente creación del Ministerio del Medio Ambiente, el cual, por tener una orientación proteccionista deberá propender por un mejor aprovechamiento del recurso madera. Es de mencionar que uno de los cuatro sub-directores de este Ministerio tendrá a su

cargo el manejo de los bosques del país.

Debe también mencionarse que la apertura económica obligará a una rápida actualización de normas si se quiere ser competitivo en la industria de derivados de la madera. De hecho, ya existe una empresa colombo-venezolana para llevar a Venezuela la tecnología de estructuras de madera, desarrollada en Colombia durante los últimos 14 años.

5.3.2 Códigos de construcción

En Colombia se ha hecho varios intentos de códigos de madera:

El primero fue coordinado por la Universidad de Los Andes en 1984 en el marco de un convenio con la alcaldía para el ante proyecto de un *Código de Edificaciones del Distrito Especial de Bogotá*. Se pretendía con ello utilizar a la ciudad que genera cerca del 50% de la construcción total como campo de experimentación e inducir a todo el país a que aceptara, por vez primera, una normatividad en materia tan polémica. Como era de esperarse, por razones políticas el intento no tuvo éxito en el Concejo de Bogotá y el proyecto fue archivado durante varios años. Sin embargo, el pasado mes de Diciembre se logró la aprobación del anteproyecto realizado ocho años atrás y se espera la próxima ratificación del alcalde. Este código hace más énfasis en los procedimientos de clasificación y requisitos de la madera estructural, la explotación, comercialización, preservación y secado de la madera que en los aspectos de diseño estructural. Sin embargo, fue un documento que sirvió como importante antecedente del segundo ensayo.

En 1988 la Junta del Acuerdo de Cartagena financió a través del Banco Central Hipotecario y el Instituto de Normas Técnicas ICONTEC la elaboración del *Código Colombiano del Uso de la Madera en la Construcción*, documento que reunió un selecto grupo de profesionales e investigadores e incorporó una gran cantidad de las regulaciones publicadas hacia pocos meses en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino y las normas que el mismo ICONTEC había definido durante varios años de trabajo sobre la madera.

Para este momento ya era forzosa la aplicación del Decreto 1400 de Junio 1 de 1984, adoptado como Ley de la República con el título de *Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes*, el cual contemplaba los aspectos muy importantes como, por ejemplo: los tipos de cargas y sus combinaciones para determinar los esfuerzos en los elementos estructurales. Ese mismo código clasificó el territorio nacional según el riesgo sísmico y estableció las constantes y factores que deben tenerse en cuenta en el diseño de estructuras.

Finalmente, el ingeniero Roberto Caicedo, en forma individual, ha redactado un tercer documento que sigue las pautas establecidas en el Manual de Diseño del Pacto Andino.

Este proyecto de código tiene un definido enfoque hacia el diseño estructural.

En teoría el desarrollo de un Código Nacional debería ser función del Ministerio de Desarrollo y del Ministerio de Obras y su control de las secretarías de obras públicas de cada municipio. Sin embargo, existe conciencia de que la labor del gobierno es muy deficiente y que son los propios interventores y constructores de la industria privada quienes deben ponerlas en práctica. Por esta razón puede decirse que en cuanto a madera se refiere, no existe una entidad del gobierno que haga cumplir las normas relativas al diseño estructural.

5.3.3 Procedimientos de diseño

Las pocas estructuras de madera levantadas en el país antes de 1980 eran diseñadas con códigos europeos. Tal es el caso de los galpones holandeses Nemaho o daneses, importados por Avianca en Barranquilla, Postobón y Feria Internacional de Bogotá.

Pero fueron los estudiantes colombianos de ingeniería y arquitectura en los Estados Unidos quienes introdujeron los códigos americanos que aún hoy en día se utilizan en varias disciplinas de estas profesiones. Para el caso de la madera se aplican las " *National Design Specifications For Wood Construction* ", publicación de la National Forest Products Association - NFPA, el Timber Construction Manual del American Institute of Timber Construction - AITC. Adicionalmente algunas fábricas especializadas emplean normas tales como la " *Design Specification For Metal Plate Connected Wood Trusses* " del Truss Plate Institute - TPI (cerchas) o normas de la American Plywood Association - APA (contrachapados) o de la American Wood Preservers Association - AWP (inmunización).

Hasta donde tenemos conocimiento, no se ha divulgado en Colombia el código EUROCODE 5, CEN.

5.3.4 Normalización de materiales

Una de las fallas más notables de la industria colombiana de maderas es precisamente la falta de normalización y clasificación de las mismas. Se realiza la tala en forma rudimentaria e indiscriminada, generalmente con grandes desperdicios en el bosque y en los aserríos. El volumen de la madera aserrada con moto-sierra es muy superior al de madera aserrada con sinfín y la madera se comercializa en estado verde, no inmunizada y con gran cantidad de defectos. El desperdicio durante la fabricación se sitúa por encima del 35%. Solamente en la época exitosa de exportación de maderas hacia los Estados Unidos se estableció en la Costa Pacífica un sistema de control de calidad, que no ha subsistido.

No hay por el momento investigaciones masivas sobre las maderas colombianas. La última se realizó dentro del programa del PADT-REFORT sobre 42 especies en 1980. Lo mismo puede decirse sobre los otros materiales que entran en la fabricación de estructuras de madera. En 1989 y bajo los auspicios de la Junta del Acuerdo de Cartagena realizamos una investigación sobre conectores de lámina galvanizada y clavos, sistema que ha permitido la sustitución del conector importado Gang Nail. En la actualidad algunos fabricantes de Bogotá y Medellín hacen ensayos sobre laminación. Un aspecto notable en el país es la investigación y realizaciones hechas con bambú, así como la experiencia obtenida en reforestación de algunas especies de árboles maderables (eucaliptos, pinos, teca, melinas).

5.3.5 Marco institucional

La realización de los códigos descritos ha sido posible gracias a un trabajo conjunto del gobierno y la industria privada. El organismo por excelencia para adelantar la normatividad en el país es el Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC, entidad de carácter privado con 30 años de experiencia. Dentro de los comités coordinados por el Instituto figuran representantes de la industria privada, profesores universitarios, representantes de las asociaciones profesionales y asesores privados. La labor del ICONTEC se extiende también a la divulgación de las normas aprobadas o en estudio, a la capacitación y asistencia a las industrias y a la expedición de certificados de calidad. El ICONTEC mantiene intercambio con instituciones similares de otros países.

En determinados casos algunas agencias gubernamentales, como el Ministerio de Obras Públicas toman a su cargo el desarrollo de una normatividad específica. Fue este Ministerio el encargado por la Presidencia de la República para desarrollar el Código Anti-sísmico en colaboración con la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

El código mencionado se basó en la Norma ACIS 100-83 "Requisitos Sísmicos para Edificaciones", de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, en la norma ICONTEC 2000 "Código Colombiano de Estructuras de Hormigón Armado", (basado a su vez en la traducción del ACI 318-77 realizada por el Instituto de Productores de Cemento-ICPC) y en el "Código de Construcciones Metálicas" de la Federación Colombiana de Fabricantes de Estructuras Metálicas - FEDESTRUCTURAS.

Algunas de las entidades mencionadas mantienen vínculos con asociaciones de otros países y en el caso del concreto hay participación directa de ingenieros colombianos en los comités del ACI.

La Sociedad Colombiana de Arquitectos también tiene el carácter de cuerpo consultivo del gobierno y en muchas

ocasiones ha prestado su concurso a los municipios y alcaldes para establecer ciertas normas sobre planeamiento urbano y regional.

Finalmente, son las universidades con sus equipos de investigadores y laboratorios las entidades mejor capacitadas para acometer y dar apoyo a códigos y normas. Desafortunadamente, como se ha demostrado a lo largo de este documento, en el caso de la madera pocos intentos de normalización han tenido continuidad o aplicación.

5.3.6 Planes futuros

Teniendo en cuenta que el empleo de la madera como material estructural es reciente en comparación con el concreto y el acero y dadas las condiciones actuales del país, se propone una acción conjunta de la industria privada y el sector gubernamental encaminada a lograr una mejor explotación y comercialización del recurso. Para ello es necesario hacer una labor de enseñanza entre los madereros que cortan en el bosque, los aserríos, los distribuidores mayoristas y los transportadores, demostrando cómo un manejo cuidadoso de la madera y una minimización de los desperdicios contribuye a un mayor valor agregado y a mejores precios de venta. Cuando se logre obtener en las ciudades madera clasificada según categorías estructurales, secada artificialmente, inmunizada y en escuadrías preferenciales, se habrá dado un gran paso. Creemos que esta labor, paralelamente con la investigación sistemática de nuestras especies y una racional distribución y normatividad puede ahorrarle al país enormes recursos y dará origen a numerosas nuevas industrias y productos.

Obviamente, lo enunciado es una tarea inmensa y requiere el concurso de la industria privada, de las universidades, de las asociaciones gremiales y del Gobierno como ente coordinador. Somos optimistas en que tal empresa pueda realizarse en nuestro medio pero también se requiere de la ayuda externa, ya sea con el ejemplo, con asesoría y con financiación.

El conocimiento del EUROCODE 5 y los mecanismos que lo hicieron posible son una base excelente para encauzar los esfuerzos hacia la creación de un Código Unificado para Latinoamérica y el Caribe y un primer paso para facilitar el comercio de la madera.

En el caso colombiano existe la Asociación Colombiana de Reforestadores - ACOFORE, entidad que agrupa un buen número de empresas reforestadoras y transformadoras de la madera y que este año, a raíz de la aprobación del Certificado de Incentivo Forestal, lanzará una intensa campaña de afiliación y divulgación, simultáneamente con la creación de un Centro de Documentación. De parte del Gobierno se cuenta con la manifiesta voluntad de impulsar el sector maderero a través del Instituto de Fomento Industrial y con la participación

del Ministerio de Medio Ambiente, recientemente creado. Finalmente, el tener aprobado el anteproyecto del Código de Edificaciones de Bogotá es un primer paso para lograr su revisión y actualización.

5.3.7 Posibles entidades participantes en Colombia en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.

- . ICONTEC
- . Alcaldía de Bogotá
- . Universidad Nacional
- . Universidad de Los Andes
- . Universidad Jorge Tadeo Lozano
- . Ministerio de Desarrollo
- . Universidad del Valle (R. Caicedo)
- . Asociación Colombiana de Reforestadores (ACOFORE)
- . Industriales Madereros

5.4 Situación General en relación al Uso de la Madera como Material Estructural en Costa Rica

Ing. Eduardo Barquero, CIVCO-ITER
Ing. Jorge Bonilla, DGF - MIRENEM

5.4.1 Introducción

Como en muchas otras ciudades alrededor del Mundo, la madera ha sido un material tradicional de construcción en Costa Rica, utilizada en viviendas, edificaciones y otros tipos de aplicaciones. Independientemente de la existencia de otras alternativas de futuro promisorio, la madera es todavía un material preferido para su uso en marcos de ventanas, cielos rasos, cerchas, pisos, tabiques, estructuras de vivienda y revestimientos de pared.

Debido a su condición de recurso renovable y a la gran abundancia de áreas de bosques naturales, la actitud de respeto hacia el uso de la madera, está de alguna manera descuidada o minimizada, con intentos limitados por optimizar su utilización.

Se han realizado muy pocos esfuerzos para crear normas apropiadas de calidad, códigos o guías de diseño, así como tampoco para la capacitación de obreros y carpinteros en el uso de la madera o de los productos a base de madera como materiales de construcción.

Esa es probablemente la razón por la cual últimamente se observan pocas construcciones nuevas en las cuales la madera es utilizada como elemento estructural predominante. Asimismo la ausencia de códigos y normas para el procesamiento y aplicación de la madera, y en algunos casos la inexistencia de cursos apropiados en las universidades para capacitar a futuros profesionales en el modo de diseñar y construir con este material, son probablemente alguno de los factores que

adicionalmente afectan la buena práctica y el uso óptimo de la madera en la construcción.

Mientras que en el pasado existían recomendaciones de uso que se ponían en práctica para tomar en cuentas las condiciones de las diferentes regiones climáticas, actualmente la disponibilidad de materiales alternativos con "mejores" características y la aplicación de prácticas de construcción basadas en la experiencia, han distorsionado la manera que dichos requisitos de diseño, eran tomados en cuenta.

Ultimamente ha habido muy poca investigación relacionada con la identificación y uso apropiado de los tipos de madera disponibles en el país. En ese sentido, cuando un proyecto de construcción es analizado estructuralmente, los materiales seleccionados para la estructura principal, no son generalmente de madera o derivados de la madera, debido a una falta de confiabilidad en el diseño y en los procedimientos de construcción. Por otro lado, la madera es usada en proyectos que no requieren mayor comportamiento estructural, sub-utilizándose su máxima capacidad de resistencia y lo que es peor, con malos detalles de unión y de fijación de las piezas.

Otro problema que contribuye a un uso inapropiado de la madera en la construcción, es su gran variabilidad en sus propiedades geométricas y dimensionales, así como la poca posibilidad de control del contenido de humedad. Las normas disponibles para la comercialización de la madera no son tomadas en cuenta. Adicionalmente, el hecho de no procesar ni tratar adecuadamente a la madera, provoca torceduras y deformaciones, que impiden que las piezas reúnan los requerimientos estructurales necesarios.

El primer sistema de arbitraje de certificación de calidad fue implementado en Costa Rica alrededor de 1992 a través de la Oficina Nacional de Normalización y Unidades Métricas (ONNUM), una sub-división del Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Este es el organismo encargado de la acreditación de los laboratorios de ensayo, desempeña también funciones de asesoría y desarrolla actividades de entrenamiento y capacitación.

Otra organización vinculada al área de normalización, es el Instituto de Normas Técnicas (INTECO), que es una organización privada dedicada al desarrollo de normas y la implementación de la ISO 9000 y la EN 45000.

A comienzos de 1993, inició actividades un segundo organismo de acreditación, la Oficina de Control de Calidad (OCC), como una sub-división del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA). Esta organización actúa privadamente y coordina sus actividades con la ONNUM.

En las esferas del gobierno y de la industria forestal,

existe consenso general sobre las necesidades de armonización de normas y reglamentos. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos para implementar estas iniciativas en acciones concretas, en beneficio del sector de construcción. Por el momento no existen programas en proceso de desarrollo en este campo en particular, sin embargo existen importantes iniciativas para coordinar actividades con la participación de organizaciones públicas y privadas.

5.4.2 Reglamentos de construcción

Los organismos directamente involucrados con los reglamentos de construcción son los siguientes:

- . Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo - INVU : Uso de suelo, urbanización, reglamentos de construcción.
- . Servicio Nacional de Electricidad - SNE : Código Eléctrico.
- . Ministerio de Salud Pública - MSP : Reglamentos y Acondicionamiento Sanitario.
- . Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT : Normas en Transportes y Caminos.
- . Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas - MIRENEM : Agua y Recurso Naturales, Medio Ambiente.
- . Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos - CFIA : Aplicación de Código Sísmico.
- . Municipalidades : Aplicación de Reglamentos Locales.

Más recientemente, se creó el nuevo Ministerios de Vivienda y Asentamientos Humanos - MIVAH, que está previsto que asuma parte de las responsabilidades actualmente asignadas al Instituto Nacional de la Vivienda.

Los permisos de construcción son otorgados por una comisión que cuenta con representantes de los organismos antes mencionados. La solicitud debe ser realizada por un arquitecto o ingeniero civil acreditado en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. El permiso de construcción de la municipalidad es otorgado sólo después de cumplir con los requisitos solicitados por cada una de las instituciones mencionadas. Las estructuras a base de madera son evaluadas siguiendo los mismos procedimientos.

El cumplimiento de normas de calidad es garantizado a través de los laboratorios de ensayo acreditados, basadas en las especificaciones del proyecto resultantes del diseño estructural.

5.4.3 Códigos y procedimientos de diseño

El diseño de cualquier estructura se realiza basado en los procedimientos generales del *Código Nacional Sísmico*. La responsabilidad de la práctica de diseño recae en el arquitecto o ingeniero responsable de la obra. No existen auditores u organismos de arbitraje.

Generalmente, el diseño es realizado de acuerdo a procedimientos y prácticas internacionales tales como las de Hoyle Jr. Robert J., teniendo en cuenta las normas nacionales de materiales. La aplicación de otras prácticas de diseño depende generalmente del respaldo y la experiencia del ingeniero estructural.

El Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica - CIVCO-ITCR, es un Instituto de investigación apoyado por el Gobierno de Dinamarca, que está promoviendo entre otros, el uso de normas y reglamentos europeos.

5.4.4 Normas de materiales

La clasificación y los esfuerzos de diseño estructural para madera utilizados en Costa Rica, están basados en los estudios Tuk D., Juan. De acuerdo con esta investigación, las 18 maderas más utilizadas en el país, fueron caracterizadas proponiéndose recomendaciones especiales para su uso y tratamiento. Sin embargo, se requiere un desarrollo adicional del mencionado estudio con el propósito de establecer códigos y regulaciones específicas que puedan asegurar una aplicación segura para cada una de las especies. No existe tampoco un programa de certificación de calidad de la madera. La verificación de sus propiedades se realiza a través de las especificaciones del proyecto o es realizada de acuerdo a las regulaciones de los organismos de acreditación y los institutos de normas.

No obstante que no se disponía en el pasado, actualmente se encuentran operando excelentes equipos para ensayos de madera a escala natural en CIVCO-ITCR. Al momento se viene ejecutando un proyecto para el ensayo y optimización del uso de la madera en cerchas para viviendas de interés social. Se tiene previsto el inicio de actividades complementarias para estructuras de madera en el futuro inmediato.

Existen igualmente instalaciones complementarias de investigación disponibles en el Departamento de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Adicionalmente, se encuentran en proceso de construcción otros laboratorios para ensayo de elementos a escala natural en la Universidad de Costa Rica (UCR).

Las colas, uniones mecánicas y preservantes son producidos y usados de acuerdo a normas americanas. En la construcción de elementos con madera, se utilizan muy pocas colas o elementos de unión que no sean clavos o tornillos.

5.4.5 Marco institucional

En Costa Rica, los Ministerios, las oficinas gubernamentales así como las llamadas instituciones descentralizadas (como el INVU), son dependientes del gobierno central de la Presidencia de la República y del

Consejo de Ministros. La Dirección Forestal Nacional que está a cargo del uso racional de los recursos forestales, es una sub-división del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas.

Otras organizaciones involucradas como el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) actúan de acuerdo a una ley específica que les permite defender el interés público y proveer el orden y la seguridad. Debido a esto, reglamentos tan importantes como el Código Sísmico de Costa Rica son revisados e implementados a través de dicha entidad.

Organismos como el Instituto de Normas Técnicas (INTECO), representa el interés privado de la industria, y tiene como propósito, cumplir con los códigos internacionales de la ISO y la EN.

Las universidades públicas como el Instituto Tecnológico y la Universidad de Costa Rica, tienen un régimen autónomo y no se encuentran sometidos al control directo del gobierno central. Sus requerimientos presupuestales son cubiertos directamente del Tesoro Nacional aprobado por el Parlamento.

CIVCO es el Centro Nacional de Investigación de la Construcción y fue creado como una unidad privada independiente perteneciente al Instituto Tecnológico. Es financiado por el Banco Nacional Hipotecario de Vivienda, la Agencia Danesa de Ayuda Internacional (DANIDA), el Instituto Tecnológico de Costa Rica y por sus propios recursos.

5.4.6 Planes futuros

Los esfuerzos por el proceso de armonización del Código Latino en Costa Rica debe ser orientado de una manera coordinada, entre los organismos públicos, la industria y los usuarios, con la participación de los institutos especializados de investigación.

El primer paso debe ser solicitar a los institutos de investigación de la construcción existente, la preparación de una propuesta de trabajo para un código regional que considere las particularidades de cada región. Este trabajo deberá tomar en cuenta los reglamentos, códigos e investigaciones disponibles y relacionadas con el tema.

Deberá de haber acuerdo de las normas institucionales que serán tomadas en cuenta (EUROCODE 5), la estructura del código, las consideraciones de ensayo y procedimientos de análisis, la normalización de materiales necesarios de implementar, entre otros aspectos.

Paralelamente, deberá iniciarse un programa de ensayos para identificar las propiedades de las especies madereras disponibles en las diferentes regiones, así como la adaptación de las prácticas de construcción.

La preparación e implementación del código debe ser respaldada por una organización que cuente con representantes de la industria, los diseñadores de estructuras de madera (i.e. ingenieros y arquitectos), autoridades gubernamentales y los institutos de investigación como observadores.

Esta estructura de organización podría ser implementada en cada país. El código regional debe ser revisado y actualizado por un comité compuesto por representantes de las oficinas nacionales de cada país. Los lineamientos generales del Código Latino debe ser discutidos, propuestos y aprobados en una asamblea regional, que proponga un plan de promoción y difusión del mismo.

5.4.7 Posibles entidades participantes en Costa Rica en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera.

- . Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas :
Dirección General Forestal
- . Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA)
- . Xiloquímicos de Costa Rica : Tratamientos para madera
- . Cámara Nacional Forestal (CANEFOR)
- . Centro de Investigadores en Vivienda y Construcción (CIVCO). Instituto Tecnológico de Costa Rica
- . Cámara Costarricense de la Construcción (CCC)
- . Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH)

5.5 Uso de la Madera de Construcción en Ecuador

Ing. Hugo Bravo B.- Universidad Central del Ecuador

5.5.1 Introducción

El Ecuador es un país localizado en Sur América (lat.00) y tiene en su parte continental tres regiones: costa (litoral) sierra (andina) y oriente (amazonía). Su superficie es de 281,341 Km² y su población de 11'5 millones de habitantes. Existen aproximadamente 12.5 millones de ha. de bosques naturales con varias especies. El recurso total es de 1,170 millones de m³. La madera ha sido usada como material de construcción durante la colonia y la época republicana. En la costa la madera y la caña guadua, ha sido hasta en épocas recientes, los materiales predominantes de construcción. En la sierra se usa como entrepiso y cubierta. En la región oriental la madera es el material predominante de construcción. No obstante esta tradición de construcción con madera en los últimos 50 ó 60 años la madera ha sido desplazada por otros materiales como el hormigón y el acero a tal punto que en la actualidad su uso en la construcción es relativamente pequeño, sin embargo en las zonas rurales su uso aún persiste por la facilidad en conseguir el material y su relativa poca tecnología de construcción.

En el país no hay un "Código de Construcción con Madera" lo que ha determinado que la construcción sea mas o menos heterogénea, sin requisitos mínimos ni control de calidad; por esta razón, entre otras, el uso de la madera en la construcción ha ido decreciendo. Los diseñadores y constructores ante la ausencia de códigos, de información consistente sobre el material siguen las recomendaciones de otros países (Canadá y U.S.A. principalmente). En gran medida por el desconocimiento del material se han exagerado las secciones y/o se han usado especies de alta resistencia con el lógico encarecimiento de la construcción. Aisladamente se han hecho esfuerzos de investigación para determinar las propiedades físicas y mecánicas de algunas especies, pero como su número es alto -cerca de 2000 en los bosques naturales- la información resulta insuficiente.

5.5.2 Reglamentos de construcción

Es destacable el trabajo de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) que con el Proyecto Andino de Desarrollo Tecnológico en el área de los Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT) permitió el estudio sistemático de 105 especies con lo que se obtuvo información confiable sobre las propiedades físico-mecánicas de estas especies.

La información está contenida en las publicaciones de la JUNAC.

Si no hay código obviamente no hay, o es poco, el control de la edificación por parte de entidades públicas y

en consecuencia el usuario ha perdido confianza en la madera como material de construcción.

Evidentemente que en el país es imperativo tener un código de construcción con madera, porque tenemos el recurso, que además es renovable, hay un gran déficit de viviendas; esto permitirá mejorar la calidad de la construcción y lógicamente la aceptación del usuario.

5.5.3 Códigos y procedimientos de diseño

En el Ecuador son los Municipios los organismos encargados de la aprobación de los planos de todas las construcciones que se ejecuten en su jurisdicción. Deben revisar y aprobar el cálculo estructural especialmente en edificaciones de algunos pisos.

Realizan el control durante el proceso constructivo pero fundamentalmente se pone énfasis en la cuestión arquitectónica y casi ningún control se ejerce en la estructura y calidad de los materiales usados. Para obtener el permiso de habitabilidad o uso de la edificación se debe presentar certificados de ensayo que garanticen la calidad de los materiales, pero hay mucha ligereza en la aceptación de esos certificados. El panorama anterior es más sombrío si se tiene en cuenta que un porcentaje elevado de la construcción, especialmente residencial, se realiza sin intervención municipal, es decir es construcción informal. Justamente los grandes asentamientos habitacionales en la ciudad de Guayaquil son en estructura de madera y caña y no tienen el control que el municipio debe ejercer.

De otro lado el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el organismo del Estado que tiene la misión de dictar las normas y procedimientos de ensayo, las especificaciones de materiales y los Códigos de Construcción. El INEN ha publicado el Código Nacional de Construcción que no contempla específicamente la madera. Asimismo ha elaborado 13 Normas relativas a Métodos de Ensayo, Terminología y Anatomía de la Madera, conjuntamente con 9 Normas relativas a Tableros de Madera Contrachapada y Madera Aglomerada.

Como queda indicado en Ecuador no hay un Código de Construcción con Madera y los diseñadores y constructores en general, adoptan las recomendaciones y directivas que se incluyen en la bibliografía especializada, sin embargo como esas recomendaciones corresponden a especies de maderas diferentes a las del país se llegan a diseños con secciones en general sobredimensionadas o se especifica el uso de especies de alta resistencia que tienen elevado precio y además son escasas en el mercado.

Los ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera se lo realiza siguiendo las normas ASTM principalmente. Los laboratorios de las

Universidades tiene el equipamiento adecuado para la realización de ensayos en madera según la norma mencionada. El EUROCODE 5, estimo, no es suficientemente conocido y los procedimientos norteamericanos son de uso más generalizados por obvias razones de difusión.

Es notorio que luego de la publicación del "*Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino*" (JUNAC 1982, primera edición), este manual se ha convertido en el "código" de construcción por varias razones:

- a) Incluye información consistente de 105 especies de la región andina.
- b) La metodología de cálculo es clara y sencilla y tiene ayudas de diseño.
- c) La técnica de construcción que se sugiere no es compleja, no requiere de mano de obra y herramientas especializadas.
- d) Se le dió una buena difusión a través de varios seminarios teórico-prácticos.

Obviamente el manual mencionado no es Código, pero creo que es una excelente base para la elaboración del Código Ecuatoriano de Construcción con Madera.

5.5.4 Normas de materiales

La falta del Código tiene como otra consecuencia que no exista una estandarización y/o clasificación de la madera en el mercado; se comercializa la madera sin especificar sus características físico-mecánicas, únicamente con la identificación por nombre vulgar y esta identificación no siempre es totalmente segura por la gran variedad de especies existentes en los bosques. En lo relativo a dimensionamiento la anarquía es mayor, ya que en cada región del país se ofrecen dimensiones (longitud y sección) diferentes, probablemente debido a la mayor o menor dificultad de explotación de la madera en el bosque. En forma general la explotación, aserrío primario y acopio de material es manual con la ayuda de acémilas, el uso de la sierra de cadena (moto-sierra) es generalizada y son pocos los aserraderos que usan maquinaria más adelantada. En lo relativo a la madera procesada, contrachapada, tableros de partículas, la situación es totalmente diferente y la oferta en el mercado es en dimensiones estandarizadas. Debe destacarse que se exporta a Colombia y Venezuela principalmente, tableros contrachapados y de partículas. Adicionalmente hay oferta de componentes de madera para la construcción: puertas, ventanas, muebles, parquet, etc. en dimensiones mas o menos estandarizados.

En la actualidad no hay un programa de ensayos en tamaño natural aunque si se dispone de un laboratorio para ensayos en tamaño natural de celosías, vigas, columnas, paneles; que es el Laboratorio del Centro Experimental del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La especificaciones para los materiales accesorios: adhesivos, conectores, preservativos son escasos o no existen. El uso de preservativos en madera de construcción es relativamente escaso probablemente por el hecho de que se usan maderas de alta resistencia y alta densidad y de buena durabilidad natural.

5.5.5 Planes futuros

La primera acción debe ser la elaboración del *Código de Construcción con Madera* y para ello se convocará a las instituciones involucradas para constituir un comité permanente encargado de hacer el código. Se cuenta con una buena base de datos de información sobre madera.

5.5.6 Posibles entidades participantes en Ecuador en un proyecto de armonización del código de construcción con madera.

- . Instituto Ecuatoriano de Normalización
- . Ministerio de la Vivienda
- . Ministerio de Agricultura y Ganadería
- . Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca
- . Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador
- . Colegio de Ingenieros de Pichincha
- . Cámara de la Construcción de Quito
- . Asociación de Industriales Madereros
- . Universidad Central del Ecuador
- . Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática
- . Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- . Municipios

5.6 Construcción con Madera en México y su Normalización Ing. Saul Cruz Roa - Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

5.6.1 Introducción

La construcción con madera en México se ha limitado por mucho tiempo al medio rural, donde tradicionalmente ha sido enfocada a la vivienda. Estas viviendas, a pesar de su tecnología constructiva primitiva, se caracterizan por un alto grado de adaptación al medio climático y socio-cultural. Esta práctica es susceptible de mejorar, logrando espacios habitables más evolucionados.

La construcción con madera de tipo avanzado, hasta hace pocos años ha comenzado a desarrollarse en la industria de la vivienda que aprovecha principalmente tecnología importada.

Entre las razones principales que limitaron en el pasado el uso de la madera como material básico en la construcción, destacan el desconocimiento o ausencia de sistemas para tratar y proteger la madera, así como deficiencias en los procesos constructivos.

Para superar estos obstáculos se han desarrollado tecnologías propias y se han adquirido otras, se han realizado avances normativos que procuran niveles satisfactorios de calidad, y se han planteado programas de investigación tecnológica.

La construcción con madera se ha desarrollado con mayor fuerza en el campo de la vivienda, lo que nos conduce a revisar su marco normativo. La normatividad de la madera como materiales y productos de construcción, es motivo de Legislación Federal con aplicabilidad a la totalidad del territorio nacional; la reglamentación sobre diseño y construcción de vivienda es atribución de los estados y municipios.

5.6.2 Antecedentes

Con el fin de identificar las existencias de recursos forestales que propicien el desarrollo de sistemas constructivos con madera, se hace necesario realizar un breve diagnóstico.

El recurso forestal con que cuenta México hasta hace unos 5 años, nos colocaba en el undécimo lugar mundial, con 38.9 millones de hectáreas que representan el 19.8% de la superficie total nacional, y la superficie con aptitud forestal contempla otro 53.2% constituido por vegetación arbustiva y áreas forestales perturbadas.

Las existencias maderables se encuentran principalmente en los Estados de: Michoacán, Chihuahua, Durango, Jalisco, Chiapas, México, Nuevo León y Oaxaca.

En 1987 se produjo un volumen de 9.8 millones de m³ de madera en rollo, superior en 9.3% al año anterior. Los productos a que se destinaron los volúmenes extraídos se integran en los siguientes grupos: los escuadrados representaron el 63%; postes, pilotes, morillos, durmientes y madera para combustible el 11%; el 27% restante corresponde a productos celulósicos.

De manera importante, las coníferas contribuyen con aproximadamente el 80% de las especies extraídas.

Un alto porcentaje de esta producción es factible de ser utilizado en la construcción de vivienda, lo que representa una solución al problema habitacional, puesto que una vivienda terminada de interés social de 60 m² de superficie, requiere aproximadamente de 15 m³ de madera en rollo.

La industrialización masiva de la vivienda de madera depende en gran medida de las economías de escala que se logran con la especialización de las industrias de partes y componentes que intervienen, lo cual hace necesario su compatibilidad en sentido dimensional y mecánico. Esto contribuye al desarrollo de industrias conexas que produzcan

materiales y elementos vitales para tal fin, tales como las industrias de: conectores metálicos (multiclavos, tuercas, tornillos, pernos, etc.); las de preservadores y retardantes; las de adhesivos y pegamentos las de maquinaria y herramienta maderera; las industrias de tableros (comprimidos de yeso, aglomerados y fibrocemento), etc.

Con el objeto de tener un parámetro de la potencialidad de la madera en la industrialización de la vivienda, recordemos que algunos países desarrollados, resuelven con madera su problema habitacional en un 70%, mientras que en México, sólo aproximadamente el 16% de las viviendas son de este material y se ubican predominantemente en áreas rurales.

Recordemos también que la madera ofrece usos variados y diversos en la construcción, así tenemos que es posible utilizarla conformando estructura de la vivienda en: muros, pisos, techos y entrepisos; como recubrimiento de muros y plafones; en muros divisorios y cancelas; como material aislante; para la elaboración de cimbras; en la fabricación de puertas y ventanas; y en otros usos más.

Como se aprecia, este breve diagnóstico proporciona diversas alternativas para la utilización de la madera en la construcción, y un mercado amplio para su industrialización.

5.6.3 Normatividad

Existen distintos niveles en la elaboración de la normatividad aplicable a la vivienda de madera. En lo referente a elementos y componentes de madera para la construcción, actualmente con los cambios en materia de normalización y certificación, a partir del 1º de julio de 1992 con la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización* queda a cargo de los diversos Ministerios del Gobierno Federal la emisión de las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** de carácter obligatorio, que son las menos, en cuanto a las voluntarias, y, las **Normas Mexicanas (NMX)**, de carácter voluntario quedan a cargo del sector privado.

Para la elaboración y emisión de las NOM se establecen los **Comités Consultivos Nacionales de Normalización**, integrados por los fabricantes, prestadores de servicios, comerciantes y consumidores, colegios de profesionales, investigadores, así como las dependencias de la **Administración Pública Federal**, quienes sólo actúan cuando los productos y servicios representan un riesgo para la seguridad y salud del ser humano, protección al medio ambiente, preservación de los recursos naturales y protección al consumidor.

La Secretaría de Desarrollo Social - SEDESOL, cuenta con un **Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación**. En el caso de las normas NMX, su elaboración y emisión queda a cargo de **Organismos Nacionales de Normalización (ONN)** privados.

Por otro lado, la reglamentación para el diseño y construcción es atribución de estados y municipios a través de las leyes y/o reglamentos de construcción y de fraccionamientos, conforme a las atribuciones que otorga el Artículo 115 Constitucional.

En estas disposiciones se contemplan aspectos tales como: trámites y autorizaciones; restricciones, densidades y donaciones; dimensionamientos de espacios arquitectónicos, patios y áreas para servicios; consideraciones para la seguridad, protección e higiene; instalaciones y obras especiales; seguridad estructural, considerando cargas, empujes, vientos, sismos, tipos de suelos, resistencia de materiales, diseño de uniones y anclajes; seguridad e higiene en la obra; y, uso, operación y mantenimiento de las construcciones.

5.6.4 Planes actuales y futuros

México ante la globalización de mercados que a nivel mundial se está efectuando, ha modificado sus esquemas de normalización y certificación y está en proceso permanente la revisión de la reglamentación de diseño y construcción con el objetivo de hacerla acorde a los nuevos requerimientos.

En lo que se refiere a normas NOM y NMX se ha iniciado una armonización con los países que se han signado tratados de libre comercio, respetando las características de cada país.

Asimismo, se planea una armonización para la reglamentación de diseño y construcción a niveles regionales e internacionales en lo general y en lo particular, respetar la legislación de cada país de acuerdo a sus características físico-geográficas.

5.6.5 Posibles entidades participantes en México en un proyecto de armonización del código de construcción con madera.

- . Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Sub-Secretaría Forestal
- . Secretaría de Desarrollo Social. Sub-Secretaría de Vivienda y Bienes Inmuebles
- . Departamento del Distrito Federal
- . Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación - ONNCCE
- . Consejo Nacional de la Madera para Construcción - COMACO A.C.
- . Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, A.C.
- . Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT
- . Nacional Financiera S.A.

5.7 Reglamento de Construcción y la Normalización para el Diseño y la Construcción con Madera en México
 Arq. Manuel Elorza Wershoffen - Consejo Nacional de la Madera en la Construcción (COMACO)

5.7.1 Introducción

5.7.1.1 Generalidades: La normalización de la construcción y sus productos en la República Mexicana opera en tres niveles:

- a) A nivel de *Normas de Productos* que hasta la fecha la supervisa la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- b) A nivel de *Especificaciones* que se encuentran establecidas dentro del Reglamento de Construcciones del D.F. y de los Estados y cuya supervisión realizan las delegaciones y las direcciones de obras públicas respectivamente.
- c) A nivel de *Normas de Carácter Constructivo* que se encuentran establecidas dentro del Instructivo para la formulación de aprobaciones técnicas por parte de las Instituciones de Banca Múltiple con recursos de FOVI-BANCO de México.

5.7.1.2 Actitud ante el Reglamento y las Normas: Aunque en México, D.F. se exige que se cumplan las especificaciones del Reglamento de Construcción, en lo que respecta a las *Normas Técnicas de Madera* no se hacen cumplir al pie de la letra por parte de las autoridades que expiden las Licencias de Construcción cuando se trata de proyectos unifamiliares y de un mínimo número de casas con componentes de madera.

Sin embargo, cuando se han llegado a realizar concursos de casas con componentes de madera, las autoridades si han exigido que se cumplan las *Normas Técnicas Complementarias* para este tipo de construcciones.

Para el caso de los climas en las diferentes regiones del país, la Secretaría de Desarrollo Social tiene zonificada a la República y dá algunas recomendaciones de diseño que son voluntarias. En lo particular para Diseño Bioclimático, estas recomendaciones se consideran en el documento de las "*Normas Mínimas para Vivienda de Interés Social*".

5.7.1.3 Inspección y Control de la Calidad: Tratándose del Reglamento, las especificaciones del mismo para construcción tradicional, se hacen cuando se someten los planos a revisión a las autoridades para el otorgamiento de la licencia de construcción y cuando los inspectores de las delegaciones supervisan eventualmente las obras en proceso.

Aunque la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) otorgaba el sello de Garantía a los fabricantes de materiales que así lo solicitaban, para promover sus productos, la realidad es que no se le daba seguimiento a este sello.

Gracias a que el 1º de Julio de 1992 se publicó la *Ley Federal sobre Metrología* se pudieron cambiar las reglas del juego. Dentro de esta ley, el aspecto de las actividades de normalización dejan de ser exclusivas al sector público y la responsabilidad también se comparte en el sector privado. A partir de esta ley se autoriza al sector privado a emitir Normas con esta nueva Ley. Y en el presente año, se han fundado varios organismos que certificarán la calidad de los productos, previa elaboración de las normas necesarias en su caso.

Asimismo, existe el propósito de aprovechar los antiguos *Comités Consultivos de Normas*, que con la actual Ley se les denomina *Comités Técnicos*, los cuales están facultados para elaborar Normas voluntarias.

Dentro de este contexto, opera el *Comité Técnico Nacional de Normalización de Vivienda del Interés Social con Componentes de Madera (CONVISMA)*.

Este comité se fundó desde el año de 1979 y ha elaborado 10 Normas de Diseño y Productos que se usan en la construcción con madera.

Asimismo, como resultado de la labor de otros comités se han desarrollados 6 normas más, que sumadas a las 10 primeras y a las Normas Técnicas Complementarias constituyen el marco legal, en las cuales se han apoyado las Instituciones de Vivienda cuando se ha requerido autorizar promociones de vivienda con componentes de madera.

Por otro parte el Consejo Nacional de la Madera en la Construcción, A.C. se integró con otras Asociaciones e Instituciones para fundar en el mes de Febrero el Organismo Nacional de la Normalización y Certificación de la Construcción y

Edificación, S.C. (ONNCCE), el cual se avocará al desarrollo de *Normas de los Materiales* que se utilicen en la construcción.

Asimismo, dentro de sus múltiples actividades, está el de promover eventos que coadyuven a difundir las normas como son los casos de los cursos y seminarios. También ofrece los servicios de control de calidad y se apoya en laboratorios acreditados.

De hecho, con la integración de estos **Organismos de Certificación de Control de Calidad**, la SEDESOL está promoviendo la unificación de criterios en la realización de las normas y en el control de calidad de los productos que avalen éstas normas.

5.7.2 Reglamento de construcción

5.7.2.1 **Generalidades:** Para la revisión y modificaciones al Reglamento de Construcción, en México, D.F. el organismo encargado es el Departamento del Distrito Federal.

Para el caso del otorgamiento de **Licencias de Construcción, Control e Inspección de las Obras**, las autoridades responsables laboran en el Departamento de Obras Públicas de las Delegaciones de D.F. y en el caso de entidades de la República, las autoridades encargadas colaboran en la Dirección de Obras Públicas de los Gobiernos de los Estados. Para el trámite de las licencias de construcción en el D.F., también es necesario obtener la aprobación del uso del suelo, el cual se puede tramitar ante 2 instancias:

- a) Oficinas de Reordenación Urbana, cuando el predio está en los límites urbanos.
- b) O bien ante la Oficina de Zonificación de Desarrollo Controlado, si el predio es rural.

Y si el proyecto presenta aspectos más complicados en la parte hidráulica y/o sanitaria, se deberá obtener el permiso ante el Sector Salud y en el caso de los Gobiernos de los Estados se deberá acudir a las Oficinas de Ingeniería Sanitaria.

Para el cumplimiento de las especificaciones de los proyectos aprobados, es usual que cada Delegación del D.F. o bien en su caso, la Dirección de Obras Públicas de los Gobiernos de los Estados envíe supervisores de obra quienes se encargan del seguimiento de estas aprobaciones.

5.7.2.2 **Antecedentes de la Reglamentación sobre Construcción con Madera y su Operatividad Actual:** El Reglamento de Construcción en México ha sufrido modificaciones de importancia en la última década. En el año de 1977 se imprimieron las primeras *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Madera*, en las cuales se consideraba ya a la madera clasificada visualmente y se le consideraban esfuerzos permisibles de diseño.

Estas normas técnicas fueron emitidas en el Distrito Federal pero debido a que la mayoría de los Estados de la República se apoyan en este Reglamento, se podría decir que es el que representa a la República Mexicana.

Después del sismo en el año 1985 que sufrió la Cd. de México hubo necesidad de que este Reglamento se modificase.

En ese mismo año fue emitida la *Norma de Clasificación para Madera de Pino para Uso Estructural (NMX-C-239-1985)*.

En esa ocasión las *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera (NTCM-87)* se modificaron, adoptándose el método de Diseño por Estados límite, para establecer el diseño con madera al mismo nivel que todos los otros materiales de construcción, los cuales ya estaban en ese formato desde la versión anterior.

Dentro del formato del Reglamento del D.F. los valores de carga y los factores de carga correspondientes están incluidos en el título: "*Seguridad Estructural de las Construcciones*" en el cuerpo principal del Reglamento y, en publicaciones de otro formato a manera de anexos se presentan las Normas Técnicas Complementarias para los diferentes materiales de construcción (concreto, acero y madera) así como para ciertos aspectos particulares del diseño estructural como sismo, viento y cimentaciones.

5.7.3 **Procedimientos de diseño**

Normalmente los procedimientos de Diseño son ligados a una clasificación de las maderas.

Para el caso de la *Norma de Coníferas* la clasificación que se maneja es muy diferente a la que se maneja en Canadá y EE.UU. y se me informó que es similar a la Norma Europea. Sin embargo, no contamos con el Código Europeo, ni tampoco con la Norma.

Y en el caso de la *Norma de Latifoliadas*, la norma mexicana es similar a la norma editada por la Junta del Acuerdo de Cartagena con la única diferencia que la norma mexicana es menos exigentes, porque los valores de diseño que le han sido asignados se apoyan en resultados de pruebas de laboratorio con probetas tamaño estructural, realizadas con maderas mexicanas.

En cuanto al diseño existe otro documento elaborado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) a nivel de recomendaciones, denominado: "**Parámetros de Diseño y Construcción para Vivienda con Madera**" desarrollado en Agosto de 1988. En este documento se recopila bastante información de fuentes mexicanas que no estaba sistematizada.

5.7.4 **Modificaciones o enmiendas al Reglamento**

Las modificaciones aunque las hace el Departamento de Obras del D.F. deben ser previamente revisadas por un Comité Técnico. Dentro de este contexto, la parte que se refiere al diseño estructural se prevé que sufrirá cambios en los rubros de cargas concentradas para estructuras ligeras de madera en particular y en aspectos de normalización (dimensiones y clasificación) valores de esfuerzos para madera maciza (para integrar a las especies en un solo grupo) así como actualización de los datos de la resistencia de conectores. Un comparativo de cargas concentradas es el siguiente:

Actualmente el Reglamento del D.F. considera 250 kg, mientras que el Canadá considera 132 Kg, y EE.UU. requiere de 90.6 Kg. (200 libras).

Sobre el particular, dentro del seno de la Comisión Forestal de América del Norte, por conducto de COMACO se está terminando el **Manual de Construcción de Estructuras Ligeras de Madera**, en el cual se propone que las cargas concentradas sean similares a las que establece la American Plywood Association o sea una carga de 130 Kg.

5.7.5 **Normas aplicables a la construcción con madera**

En México se cuenta ya con Normas para la construcción con madera, las cuales las hemos dividido en las siguientes áreas:

- . Normas de Diseño
- . Normas de Madera y Productos Maderables
- . Norma sobre Tratamiento de la Madera
- . Normas sobre fuego
- . Normas en trámite

A grandes rasgos el contenido de cada Norma es el siguiente:

5.7.5.1 Normas de Diseño: Dentro de esta área, las normas más importantes son las *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción con Madera* y que se refieren específicamente al Diseño Estructural. En estas normas se hace referencia a los siguientes aspectos:

- a) Condiciones de servicio
- b) Principios generales de diseño
- c) Resistencias de diseño de miembros de madera maciza
- d) Resistencias de diseño de placas de madera contrachapada
- e) Deflexiones
- f) Elementos de unión
- g) Ejecución de obras
- h) Resistencia al fuego

En este documento se hace referencia a la mayoría de las normas de producto.

Dentro del *Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable*, se hace referencia a la reserva que deben tener las cisternas para el caso de combatir el fuego para cualquier tipo de construcción.

En cuanto al *Instructivo para el Diseño de Instalaciones de Gas de tipo Doméstico y Comercial*, se establecen las separaciones que deben existir entre los depósitos de gas y la vivienda, así como las protecciones que deben existir.

5.7.5.2 Normas de Madera y Productos Maderables: Se cuenta también con la *Norma NMX C-224-1982*, que establece las dimensiones de la madera aserrada para su uso en la construcción. Sin embargo, es una norma que no han adoptado como propia los industriales madereros.

La principal de estas Normas, es la *Norma NMX-C-239-1985* que califica y clasifica a la madera de pino para uso estructural. Lamentablemente, pocos son los ingenieros que están familiarizados con las Normas de Clasificación y con estos procedimientos de diseño, para lo cual a través del Consejo Nacional de la Madera en la Construcción (COMACO) se vienen realizando cursos para difusión y capacitación de profesionales de la construcción.

Esta clasificación considera 3 tipos de Reglas:

- 1) **Las reglas generales aplicables a madera de cualquier dimensión:** su aplicación es para

edificaciones de claros pequeños como es el caso de las viviendas, y por lo mismo los valores que se le asignan son bajos.

- 2) **Las reglas especiales:** son un poco más estrictas que las anteriores, y sus valores son un poco más altos. Estas reglas sólo considera la madera de las siguientes dimensiones:
 Polines y vigas - 87 x 87 y 87 x 190 mm
 Tablones - 38 mm espesor y hasta 140 mm ancho
 Tablones - 38 mm espesor y ancho mayor de 140 mm
- 3) **Las reglas industriales:** es para madera que se vaya a utilizar para uso estructural de tipo industrial, como es el caso de vigas laminadas, armaduras de grandes claros. Esta regla aplica solamente a madera con las siguientes dimensiones: 38 mm de espesor y cualquier ancho hasta 240 mm.

En cada uno de estas reglas se cuenta con 3 tipos de maderas:

- CLASE "A"** con un valor especificado a la flexión de 170 kg/cm²
CLASE "B" con un valor especificado a la flexión de 100 kg/cm²
CLASE "C" llamada de uso general, a la cual, se le puede denominar de rechazo.

Dentro de esta área también se cuenta con la *Norma de Madera Contrachapada de Pino (triplay)*, en la cual se establecen las calidades del triplay que se fabrica en México. Es una norma muy similar a la que promueve la American Plywood Association.

Sin embargo la producción que se realiza de este tipo de madera contrachapada en México, no incluye todas las calidades que marca la norma, ni tampoco incluye esfuerzos de diseño.

La producción de triplay en México va enfocado para uso de ebanistería, no para uso estructural, con el cual su costo encarece porque es un material de alta calidad.

También se fabrica triplay para cimbra, cuya producción considera tablero para cimbras prefabricadas, es decir, que es un triplay para usarse de 15 a 20 usos dependiendo del fabricante.

- 5.7.5.3 **Normas sobre tratamiento de la Madera:** Existen las *Normas sobre Terminología de Maderas Preservadas*, y la *Norma de Especificaciones para la Prevención de Ataque de Termitas*. Esta norma es muy importante porque considera la zonificación de la República Mexicana, según el riesgo de ataque de las termitas, así como alternativas de solución para prevenir ese ataque.

También se cuenta con una Norma que establece el *Tipo de Retención y Penetración del Producto Preservante de la Madera*, con base al riesgo que tendrá el componente que esté en servicio.

Por último, en el aspecto del *Tratamiento de la Madera*, se cuenta con la *NMX-C-178* que establece los requisitos mínimos para la fabricación de preservadores solubles de agua y solubles en aceite.

- 5.7.5.4 **Normas contra el Fuego:** También se desarrollaron las Normas que establecen el *tipo de hornos* para las pruebas que determinan la resistencia al fuego de los materiales, que se apoya en la Norma *ASTM-119*.

Asimismo, existe otra Norma que establece las *condiciones y requerimientos* de como se deben realizar los paneles en este horno.

Y una Norma que es muy importante para la ubicación de las viviendas en el terreno, es la norma que establece la *agrupación máxima de viviendas y la separación mínima* que debe haber entre cada una de las mismas.

- 5.7.5.5 **Normas en trámite:** Aunque estas Normas ya fueron aprobadas para el CONVISMA, no han sido publicadas en el Diario Oficial de la Federación. Sin embargo, la esencia de cada una de las Normas en Trámite ya no cambiará. Dentro de ellas tenemos a las siguientes:

La *Norma de Comportamiento de Tableros de Madera para Uso Estructural* establece una clasificación de los tableros de madera para vivienda, de acuerdo con sus usos y claros entre apoyos, y exige unos valores mínimos de su comportamiento estructural.

También se cuenta con la Norma para determinar la *Retención y Penetración* que debe tener la madera para construcción, en la cual también se establecen los métodos de prueba para verificar si cumplen con la Norma.

Asimismo, ya se desarrolló la *Norma de Clasificación de Maderas Latifoliadas para Uso Estructural*, cuyos valores de diseño fueron obtenidos de los paneles de laboratorio realizados en la Universidad de Yucatán.

5.7.6 Planes futuros

Hacer un diagnóstico del estado actual del Reglamento de Construcción en la parte de Diseño Estructural.

Apoyándose en este diagnóstico hacer un listado de los rubros en los cuales la información es incompleta.

Con la información obtenida del taller, hacer un consenso de los conceptos en los cuales se puede unificar el Reglamento.

Establecer prioridades para el desarrollo de proyectos de aquellos rubros, donde no contamos con la información necesaria, por ejemplo: adhesivo, conectores, etc., en los cuales para su desarrollo será necesario contar con el apoyo del ONUDI.

Dar a conocer en cada país los resultados de ese taller a través de un seminario, en el cual participen las autoridades locales a nivel de Comité Responsable.

Integrar un Comité Técnico en cada país que se haga responsable de las propuestas de esta reunión.

5.8 Desarrollo Tecnológico de la Construcción con Madera en el Perú

Dr. Hugo Scaletti Farina - Universidad Nacional de Ingeniería

5.8.1 Introducción

Más del 50% de las reservas forestales tropicales del mundo están en América Latina. Considerando tan sólo el Perú, se tienen alrededor de 65 millones de hectáreas de bosques, con un volumen de madera en pie que se estima en 11,000 millones de metros cúbicos. A esto podrían agregarse áreas de la Sierra con gran potencial para la forestación, pero que actualmente son poco utilizadas.

Este inmenso recurso no está siendo utilizado racionalmente para satisfacer las necesidades de la población. El desperdicio de las reservas forestales en los países de la región (y en otros países pobres del mundo) es un problema de grandes dimensiones. Se estima que 90% de las áreas de bosque que son afectadas se destinan a la agricultura de carácter migratorio. Los árboles que se abaten para la utilización del terreno con fines de cultivo son quemados o simplemente se pudren en el sitio.

Las principales causas de la deforestación son la presión demográfica y la pobreza; aunque la explotación forestal también contribuye al empobrecimiento del bosque.

La heterogeneidad del bosque tropical y el desconocimiento de las propiedades de un gran número de especies propician una extracción muy selectiva, orientada a la explotación de sólo unas pocas especies conocidas y en consecuencia depredante y antieconómica. En el Perú se utilizan unas 175 especies (de un total que se estima superior a 2,500) y sólo 9 de éstas aportan 75% del volumen que se comercializa. Aproximadamente 90% de la madera extraída se usa como leña.

El principal mercado potencial para la madera es el de la construcción. Por ejemplo, se ha estimado que el déficit de viviendas en los cinco países del Acuerdo de Cartagena (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) será en el año 2000 de aproximadamente 1.9 millones de unidades. En teoría, usando sólo el 1% de los bosques de estos países y considerando períodos de rotación de 30 años se podrían producir fácilmente unas 300,000 viviendas de madera al año (considerando 10 m³ por casa). Sin embargo, la industria maderera actual no estaría en condiciones de enfrentar una demanda de tal magnitud. El abastecimiento del material es discontinuo, limitado a pocas especies. La ineficiencia de la industria y su escala casi artesanal hacen que la madera tenga un alto costo unitario, aunque esto se ve compensado por la gran eficiencia que puede tener la madera en algunas aplicaciones. En todas estas limitaciones puede reconocerse una base de desconocimiento técnico.

Otras limitaciones a la construcción con madera son el rechazo de la población urbana, debido a prejuicios respecto a su comportamiento; el escaso respaldo del sector financiero y de seguros hacia la construcción con madera; y la inexperiencia de la industria con relación a la construcción con madera de carácter permanente. La diferencia de costos entre una vivienda de madera y una de material convencional es todavía pequeña, insuficiente para producir un cambio en la tradición, en contraste con otros países, como Canadá o los EE.UU., donde el 80% de las viviendas unifamiliares están construidas a base de madera.

Para enfrentar las actuales limitaciones y lograr un uso racional y eficiente del recurso forestal son indispensables acciones de investigación, normalización y capacitación. Algunas de las actividades desarrolladas en años recientes en estas áreas se describen a continuación.

5.8.2 Programas de investigación y desarrollo

5.8.2.1 Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Recursos Forestales Tropicales: Con el objeto de promover la utilización de la madera como material de construcción, particularmente de aquellas especies poco conocidas, los países del Acuerdo de Cartagena (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) desarrollaron entre 1975 y 1982 los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT). Es importante destacar que los cinco países tienen bases comparables respecto a los recursos forestales, la tradición en el uso de la madera y las necesidades de vivienda; por lo tanto fue conveniente la integración de diferentes esfuerzos en un solo programa subregional.

Los PADT-REFORT fueron planeados para cubrir todo el ciclo de generación de tecnología, partiendo de la investigación y el desarrollo hasta la implementación de la producción. Ese esfuerzo tuvo antecedentes en numerosos trabajos de investigación desarrollados en universidades. Sin embargo, los PADT-REFORT significaron un aporte nuevo e importante, no sólo por la magnitud del trabajo realizado y por su contexto regional sino también por el particular énfasis en la aplicación de la madera con fines estructurales.

Una primera etapa estuvo dedicada a la investigación de propiedades tecnológicas. Se llevaron a cabo más de 100,000 ensayos, con muestras colectadas directamente de los bosques según un riguroso muestreo aleatorio. Esa etapa estuvo financiada por contribuciones del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA). La segunda etapa, financiada por la Comunidad Económica Europea (CEE) y por el IDRC, se orientó hacia las técnicas de construcción y el desarrollo de componentes y sistemas estructurales adecuados.

Como resultado de este esfuerzo conjunto y coordinado de los países Andinos, se estableció una base técnica propia para el diseño de edificaciones con madera tropical, definiendo estándares de calidad, de dimensiones, propiedades y criterios de diseño y procedimientos constructivos. La publicación del *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino* fue uno de los logros más importantes. Este manual reúne la información experimental desarrollada en el referido proyecto, procesada para su aplicación en

el diseño o como referencia para los usuarios y ha servido de base para la norma nacional de construcción con madera.

5.8.2.2 Proyecto de Promoción Industrial de la Madera para la Construcción: Después de los PADT-REFORT, que estuvieron orientados fundamentalmente al desarrollo tecnológico, se requerían acciones complementarias de promoción, capacitación, racionalización y mejoramiento industrial y difusión de tecnología, así como la construcción de prototipos demostrativos. Con tal fin se desarrolló, con el apoyo de la CEE, el Proyecto Subregional de Promoción Industrial de la Madera para Construcción (1984-1989). Comprendió cuatro programas: promoción industrial, capacitación, conjuntos habitacionales y construcciones demostrativas rurales. El enfoque de las cuatro áreas de trabajo correspondió al objetivo general de apoyar la construcción con madera aumentando la oferta de materia prima y personal calificado, así como la demanda de edificaciones similares a los prototipos demostrativos. Esta concentración en el campo de la construcción fue correcta, considerando que constituye el principal mercado potencial para la madera.

El objetivo específico del programa de promoción industrial fue transferir a la industria de procesamiento y de transformación los resultados de la etapa de investigación. Se desarrollaron estudios industriales y de mercado y se elaboraron normas relativas al uso de la madera como material de construcción.

El programa de capacitación tuvo como objetivo entrenar a personal de todo nivel en técnicas de construcción con madera. En más de 100 cursos y seminarios se tuvieron más de 6,500 participantes. Para facilitar la capacitación por las entidades nacionales se entrenaron profesores en Institutos especializados de Europa y de la Región. Se revisaron, prepararon y distribuyeron publicaciones técnicas con un tiraje que bordea los 100,000 ejemplares, además de cartillas de carácter promocional.

Un tercer programa, de construcciones rurales, tuvo como objetivo mostrar en forma práctica las posibilidades de uso de la madera en la construcción para el medio rural. Los recursos del programa se invirtieron en la construcción de 95 edificaciones de gran valor social agregado (escuelas, guarderías infantiles, postas médicas, centros comunales, talleres, galpones de uso múltiple, puentes peatonales y vehiculares).

Dentro del marco del programa de conjuntos habitacionales se edificaron cinco grupos de viviendas (en Santa Cruz, Bolivia; Buenaventura, Colombia; Esmeraldas, Ecuador; Yarinacocha, Perú y Barinas, Venezuela). Adicionalmente, el proyecto colaboró con diversas entidades nacionales para el desarrollo de otros programas con recursos propios.

- 5.8.2.3 Otros Programas de Investigación y Desarrollo:** Una importante base de datos ha sido desarrollada en la Universidad Nacional Agraria "La Molina" (UNA). Se cuenta con información relativa a características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas, durabilidad natural, secado y preservación de aproximadamente 1,000 especies. Aunque en muchos casos se tiene sólo información preliminar, obtenida de probetas de un árbol, constituye la más importante fuente de información para cualquier programa futuro.

En otras universidades, particularmente en la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad Nacional San Antonio Abad y la Universidad Técnica de Cajamarca, se han venido realizando ensayos de elementos a escala natural. Algunos de estos programas han tenido apoyo de la industria maderera.

Desde 1972, investigadores de la Universidad Nacional de Ingeniería y del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) trabajaron en el desarrollo de construcciones modernas de quincha o bahareque. Estas se diferencian de las tradicionales en varios aspectos: dimensiones, espaciamiento y uniones del entramado portante de madera; en la disposición de las cañas, y principalmente en el sistema constructivo, que puede considerarse un sistema prefabricado. El sistema ha sido utilizado extensamente en diversos proyectos demostrativos.

5.8.3 Normas relativas a la Madera como Material Estructural.

Desde el punto de vista del ingeniero, los aportes más significativos de los proyectos PADT-REFORT y PRID-Madera se refieren a cuatro requisitos básicos de todo material estructural:

- Identificación del material.
- Control de calidad.
- Propiedades para diseño estructural.
- Dimensionamiento estandarizado.

Estos aportes han sido incorporados a diversas normas nacionales, que se comentan en los párrafos siguientes.

5.8.3.1 Identificación del material: Los bosques tropicales son, con pocas excepciones, muy heterogéneos. Se estima que en la región amazónica existen unas 2,500 especies maderables, de las que posiblemente unas 600 podrían utilizarse en construcción. Sin embargo, apenas unas 200 son comercializadas con regularidad. La extracción forestal ha sido tradicionalmente muy selectiva, orientada a maderas de gran valor (como Cedro o Caoba) o a aquellas reconocidas por su aptitud para usos específicos (como la Lupuna o el Tornillo), aunque se observa una tendencia creciente hacia la incorporación de más especies en el mercado.

Como respuesta a la heterogeneidad del bosque se ha propuesto el agrupamiento de especies con propiedades mecánicas similares. El agrupamiento reduce la selectividad en la extracción y la depredación de algunas especies, contribuye a aumentar la oferta de madera y por lo tanto reduce sus costos. En alguna medida simplifica el diseño, pero sobre todo facilita la construcción.

El agrupamiento propuesto en los PADT-REFORT, que ha sido adoptado en la norma ININVI NTE E101, considera tres grupos estructurales, denominados A, B y C. El material a utilizarse se identifica por su grupo, siendo indiferente (desde el punto de vista estructural) utilizar cualquiera de las maderas del grupo.

Dado que las propiedades mecánicas tienen una buena correlación con la densidad básica (masa seca al horno entre volumen verde), esta propiedad puede utilizarse para un agrupamiento tentativo. Los rangos de densidades básicas considerados en la referida norma son los siguientes:

Grupo Densidad Básica

A	0.71 a 0.90
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

El agrupamiento debe confirmarse, o eventualmente modificarse, realizando un mínimo de 30 ensayos de vigas a escala natural y comparando los resultados con los límites establecidos para cada grupo. Después de esto pueden utilizarse todos los valores de diseño asignados al grupo, que se describen más adelante.

En un bosque típico, las maderas del grupo A constituyen aproximadamente 40% del volumen total. Un 25% del volumen corresponde al grupo B y aproximadamente 20% al C. Debe anotarse que en el mercado se encuentra una mayor proporción de maderas del grupo C, más fáciles de extraer. Existe además un número importante de especies de baja densidad.

La Tabla 1 indica las especies agrupadas en la norma ININVI; nótese que sólo se incluyen unas pocas especies que han sido estudiadas y ensayadas en detalle. Las maderas del grupo A, como el Estoraque o el Pumaquiro (DB promedio 0.67), tienen alta resistencia; son muy difíciles de clavar, más aún en estado seco, pero son muy adecuadas para estructuras pesadas, empernadas, como puentes o muelles. En el otro extremo, las maderas del grupo C, como el Tornillo, son adecuadas para estructuras livianas, como por ejemplo las edificaciones a base de entramados. Al grupo B, intermedio, corresponden maderas como el Huayruro.

TABLA 1

AGRUPAMIENTO DE MADERAS PARA USO ESTRUCTURAL
Norma Técnica de Edificación ININVI NTE 101 (1988)

GRUPO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
A	Estoraque Palo sangre negro Pumaquiro	Myroxilon peruiferum Pterocarpus sp. Aspidosperma macrocarpon
B	Huayruro Manchinga	Ormosia coccinea Brosimum uleanum
C	Catahua amarilla Copaiba Diablo fuerte Tornillo	Hura crepitans Copaifera officinalis Podocarpus sp. Cedrelinga catenaeformis

Para que el agrupamiento pueda ser eficaz, se requiere extender esta lista a por lo menos una docena de especies en cada grupo; para ello se requieren apenas algunos ensayos a escala natural, dado que para muchas especies se tienen resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos.

5.8.3.2 Control de Calidad: La madera presenta características anatómicas que, desde el punto de vista ingenieril, pueden calificarse como "defectos", porque reducen la resistencia y la

rigidez. También pueden originarse defectos por deficiencias en el proceso de secado, o por ataques biológicos (hongos, insectos). En términos generales, los defectos afectan más la resistencia que la rigidez. La variabilidad en la resistencia es consecuentemente mayor que la variabilidad en los módulos de elasticidad.

Para garantizar que los elementos utilizados tengan las rigideces y resistencias consideradas al diseñar, es indispensable un control de calidad. Sin embargo, el proceso de producción de madera, más aún de aquella que proviene de bosques naturales, es muy distinto del de otros materiales. Pueden controlarse las operaciones de aserrío, secado y preservación, pero no muchas de las características básicas del material. El control de calidad es entonces en gran medida un proceso posterior a la producción, aceptándose o rechazándose el material para distintos usos.

Es evidente que algunos defectos son críticos desde el punto de vista del comportamiento estructural y requieren estar dentro de determinadas tolerancias o ser excluidos de los elementos que resisten cargas. En los PADT-REFORT se desarrolló una *Regla de Clasificación Visual para Madera Estructural*, que ha sido adoptada como norma ITINTEC. En ella se establece un solo "grado". Las piezas que tienen menos defectos que las tolerancias establecidas por la regla son clasificadas como de calidad estructural. Aquellas que tienen más defectos que los permitidos no lo son, pudiendo usarse donde no cumplan una función resistente. La identificación y medición de los defectos se hace inspeccionando cada pieza por parte de personal debidamente capacitado.

El "factor de calidad" definido como la razón entre la resistencia de un espécimen a escala natural y la correspondiente resistencia de una probeta pequeña, libre de defectos, extraída de la misma zona del árbol, es del orden de 0.8 para elementos aceptados según la regla de clasificación.

La regla de clasificación adoptada no distingue el uso al que se destina el elemento, ya sea flexión, compresión, tracción o una combinación de ellas. Debe anotarse que la regla de clasificación podría ser mucho más liberal para elementos a flexión, que constituyen un alto porcentaje de la madera utilizada en una vivienda típica. Sin embargo, se ha adoptado una regla única, en aras de la simplicidad. Más adelante podrán proponerse distintas normas, diferenciando usos y grados o

calidades, como es la práctica en países con larga tradición en la construcción con madera.

En esos países se está usando en forma creciente la clasificación mecánica; al medir la fuerza necesaria para lograr una deformación dada se determina el módulo de elasticidad y se correlaciona esta propiedad con la resistencia. Este procedimiento supone que el MOR y el MOE están bien relacionados. Para vigas a escala natural, con defectos, la correlación no es tan buena como en probetas pequeñas, libres de defectos, pero es siempre factible hacer estimaciones conservadoras para el MOR. En cualquier caso la clasificación mecánica debe ser complementada con la clasificación visual.

- 5.8.3.3 **Propiedades para Diseño:** Para usar la madera de una determinada especie como elemento estructural es indispensable conocer sus propiedades mecánicas. Estas propiedades deben ser representativas de elementos a escalas natural, considerando la variabilidad propia del material con los defectos tolerables.

Desde el punto de vista anatómico las especies latifoliadas son más evolucionadas que las coníferas; sus elementos constitutivos son más especializados. Las diferencias en estructura anatómica se reflejan en el comportamiento de la madera bajo cargas.

Es ilustrativo comparar las curvas carga-deformación obtenidas al ensayar probetas libres de defectos de una madera del grupo C (por ejemplo Tornillo, *Cedrelinga catenaeformis*) con las obtenidas para elementos de iguales dimensiones pero de Pino Oregón (Douglas Fir, *Pseudotsuga menziensis*). Ambas especies son de similar densidad. El Pino Oregón puede considerarse como la mejor conífera desde el punto de vista resistente. Puede observarse que el Tornillo es más resistente que el Pino Oregón, pero su módulo de elasticidad es ligeramente menor. Una consecuencia de esto es que el diseño con maderas latifoliadas, sobre todo las del grupo C, está normalmente limitado por deflexiones, en contraste con el diseño con maderas de coníferas, limitado por resistencia. En definitiva, las prácticas y manuales de países de clima templado no son directamente aplicables al utilizar la madera proveniente del bosque tropical. La investigación de las propiedades de las maderas locales es indispensable.

En la Tabla 2 se presentan las propiedades de diseño asignadas a los grupos estructurales. Cualquiera de las especies del grupo se supone que tiene las mismas propiedades resistentes. Nótese que el agrupamiento no refleja aspectos de durabilidad, trabajabilidad u otros que no estén relacionados directamente con las propiedades mecánicas.

TABLA 2

ESFUERZOS ADMISIBLES Y MODULOS DE ELASTICIDAD
Norma Técnica de Edificación ININVI NTE 101 (1988)

Propiedad		Grupo de Especies		
		A	B	C
Esfuerzos de Diseño (kg/cm²)				
tracción/compresión por flexión	fm	210	150	100
tracción	ft	145	105	75
compresión paralela al grano	fc	145	110	80
compresión perpendicular	fc	40	28	15
cizallamiento	fv	15	12	8
Módulos de Elasticidad (kg/cm²)				
E promedio		130,000	100,000	90,000
E mínimo		95,000	75,000	55,000

Puede anotarse que la resistencia de las maderas del grupo C es comparable con la del concreto normalmente utilizado en edificios. La resistencia de las maderas del grupo A sólo se consigue en concretos de laboratorio, en condiciones muy controladas. Por otro lado, el módulo de elasticidad de la madera es sólo del orden de 50% de aquel del concreto típico.

Es muy importante tener presente que las propiedades de diseño indicadas en la Tabla 2 sólo son aplicables a elementos de madera de las especies de la Tabla 1 y que han sido clasificadas como material de calidad estructural, es decir presentan menos defectos que los tolerados por la Regla de Clasificación.

5.8.3.4 Dimensionamiento Estándar: Todos los materiales tradicionales se comercializan en dimensiones estandarizadas. Esto permite optimizar la producción, facilita la comercialización, simplifica el diseño y la construcción. El aparente desperdicio significa a la larga menores

costos. Con la madera ocurre precisamente todo lo contrario: la presentación y comercialización del material es poco menos que caótica.

Con la finalidad de estandarizar este aspecto del uso de la madera para construcción, se propuso en los PAOT-REFORT un sistema de dimensiones preferenciales para escuadrías de madera aserrada y cepillada, que ha sido adoptado en la norma ITINTEC 251.103

Las dimensiones preferenciales deben adaptarse al mercado actual, particularmente al mercado externo dado que el mercado interno no está tan desarrollado, deben resultar en secciones eficientes para distintos usos estructurales y deben permitir obtener escuadrías pequeñas por reaserrío de las mayores. El sistema propuesto se refiere a las dimensiones reales, es decir aquellas de la madera seca y cepillada, descartándose la práctica obsoleta de dimensiones "nominales".

5.8.4 Aplicación de las normas

Según las normas vigentes, las construcciones deben ser supervisadas por un ingeniero o arquitecto colegiado, es decir registrado en el gremio correspondiente. Se requiere una licencia previa, que es otorgada por el municipio luego de la revisión de planos de arquitectura, estructuras e instalaciones. Terminada la obra, se requiere una conformidad del municipio, que es indispensable para la inscripción en los registros públicos. Sin embargo, se ha estimado que más del 90% de la construcción en el Perú es de carácter "informal", no siendo supervisada por profesionales calificados ni sometida a los procedimientos de control municipal. Una situación análoga se presenta en otras áreas de la producción.

La utilización de la madera en la construcción informal se limita a edificaciones pequeñas, en las que no se demanda gran resistencia al material. Para este sector sería poco realista pretender una "formalización" a breve plazo; se requiere más bien garantizar el abastecimiento de material con calidad controlada y realizar programas de difusión de detalles constructivos adecuados. Esto es particularmente importante, ya que la tradición de construcción con madera se perdió paulatinamente desde principios del presente siglo, al imponerse en las ciudades más importantes el uso del hormigón. El progreso tecnológico en relación a la madera sufrió un estancamiento y la mano de obra entrenada se tornó escasa.

Los trabajos previos sobre los que se basan las normas vigentes han tenido regular difusión entre los profesionales, en cursos, seminarios, congresos profesionales y en cursos

regulares en universidades e institutos técnicos. Esto, sumado a diferencias importantes entre el comportamiento de las maderas latifoliadas y las coníferas más abundantes en países de clima templado, explica el poco uso de normas norteamericanas o europeas.

5.8.5 Norma ININVI E.102 "Diseño y Construcción con Madera del Perú" ^{1/}

5.8.5.1 Contenido: El "Código" está estructurado en cuatro partes o secciones: Generalidades; Materiales; Diseño; y Construcción. Además contiene 5 anexos: Definiciones; Normas de Materiales y Procedimientos citados; Lista de Especies Agrupadas (ININVI); Abreviaturas y Símbolos; y Bibliografía.

5.8.5.2 Generalidades: En esta parte se especifica que la Norma establece los requisitos mínimos para edificaciones de madera de carácter permanente; así como hace referencia a estructuras de madera y a construcciones mixtas donde interviene la madera como material estructural. También consigna la importante salvedad que pueden usarse materiales, métodos de diseño o criterios constructivos no contemplados, siempre y cuando sean de responsabilidad directa del proyectista o constructor. Se establece la obligatoriedad de la participación de profesionales y técnicos calificados en cada una de las especialidades involucradas. Se señala la obligatoriedad de compatibilizar la concepción estructural a las normas vigentes de diseño sismoresistente y a las normas de cargas. Se prevé la necesidad de un inspector con autoridad para exigir ensayos de certificación de la calidad de los materiales empleados haciendo referencia a las normas ITINTEC correspondientes.

5.8.5.3 Materiales: Esta segunda parte contiene dos capítulos con especificaciones para la madera y los tableros que se pueden usar en construcciones de carácter permanente. Se mencionan los requisitos para la madera basándose en las normas referidas anteriormente y que permitirán por primera vez, tanto a propietarios y profesionales sean de instituciones públicas o privadas, contar con especificaciones oficiales de calidad, identificación y dimensionamiento que eventualmente serán el estándar en la industria de la madera, contribuyendo de esta forma a su establecimiento definitivo en igualdad de

^{1/} Artículo del Ing. Javier Piqué del Pozo, escrito para la Revista $\frac{1}{2}$ de Construcción.

condiciones con otros materiales tradicionales.

Se establece por ejemplo, que se debe construir con madera seca en equilibrio con el ambiente (22% de contenido de humedad o menos), con la excepción de maderas de alta densidad en que por ahora se permite su uso en condición húmeda. También se establece que sólo se podrán usar especies de madera de especies que satisfacen la norma ININVI NTE E-101 que son de calidad estructural (ITINTEC 251.104) y cumplen con las dimensiones de ITINTEC 251.103.

Se hace una referencia a madera rolliza, para la que no se dispone de estudios tecnológicos comparables, pero en vista de su masiva utilización en nuestro medio se ha considerado una mención al requisito de calidad de ITINTEC 251.104. Se hace una referencia a algunos requisitos para madera laminada encolada y finalmente a los tableros y sus requisitos para utilizarlos en construcciones permanentes. Se especifican espesores mínimos y densidad mínima de las especies de que están hechos.

- 5.8.5.4** **Diseño:** Esta parte se refiere principalmente al diseño estructural. Está basada en gran medida en las recomendaciones del Manual de Diseño de JUNAC. La filosofía general está basada en un diseño en condiciones de servicio. Se hace referencia a las propiedades de diseño asignadas a los grupos de madera estructural que están especificados en la norma ININVI NTE E-101.

Esta sección contiene capítulos sobre diseño de elementos sometidos a: flexión, tracción y flexo-tracción, compresión y flexo-compresión. Un capítulo sobre el diseño para cargas laterales de sismo o viento mediante la utilización de muros. Un capítulo de armaduras y finalmente uno de diseño de uniones clavadas y empernadas. Es importante señalar que la mayoría de estas especificaciones son directamente aplicables a madera de bosques tropicales y están basadas en ensayos realizados directamente con nuestras maderas, por lo tanto el grado de confiabilidad que el Código permitirá obtener en edificaciones diseñadas siguiendo sus criterios es adecuado.

- 5.8.5.5** **Construcción:** La última parte del Código se refiere a criterios de protección de la edificación contra la humedad, contra insectos y contra el fuego. Los tres aspectos que pueden afectar seriamente una edificación a base de madera. Estos constituyen no sólo una ayuda para el diseñador y el inspector sino de alguna manera

son una novedad en nuestro ordenamiento ya que no existe conciencia generalizada sobre la importancia de estos factores en el momento de proyectar una edificación permanente a base de madera. Se establecen requisitos de fabricación y montaje con indicaciones sobre recomendaciones aplicables en cada caso.

Finalmente se incluye un capítulo sobre exigencias de mantenimiento, algo prácticamente desconocido en nuestro lenguaje constructivo y que es importante señalar es un aspecto indispensable para la permanencia de una edificación a base de madera.

5.8.5.6 Anexos : Los anexos son una ayuda adicional al diseñador. Se incluye un glosario con las definiciones propias de la construcción con madera. Se incluye una lista de las normas que son aplicables y que se citan como parte del texto. Asimismo una lista de las especies actualmente ya agrupadas para utilizar en el diseño y construcción. Una lista de abreviaturas y una bibliografía que ha servido de base a la preparación del Código.

5.8.6 Recomendaciones

A pesar de los importantes avances en los últimos 15 años, el uso de la madera como material estructural es todavía limitado. Para lograr un uso más eficiente de este material, se requieren diversas acciones, entre las que se pueden mencionar:

5.8.6.1 Normalización: Deben mejorarse y complementarse las normas vigentes, particularmente en lo relativo a la habilitación del material, paneles de revestimiento, accesorios, acabados. La armonización de las normas con aquellas de otros países de la región es conveniente; sin embargo, será indispensable respetar algunos criterios básicos, como el agrupamiento estructural, que ya han tenido bastante difusión.

5.8.6.2 Promoción: En el futuro se debe prestar mayor atención a acciones de motivación de los empresarios y de los usuarios con relación al uso de la madera como material de construcción. Las industrias existentes deben recibir un apoyo adecuado para la modernización y racionalización de sus equipos de producción, en la gestión de los expertos requeridos, en la identificación y desarrollo de nuevos productos y en la obtención de los créditos necesarios. Debe trabajarse para lograr un cambio de actitud en las entidades crediticias y aseguradoras.

5.8.6.3 Abastecimiento Eficiente del Material: Este es el problema más crítico que enfrenta la madera. Alto costo y discontinuidad en el abastecimiento, limitado a sólo algunas especies. Organizando a los productores mediante centros de acopio, clasificación y comercialización, se puede mejorar la cantidad y calidad del abastecimiento. Agregando líneas de producción de elementos y componentes para construcción puede hacerse la operación más rentable. Es indispensable fomentar la reforestación.

5.8.7 Posibles entidades participantes en Perú en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera

- . Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI)
- . Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
- . Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)
- . Colegio de Arquitectos del Perú (CAP)
- . Universidades Públicas y Privadas
- . Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)
- . Cámara Nacional Forestal (CNF)
- . Confederación Nacional de la Madera (CNM)
- . Centro Latinoamericano de Promoción y Desarrollo de la Madera (CAMBIUM)

5.9 Usos Estructurales de la Madera en Uruguay
 Arq. Carlos Meyer - Instituto de Construcción de Edificios - Universidad de la República
 Ing. Fernando Durán - Instituto Uruguayo de Normas Técnicas-UNIT

5.9.1 Introducción

Uruguay es un país caracterizado por la producción de carne, lana y granos dedicándose poca superficie a la producción forestal. La masa boscosa total del país es de 5 a 6% de la superficie total del territorio aunque debe destacarse que, desde la sanción de la Ley Forestal N° 15939 reglamentada en el año 1988, se han llevado a cabo numerosos emprendimientos forestales algunos de gran importancia. Esto es debido a que dicha ley prevé importantes exoneraciones fiscales y además, a través del Fondo Forestal, se otorga un subsidio que puede llegar al 50% del fisco de plantación para aquellas forestaciones que tengan un rendimiento mínimo del 75%. Esto demuestra la importancia que el actual gobierno ha prestado a este tipo de emprendimiento siendo una de las áreas prioritarias de desarrollo.

El 68% de la masa boscosa nacional corresponde a bosques nativos y el 32% a bosques implantados con especies exóticas principalmente *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus*, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Pinus pinaster*.

Además de haberse incrementado las plantaciones forestales en los últimos 5 años, debe señalarse la inquietud de los productores en incorporar nuevas tecnologías en las etapas de vivero y en la realización de planes de manejo de los bosques que permitirán en las próximas cosechas, obtener madera de calidad libre de nudos.

La extracción anual de madera rolliza es del orden del 2,5 millones de m³ de los cuales el 70% se utiliza para leña mientras que el resto se destina a la industria tanto de aserrío como pulpa. La industria de aserrío procesa 560,000 m³ por año y abastece entre el 55% y 60% de lo que se consume en el país. Esta producción ha permitido disminuir las importaciones de madera aserrada que en el año 1988 fue de 330,000 m³ bajando a 75,000 en el año 1992.

Las maderas nacionales tienen niveles de precio entre tres a cuatro veces menor que las importadas. Tradicionalmente, a falta de maderas nacionales de buena calidad, se utilizaron maderas importadas tanto para usos estructurales como para otros usos. Estas maderas, básicamente, Peterebi (*Cordia* sp.), Cedro (*Cedrela* sp.), Pino Brasil (*Araucaria brasiliensis*), Lapacho (*Tabebuia* sp.), Guatambu (*Balfourodendron riedeliannum*), etc., provenientes fundamentalmente de Brasil, Argentina y Paraguay. Las mismas, en general, no vienen clasificadas y tienen a su vez altos porcentajes de humedad.

En el Uruguay los usos estructurales de la madera se refieren fundamentalmente a construcciones de techos, vigas y cerchas. Los otros abundantes usos de la madera, se refieren a elementos no estructurales como pisos, revestimientos, cielos rasos, muebles, aberturas, etc.

No existen normas que regulen el uso de la madera en construcciones, ya que, tradicionalmente, se utiliza mampostería. Sin embargo, existen en estos momentos algunas empresas que han comenzado a construir viviendas de madera habiendo un notorio interés de los posibles usuarios que pueden acceder a este tipo de vivienda que tiene un costo menor que la construida con los materiales convencionales. Lamentablemente, en la mayoría de dichas viviendas, se utiliza madera sin tratar o tratada con métodos inapropiados (pincelado, inmersión) y con productos tóxicos inconvenientes para interiores como pentaclorofenol, no existiendo normas sobre preservación de maderas.

5.9.2 Ordenanzas de construcción

En Uruguay, las Intendencias (municipalidades), establecen las reglamentaciones de construcción. Existe profusa reglamentación sobre construcciones tradicionales (ladrillo y hormigón) y fundamentalmente para vivienda colectiva pero no existen ordenanzas en torno a las construcciones en madera.

Para construir en madera se debe cumplir una ordenanza general de habitabilidad e higiene en donde se establecen áreas y medidas mínimas, áreas para ventilación, iluminación, etc. En el caso de nuevas tecnologías o sistemas prefabricados se exige demostrar que algunos valores son equivalentes como en el caso de coeficientes de aislación térmica. La responsabilidad por temas estructurales corre por cuenta del arquitecto o el ingeniero responsable del cálculo.

Igualmente sucede respecto a la certificación de calidad de los materiales empleados. En general, todos los casos de construcciones integrales en madera planteadas en el Uruguay se refieren a vivienda individual aislada. La mayoría de ellas provienen de Brasil.

Con referencia a los muros cortafuegos en Uruguay sólo se admiten que los mismos sean de mampostería no pudiéndose utilizar otros elementos incombustibles como fibrocemento, yeso, etc. No está especificado el uso de maderas tratadas con preservantes ni los porcentajes de humedad a la que se debe usar quedando éstas decisiones a cargo de los técnicos que dirigen la obra. En el caso de ser prefabricadas, las decisiones corren por cuenta de los técnicos de los talleres.

En la práctica, la mayoría de las viviendas importadas no tienen maderas debidamente tratadas y sus terminaciones exteriores se deterioran con facilidad, a veces por problemas de diseño. Esto ha impedido una rápida difusión de las construcciones de madera entre los consumidores.

5.9.3 Procedimientos de diseño

Se realizan los procedimientos habituales de determinación de solicitaciones (momento y cortante) para calcular las secciones. Sin embargo, los valores de tensiones de rotura de nuestras maderas no son realmente conocidos al no haberse realizado los ensayos correspondientes fundamentalmente, los de tamaño de uso. Se utilizan, entonces, datos provenientes de maderas similares como *Pinus radiata*, *Araucaria*, etc. Existen algunos ensayos realizados en probetas libres de defectos, aplicando normas AFNOR, pero en la actualidad se considera que los ensayos realizados en piezas de tamaño de uso son los que pueden dar un valor confiable de coeficientes de rotura.

El UNIT ha desarrollado en el período 1968-1985, 14 normas técnicas relacionadas con métodos de ensayo, propiedades físico-mecánicas, nomenclatura, glosarios, etc. sobre maderas utilizadas en Uruguay.

El Instituto Uruguayo de Normas Técnicas dispone de amplia información sobre normas internacionales, pero desde el momento que éstas no han sido estudiadas para las condiciones locales, no tienen aplicación obligatoria y no son conocidas a nivel de industriales y productores. En el caso del Eurocódigo 5, no es conocido en el país.

5.9.4 Calidad de los materiales

Como ya se ha dicho, no existen normas de calidad que se apliquen en el mercado. Algunos aserraderos comprometidos en exportación, utilizan las normas de los países compradores. La gran mayoría de los aserraderos que hay en el Uruguay, trabajan con equipamientos obsoletos y con rendimientos de, aproximadamente 1,000 a 1,500 pies madereros por día. Como la mayoría carecen de bosques propios, compran trozas para aserrar a distintos proveedores por lo cual no pueden mantener una calidad uniforme. Los problemas técnicos de la maquinaria y la falta de mano de obra especializada provocan problemas de calidad que se traducen en aristas faltantes, escuadrías irregulares, etc.

Los aserraderos más importantes que producen, aproximadamente 10,000 pies por día, cuentan con sus propios bosques los cuales son sometidos a planes de manejo y tienen equipos más modernos que permiten la obtención de escuadrías de mejor calidad. A su vez, cuentan con secaderos que aseguran madera libre de manchas y contenidos de humedad adecuados para su uso final. Por estas razones, en general, el técnico o el industrial debe adquirir maderas con sumo cuidado y las compras en grandes volúmenes generan rechazos importantes en la obra.

Con respecto al uso de elementos accesorios como conectores, se ha utilizado el GANG-NAIL para cerchas y vigas pero por distintas razones, las empresas no han tenido éxito comercial descontinuándose dicha producción. Debe agregarse que los conectores de referencia eran de origen importado y aplicados según las normas de los fabricantes.

Existen en el Uruguay varias plantas de aplicación de preservantes del tipo CCA por el método de vacío-presión. Se utilizan en gran escala para postes de líneas aéreas eléctricas y telefónicas. Debe señalarse que no existe en el país normativa sobre impregnación de maderas utilizándose especificaciones de los proveedores de los productos químicos. Sin perjuicio de ello, la calidad de los productos preservados se considera buena.

Se han realizado en algunos talleres aislados trabajos sobre vigas laminadas sin ninguna especificación técnica ni estudio de diseños, adhesivos, presiones aplicadas, etc.

No existen especificaciones respecto a la madera estructural y tampoco se aplican normas de clasificación. Sin embargo, debe mencionarse que existe en algunas empresas, interés en aplicar criterios de clasificación, ya que han iniciado una corriente exportadora a EE.UU., Japón, etc. de madera tipo "CLEAR".

En el ICE se ha construido, recientemente, un banco de prueba para aberturas en un proyecto en el cual UNIT está integrado a efectos de poder normalizar los resultados.

5.9.5 Marco institucional

Todo el tema referido a normas técnicas corresponde a UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas). Por tratarse este proyecto de un tema específico de construcción en madera, el mismo se radicó en el Instituto de Construcción de Edificios (ICE) de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. En el mismo se desarrolla un proyecto sobre "Factibilidad de uso de la madera nacional en la construcción". Este proyecto ha comenzado a estudiar los temas más importantes referidos a la madera nacional. En el transcurso del mismo, se han estudiado diversas normas internacionales para ensayos en probetas libres de defectos. De esta manera trabajando conjuntamente con la Dirección Forestal (Ministerio de Ganadería y Agricultura), la Facultad de Agronomía y la LATU (Laboratorio Tecnológico del Uruguay), se elaboró un proyecto para realizar este estudio el cual sería financiado por el Banco Mundial.

También se comenzó a trabajar con un sistema de clasificación visual y en este caso se ha considerado básicamente el sistema inglés que se aplica actualmente en Chile y Nueva Zelandia denominado Razón de Area Nudosa (RAN). Sin embargo, no se ha complementado el trabajo ni con el número de piezas clasificadas ni con ensayos en tamaño de uso para la determinación de la resistencia. A esos efectos, se ha comenzado la construcción en el ICE de un banco de pruebas para piezas de ese tipo.

Se considera que luego de la primera etapa del proyecto entre UNIT, Facultad de Arquitectura y ONUDI y una vez consolidado el mismo, se integrarán a él las instituciones mencionadas así como representantes del sector privado que se beneficiarán por la existencia de las normas.

Con referencia a UNIT, debemos especificar que los estudios y aprobaciones de normas se realizan, en general, a pedido de las partes interesadas en elaborar las mismas. UNIT dispone de abundante información sobre normas internacionales pero el tema maderas ha sido poco desarrollado.

Dentro de los trabajos que encara el ICE de la Facultad de Arquitectura se encuentra los asesoramientos en materia de técnicas constructivas en maderas, habiendo realizado un grupo de 20 viviendas para la Intendencia de Paysandú. En un futuro inmediato, se comenzará a construir una importante cantidad de viviendas para obreros y empleados de UTE (Usinas y Trasmisiones Eléctricas) divididas en aproximadamente 20 cooperativas con un total estimado de 1,500 viviendas.

5.9.6 Planes futuros

Teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado en este tema por países como Chile, Argentina, Brasil, etc., en función de la importancia de sus respectivos sectores forestales, consideramos que Uruguay tiene un importante atraso relativo

en este tema. Por dicha razón será importante discutir en el Taller las acciones concretas que permitan la nivelación en el más breve plazo como cursos de capacitación tanto a nivel técnico como empresarial, promoviendo un interés en el tema. A su vez, será importante actuar en los medios técnicos y políticos como forma de promover e incentivar la aplicación gradual de algunas disposiciones que, sin constituir la norma final, permitan mejorar la calidad del material e insertar a los empresarios en este nuevo concepto.

5.9.7 Posibles entidades participantes en Uruguay en un proyecto de armonización de un código de construcción con madera

a) Sector gubernamental

- . Ministerio de Vivienda
- . Banco Hipotecario del Uruguay
- . Banco de Seguros del Estado
- . Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Dirección Forestal

b) Normas

- . Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)
- . Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

c) Universidad de la República

- . Facultad de Agronomía
- . Facultad de Arquitectura
- . Facultad de Ingeniería

d) Industriales

- . Cámara de Industrias (Asociación de Industriales de la Madera)
- . Sociedad de Productores Forestales
- . Sociedad de Exportadores de Madera

e) Comerciantes