



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



20653

Distr. LIMITADA  
ID/WG.538/1(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

ORIENTACION DE NORMAS Y REGLAMENTOS  
EN EL AMBITO INTERNACIONAL\*

Preparado por

Juan J. Salinas\*\*

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

\*\* Juan J. Salinas, Professor, Department of Civil and Environmental Engineering,  
Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada.

## INDICE

	Página
INTRODUCCION	3
NORMAS PRESCRIPTIVAS Y NORMAS DESCRIPTIVAS	3
JERARQUIA INTERNA DE LOS REGLAMENTOS	4
LAS NORMAS COMO INSTRUMENTOS DE CONTROL	5
HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO	7
NOMENCLATURA	8
VALORES CARACTERISTICOS	9
VALORES DE DISEÑO	10
ESTADOS LIMITE	11
EUROCODE 5	11
CONTENIDO DE EC5	13
EC5 ANEXOS	18
BIBLIOGRAFIA	21

## RESUMEN

*Se discuten brevemente las ventajas de la normalización de reglamentos para construcción con madera y la armonización de normas nacionales y regionales integradas en un contexto multinacional. Se presenta el caso de la Comunidad Europea como un ejemplo de armonización e integración de normas nacionales en un solo documento de aplicación multinacional. Se discuten los conceptos básicos de normalización descriptiva y prescriptiva y su jerarquía. Se presentan ejemplos de organización, a nivel multinacional, de instituciones de reglamentación y normalización, su planeación, fomento y desarrollo a través del patrocinio de instituciones locales e internacionales.*

### Introducción

Los reglamentos de construcción de varios países como Inglaterra, Australia, Nueva Zelanda, Francia y los países escandinavos, han introducido cambios de importancia en los últimos años. Estos cambios han surgido en respuesta a las exigencias de los usuarios con relación a una reglamentación más efectiva de los procesos de análisis y diseño estructural. Específicamente, los usuarios prefieren normas y reglamentos con especificaciones claras y concisas, concordancia interna entre los conceptos, simpleza y una mayor libertad en los diseños para promover la innovación y que facilitar el flujo de bienes y servicios. Un análisis de estos cambios indica que la mejor ruta a seguir es la formulación de normas y reglamentos con un carácter objetivo y funcional, basados en el comportamiento requerido y por la función de los elementos estructurales.

**Normas prescriptivas y normas descriptivas (funcionales)** Tradicionalmente las normas de diseño se desarrollaron en una forma prescriptiva en la cual cada situación de diseño se describe en forma detallada y la norma pretende hacer al usuario satisfacer los criterios que la profesión ha aceptado. Sin embargo, actualmente los objetivos de normalización se han orientado hacia sistemas que promuevan la funcionalidad del objeto de diseño y que al mismo tiempo satisfagan criterios mínimos de seguridad e integridad estructural. Una norma prescriptiva detalla la manera de obtener un determinado objetivo de diseño en función de los materiales y la tecnología disponibles.

Una norma "funcional" describe los objetivos, en términos de función, que vendrán a asegurar la satisfacción de los criterios de diseño, independientemente de los materiales o tecnologías existentes.

Un reglamento prescriptivo asume que el usuario esta unicamente interesado en los requisitos tecnicos y no en la racionalizacion del diseño. La estructura de estos reglamentos esta orientada hacia el diseño de elementos estructurales basicos porque esto facilita verificar la conformidad del reglamento mismo. La estructura de un reglamento prescriptivo puede ser muy complicada porque debe cubrir una multitud de detalles y procedimientos constructivos.

Un reglamento "funcional" parte del principio que el usuario requiere una racionalizacion de los requisitos especificos. La estructura interna de este tipo de reglamento esta bien definida, en terminos claros, con una jerarquia orientada a la funcion final de los sistemas. Es posible seguir la ruta indicada desde un requisito particular hasta el objetivo final de la norma y, al mismo tiempo, determinar la forma en la que el cumplimiento de la norma satisface sus objetivos. La forma prescriptiva tuvo exito cuando las tecnologias constructivas no experimentaron cambios significativos y los requisitos sociales cambiaron en forma lenta.

Actualmente, se presentan cambios rapidos en las tecnologias de construccion ademas de restricciones monetarias. Se tiene tambien la necesidad de contar con sistemas abiertos y flexibles que permitan el libre intercambio de tecnologias, productos y materiales de construccion. Estos son los atributos naturales de un reglamento "funcional".

#### **EJEMPLO: Reglamento canadiense**

*Prescriptivo* § 9.28.3.2 (2) ...las grapas de alambre deben tener un diametro minimo de 1.98 mm ...

*Descriptivo*  
*(Funcional)* § 5.4.1.2 (7) ...los sistemas de barrera de contencion de aire deben diseñarse y construirse para resistir las cargas de viento calculadas de acuerdo con § 4.1.8

#### **Jerarquia interna de los reglamentos**

La organizacion de reglamentos descriptivos obedecen una jerarquia funcional que respeta el objetivo final de la norma y expresa en terminos cualitativos la forma en que elemento estructural satisface este objetivo. Normalmente los requisitos de seguridad e integridad mas generales se encuentran a la cabeza de la jerarquia seguidos for requisitos funcionales y, finalmente, se incorporan los requisitos prescriptivos que vendran a dar apoyo tecnico a la norma.

**EJEMPLO (Escaleras)**

**Objetivo General** Seguridad de las personas físicas

**Norma Funcional** Requisitos mínimos de operación. La iluminación debe ser de intensidad suficiente para evitar accidentes durante su uso diario

**Norma Prescriptiva** Valores recomendados de diseño. La intensidad luminosa a nivel de piso no debe ser menor a 20 lux.

Es difícil desarrollar reglamentos estrictamente funcionales y es comúnmente más práctico, en una etapa inicial, implementar normas de carácter prescriptivo durante un período de prueba. Una vez establecida la jerarquía deseada se pueden hacer cambios al formato del reglamento para hacerlo más "funcional" y descriptivo. El desarrollo de un reglamento de construcción es un proceso cíclico con revisiones y cambios cada cuatro o cinco años.

**Las normas como instrumentos de control**

La reglamentación es una actividad necesaria en las sociedades industrializadas modernas. El concepto de calidad y su control en producción y consumo de bienes y servicios es de gran importancia en el desarrollo de actividades económicas, en la promoción del libre comercio y en el establecimiento de reglas de seguridad aceptables tanto para productores como para consumidores. La jerarquía de los reglamentos obedece lineamientos históricos y políticos idóneos a la sociedad donde se desarrolla la actividad. Existen influencias políticas, económicas y culturales que cambian de país a país pero se puede considerar como típico el cuadro que se presenta a continuación.

Es aparentemente contradictorio esperar que las mismas reglas que limitan y controlan la producción de materiales de construcción vayan a promover la creatividad e innovación necesaria para dar lugar a una economía dinámica. Pero un análisis cuidadoso revela que la anarquía en los medios de producción y una competencia totalmente abierta y sin apego a los requisitos de seguridad vendrá a resultar en accidentes serios con pérdidas económicas y quizá hasta de vidas humanas. Esta situación crea una crisis en la sociedad que ya no tiene confianza en el producto y abandona el consumo de los materiales defectuosos, caros o ineficientes. Por esta razón la industria de productos derivados de la madera debe tener una convicción firme de promover, mantener y apoyar el desarrollo de reglamentos y normas de calidad que respalden la confianza del consumidor. La verdadera competencia debe ser con otros materiales. El desarrollo de normas debe respaldarse con la cooperación de varios sectores incluyendo profesionistas como ingenieros y arquitectos, contratistas y constructores, instituciones de estudio e investigación, gobierno y sector industrial.

## JERARQUIA DE LOS REGLAMENTOS

*Ley Civil Organica (Constitucion)*

*Reglamento Nacional de Construccion*

Permisos de construccion, tipos de edificaciones, proteccion contra incendios, instalaciones sanitarias, etc.

*Reglamentos de diseño (Nacional, regional, municipal)*

Caracterizacion de solicitudes y cargas. Cargas vivas, muertas. Viento, sismo, nieve, etc.

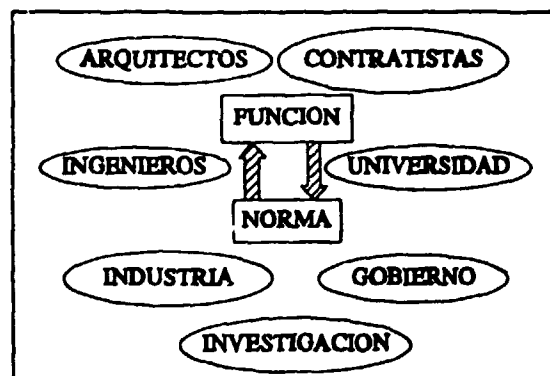
*Codigos de aplicacion practica*

Concreto, acero, madera, mamposteria

*Normas de referencia*

Control de calidad de cemento, acero, clavos, adhesivos y pegamentos, madera.

Los sectores publico y privado juegan papeles complementarios en el desarrollo e implementacion de reglamentos constructivos y normas de calidad. Ambos contribuyen a mejorar la eficiencia de los procesos de fabricacion y la seguridad publica en el uso de los productos. Ambos deben ser flexibles e imponer un numero minimo de restricciones para evitar la formacion de barreras que impidan el intercambio comercial. Ambos pueden ser instrumentos valiosos para promover nuevos productos y usos.



La jerarquía de los reglamentos de construcción desarrollados en los países industrializados en los últimos diez años sigue un lineamiento como se indica a continuación.

**REGLAMENTOS**

Uso y aceptacion de productos  
 Verificacion del comportamiento  
 Criterios de seguridad

**NORMAS DE CALIDAD**

Aplicaciones industriales  
 Desarrollo de nuevos productos  
 Control de procesos de fabricacion

<b>REGLAMENTO</b>	<b>EJEMPLOS</b>
<i>Materiales</i>	Madera clasificada. Conectores metalicos.
<i>Elementos Estructurales</i>	Vigas, columns, uniones
<i>Sistemas Estructurales Secundarios</i>	Muros, techos, vigas compuestas
<i>Primarios</i>	Residencias, edificaciones industriales y comerciales

**Herramientas para el desarrollo**

La naturaleza variable de la madera y la gran variedad de conceptos practicos y teoricos utilizados en el diseño requieren el uso de herramientas de trabajo que faciliten la comunicacion y el intercambio de ideas entre los individuos de diferentes paises y con diferentes profesiones. Algunos conceptos de estadistica y teoria de probabilidades deben entenderse para poder tomar decisiones adecuadas.

No es necesario que todos los integrantes de una comision normalizadora tengan conocimientos avanzados en este campo, pero si es indispensable que se tenga una idea al menos general de los principios basicos para ayudar en la toma de decisiones. La labor detallada de analisis e investigacion se lleva a cabo por tecnicos especializados, pero la toma de decisiones debe tener lugar con la participacion de todos los sectores, especialmente los representantes del publico usuario de los productos y sistemas bajo consideracion.



**NOMENCLATURA**

Simbolos utilizados en documentos relacionados con usos de la madera (CIB-W18)

**VALORES CARACTERISTICOS**

Determinacion del 5º porcentual en la distribucion de resistencia, modulo de elasticidad y densidad en maderas. (CEN/TC 124, prEN 384)

**CLASIFICACION POR ESFUERZOS**

Establecimiento de limites para una serie de intervalos de propiedades mecanicas en los que se colocan (clasifican) varias especies.

**VALORES DE DISEÑO**

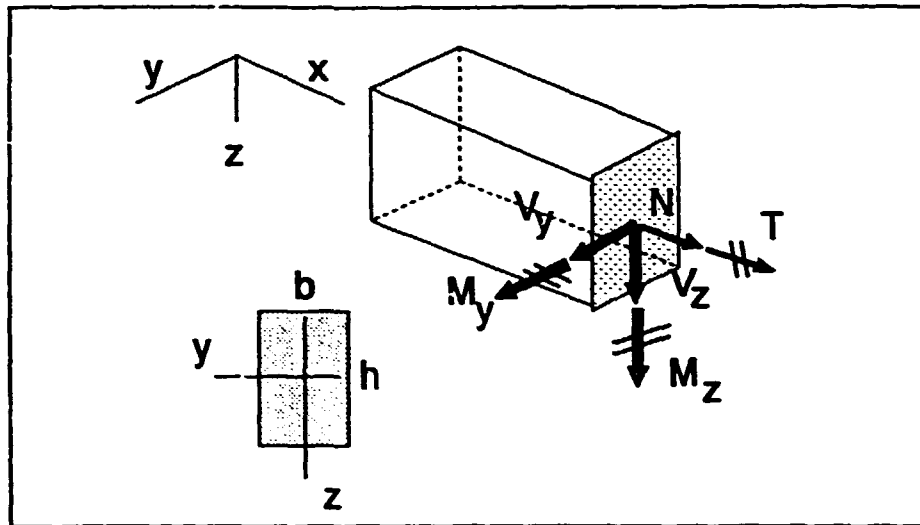
Utilizacion de piezas de tamaño estructural para la determinacion de valores de diseño. Efectos de tamaño, humedad, duracion de carga, etc. (ASTM D 1990-91, ISO/TC 165)

**ESTADOS LIMITE**

Condiciones de resistencia y servicio de las estructuras. Factores de seguridad, factores de carga y factores de resistencia. Guia para el desarrollo de reglamentos probabilisticos. (CSA S408)

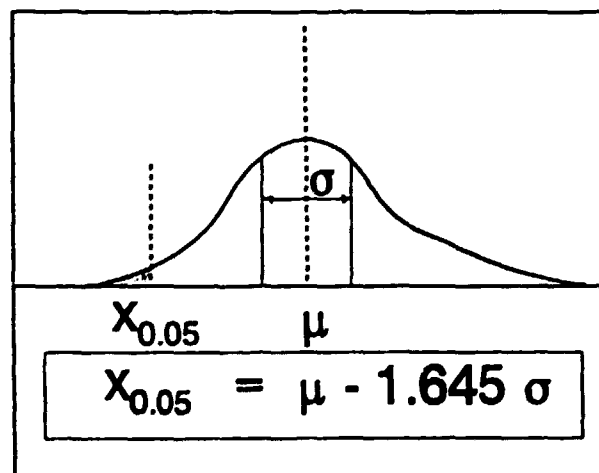
**Nomenclatura**

La comunicacion de ideas y conceptos a nivel internacional es un factor importante en el desarrollo de normas y reglamentos. Siendo el español y el portugues las lenguas naturales comunes a los paises de america latina la comunicacion oral y escrita se lleva a cabo sin mucha dificultad una vez que las diferencias culturales han sido consideradas. Ademas del lenguaje natural, se requiere asimismo una aceptacion general de los lenguajes precisos del analisis matematico y la representacion grafica de detalles. Una vez logrado esto se debe buscar una integracion con los simbolos y detalles utilizados por la comunidad internacional. Esto permite la adopcion de normas con mayor facilidad, ahorro de recursos y se evita el tener que repetir los largos procesos de adopcion de normas internacionales, no solo entre los paises latinoamericanos sino tambien con los paises de norteamerica y de la comunidad europea.



### Valores Característicos

La determinación de valores característicos de las propiedades mecánicas de la madera facilita el desarrollo de reglamentos. Se parte de la suposición de que es imposible determinar los valores de estas propiedades mecánicas con exactitud por lo que se decide seleccionar una población de elementos representativa de la especie y sobre esta muestra se determinan coeficientes estadísticos que permiten la evaluación numérica de los elementos de cálculo con una cierta probabilidad, comúnmente aceptada, de que los valores utilizados son excedidos (resistencia) en un 5%. Cuando el tamaño de la muestra o el método utilizado se desvían de una situación ideal, se utilizan factores de corrección desarrollados estadísticamente para reflejar una mayor incertidumbre.



### Clasificación por resistencia

Los sistemas de clasificación de maderas en función de su resistencia se basan en la asignación de especies a una serie de intervalos determinados en función de la teoría matemática de los "números preferidos". El número de intervalos obedece una progresión geométrica y depende del grado de diferenciación deseado entre el grupo de especies y del rango de valores considerados. Obviamente la selección de este número de "casillas" de clasificación tiene repercusiones muy importantes en la utilización y sobre todo en la comercialización del producto. Australia es el país líder en esta área pues cuenta con el primer sistema desarrollado y la mayoría de los sistemas utilizados en el mundo están basados en el sistema australiano. La ventaja de este método de clasificación es que puede ser incorporado sin mucha dificultad a reglamentos existentes en los que ya existe una clasificación comercial de los productos forestales. Una posible desventaja es la falta de precisión, por parte del usuario, al determinar especies.

Comparación de sistemas de clasificación por resistencia (MOR, ksi). Referencia [6]

País	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
Aus		0.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.8		3.5	4.4		5.5	7.0	8.7	10.9
UK			1.0	1.5	1.9		2.7		3.6	4.4		5.3	6.2	7.3	
ISO	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.2	2.8		3.5	4.4		5.5	7.0	8.7	10.9
EC5				1.9	2.2	2.6	3.0	3.5	4.4		5.4	7.0	8.7		
US	0.4		0.9	1.4	1.7	2.2	3.0		3.58	4.4	4.9	5.5	7.0	8.7	

### Valores de diseño

Las propiedades mecánicas de la madera son afectadas por las condiciones de uso tales como: contenido de humedad, dimensiones, condiciones de carga, defectos, etc. Para codificar el valor de diseño se usa el valor característico obtenido de los ensayos y se modifica por medio de factores de ajuste derivados teóricamente o empíricamente.

#### Valor de diseño

$$X_d = X_k K_1 K_2 \dots K_n$$

$$X_k = \text{Valor característico } (X_{5\%})$$

$$K_i = \text{Factor de ajuste}$$

(Humedad, tamaño, defectos, cargas, etc)

### Estados limite

Los sistemas y elementos estructurales deben diseñarse y construirse para resistir, con un determinado grado de certidumbre, las cargas que ocurren durante la construcción y durante la vida de servicio y operación de la estructura. Se considera que un sistema o elemento estructural ha fallado cuando exceda un límite de comportamiento por encima del cual cesa de cumplir su función de resistencia o deformación. Los estados límites comúnmente reconocidos en los reglamentos de diseño son los de resistencia y los de condiciones de servicio (deformación).

Un objetivo fundamental de la reglamentación de las actividades de diseño es que, durante la vida de servicio de un sistema, la capacidad debe exceder a la demanda. Cuando se considera la naturaleza aleatoria de las variables que definen capacidad y demanda se tiene una medida probabilística de la realización de este objetivo. Cuando la demanda excede la capacidad del sistema se tiene una situación indeseable, peligrosa, de falla y que puede resultar en pérdidas económicas y costos considerables. Cuando la capacidad excede a la demanda se tiene una situación de seguridad, confianza y estable aunque posiblemente ineficiente y costosa. El estado límite se define entonces cuando la capacidad es igual a la demanda.

Capacidad :: Demanda

Capacidad > Demanda (Seguridad)

Capacidad < Demanda (Falla)

Capacidad = Demanda (Estado Límite)

### Eurocode 5

La comunidad europea ha tomado la iniciativa de desarrollar una serie de reglamentos y normas para el diseño y construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil. Estas normas reglamentan la ejecución y el control de los productos y procesos de construcción en cuanto sea necesario para asegurar que la calidad de los sistemas y las condiciones de uso estén de acuerdo con las suposiciones utilizadas en las reglas de diseño. Estos documentos sirven como material de referencia para el desarrollo de especificaciones para la manufactura de productos y la realización de elementos y sistemas estructurales. Sobre todo, presentan una alternativa que complementa, apoya o reemplaza a los reglamentos nacionales, regionales o locales. Se tiene planeado desarrollar un mínimo de nueve reglamentos que cubren las áreas de: cargas y solicitaciones, concreto, acero, madera, cimentaciones, etc. Estos reglamentos se usan en conjunto con documentos llamados *Documentos de aplicación nacional* que contienen información específica para el país donde se intenta utilizar un determinado código.

## EUROCODES

- EC 1 Bases para el diseño y análisis de cargas
- EC 2 Diseño de estructuras de concreto
- EC 3 Diseño de estructuras de acero
- EC 4 Diseño de estructuras mixtas: concreto y acero
- EC 5 Diseño de estructuras de madera**
- EC 7 Geotecnica
- EC 8 Diseño de estructuras sujetas a cargas sismicas
- EC 9 Diseño de estructuras de aluminio

El documento **EC 5** tiene aplicación en el diseño de estructuras de madera sólida, aserrada, tableros, postes, madera encolada y tableros de madera con uniones mecánicas o a base de pegamentos. Este reglamento solo cubre los requisitos de resistencia mecánica, condiciones de servicio (deformaciones) y durabilidad. Otros requisitos tales como aislamiento térmico o contra el ruido y diseño contra sismos no se consideran en este documento.

## EC5 INDICE GENERAL

- 1 Introduccion
- 2 Bases de diseño
- 3 Propiedades de los materiales
- 4 Estado limite de servicio
- 5 Estado limite de resistencia
- 6 Uniones
- 7 Detalles estructurales
- 8 Anexos

Este reglamento se subdivide en dos partes, la primera considera las bases generales de diseño pero no considera el diseño contra incendios ni el diseño de puentes. La segunda parte aun no se ha terminado y esta dedicada a especificaciones para puentes de madera.

## **Contenido de EC5**

La organizacion de este documento refleja la intencion de presentar las reglas en una forma racional y descriptiva en cuanto sea adecuado para satisfacer los objetivos del reglamento. La primera parte contiene siete capitulos y cuatro anexos.

### **EC 5 \*1 Introduccion**

Este capitulo explica el proceso y los terminos utilizados en el resto del reglamento. Es importante notar la seccion 1.2 donde se explica la diferencia entre conceptos que se usan para exponer principios de analisis y diseño y las normas que regulan el uso del documento. Los principios contienen definiciones prescriptivas que normalmente no aceptan alternativas. Estos se identifican con la letra **P** antecediendo al numero de parrafo. Las reglas son recomendaciones descriptivas que resumen la experiencia profesional del organismo de reglamentacion y aceptan interpretaciones diferentes a las indicadas siempre y cuando se respeten los principios enunciados en el documento. Otra seccion importante en este capitulo es la correspondiente a nomenclatura y simbolos porque establece un lenguaje de comunicacion de conceptos que viene a ser fundamental en el intercambio de resultados y en el desarrollo de normas.

#### **EC5 \*1 Introduccion**

- 1.1 Alcance
- 1.2 Principios y reglas
- 1.3 Suposiciones
- 1.4 Definiciones
- 1.5 Unidades
- 1.6 Nomenclatura y simbolos
- 1.7 Referencias

### **EC5 \*2 Bases de diseño**

El segundo capitulo reconoce la necesidad de definir los conceptos basicos de diseño y establecer los requisitos para el analisis de cargas y resistencias, incluyendo las propiedades geometricas y mecanicas. Aqui se reconoce tambien la naturaleza aleatoria de la resistencia y de las cargas y se define el alcance del diseño y la construccion de estructuras en terminos de probabilidades, en base a los estados limite de resistencia y servicio. Se reconoce tambien el papel de cargas directas e indirectas y sus variaciones temporales, con duracion de carga nominal: a largo-, medio- y corto-plazo ademas de cargas instantaneas. Este es un adelanto significativo a la forma tradicional de considerar la duracion de carga como una relacion continua. El concepto de valor caracteristico se aplica así mismo a las solicitaciones introduciendo factores de carga que toman en consideracion la frecuencia de aplicacion y la probabilidad de ocurrencia simultanea de mas de una condicion de carga. Aqui se presenta tambien la base probabilistica para la

determinación de valores característicos y de diseño para las propiedades mecánicas de la madera.

## **EC5 \*2 Bases de diseño**

- 2.1 Requisitos fundamentales
- 2.2 Definiciones y clasificaciones
  - Estados límite
  - Cargas
  - Propiedades ( $X_k$ ,  $X_d$ )
  - Geometría
  - Combinaciones de cargas
- 2.3 Requisitos de diseño
  - Estado límite de resistencia
  - Factores de seguridad
  - Estado límite de servicio
- 2.4 Durabilidad
  - Bio deterioro
  - Corrosión

## **EC5 \*3 Propiedades de los materiales**

El capítulo tres explica la forma de determinar los parámetros de resistencia y rigidez y sus valores característicos y de diseño. Se supone un comportamiento lineal de los materiales. Uno de los conceptos de reglamentación más importantes es el de las "clases de condiciones de servicio" y se utiliza para designar condiciones ambientales de uso que definen la condición de equilibrio para contenido de humedad que, a su vez, juega un papel muy importante en establecer los valores de diseño

## **EC5 \*4 Estado límite de servicio**

Este capítulo presenta la metodología para determinar el cálculo de deformaciones así como los principios generales que describen el comportamiento de elementos estructurales de madera y sus uniones mecánicas o con adhesivos. Se describe en detalle las combinaciones de cargas utilizadas para investigar el estado de deformación de los elementos incluso deformaciones instantáneas y diferidas. Aquí se explica también el uso de factores de ajuste para deformaciones para las varias clases de condiciones de servicio

**EC5 \*3 Propiedades de materiales**

- 3.1 Condiciones generales
  - Parametros de resistencia y rigidez
  - Valores caracteristicos
  - Relacion esfuerzo-deformacion
  - Modelos de calculo
  - Clases de condiciones de servicio
  - Factores de ajuste (servicio y carga)
- 3.2 Madera solida
  - Clasificacion
  - $X_k$  y  $X_d$
  - Tamaño
  - Factores de ajuste
- 3.3 Madera encolada (Glulam)
  - Funcion
  - $X_k$  y  $X_d$
  - Tamaño
  - Factores de ajuste
- 3.4 Productos derivados (tableros)
- 3.5 Pegamentos y adhesivos

**EC5 \*4 Estado limite de servicio**

- 4.1 Condicionnes generales
- 4.2 Deformacion en las uniones
- 4.3 Estado limite de deformacion
  - Vigas
  - Armaduras
- 4.4 Vibracion
  - Conceptos generales
  - Vibraciones debidas a maquinaria
  - Pisos en residencias



Con los refinamientos de los procedimientos de diseño y el advenimiento de materiales de mayor rigidez y resistencia se llegan a construir sistemas de piso ligeros que, sin embargo, están sujetos a vibraciones indeseables en la vivienda. Este capítulo contiene una sección que presenta la formulación básica de ecuaciones para calcular las frecuencias fundamentales del sistema de piso.

### **EC5 \*5 Estado límite de resistencia**

El capítulo quinto considera los criterios generales de análisis y diseño utilizados para asegurar y verificar que los efectos de carga no excedan la resistencia de los materiales, de los elementos y los sistemas estructurales. Este capítulo es representativo de los conceptos tradicionales de diseño por resistencia y es similar a los reglamentos en uso en Canadá y los Estados Unidos. Sin embargo, el estilo y la orientación de los requisitos están de acuerdo con la filosofía descriptiva del reglamento en general. Las recomendaciones prescriptivas se delegan a un nivel más avanzado y se da al usuario la alternativa de utilizar criterios diferentes siempre y cuando se demuestre concordancia con los principios básicos.

### **EC5 \*5 Estado límite de resistencia**

#### **5.1 Reglas básicas**

- Condiciones generales
- Tensión (paralela y perpendicular)
- Compresión (paralela y perpendicular)
- Flexión
- Cortante
- Torsión
- Flexo-tensión y Flexo-compresión

#### **5.2 Columnas y vigas**

#### **5.3 Componentes**

#### **5.4 Sistemas**

- Armaduras
- Diafragmas o membranas
- Arriostramientos
- Distribución de cargas

Es de notarse que se incluye en este capítulo el concepto de factor de tamaño que toma en consideración el volumen de la pieza de ensayo inicial para ajustar los valores de diseño a otros tamaños. Se presentan también relaciones empíricas y teóricas para el diseño de vigas en cajón dándose también la alternativa al usuario de llevar a cabo análisis más precisos; y se propone un modelo analógico simplificado para el análisis de armaduras con placas metálicas.

### **EC5 \*6 Uniones**

Este capítulo recomienda una serie de normas que describen la forma de ensayar los conectores metálicos como clavos, tornillos y pernos para determinar valores característicos y de diseño. El modelo europeo de análisis del comportamiento de uniones con pernos se presenta como una alternativa a los procedimientos empíricos utilizados por los reglamentos de Canadá y Estados Unidos. Este modelo teórico con ajustes empíricos se está proponiendo también en la versión más reciente del reglamento para construcciones de madera en Canadá. Los detalles de diseño para uniones con placas metálicas no se incluyen en este capítulo

### **EC5 \*6 Uniones**

- 6.1 Conceptos generales
- 6.2 Capacidad de carga de uniones
  - Madera-con-madera
  - Placa metálica-con-madera
  - Uniones múltiples
- 6.3 Uniones con clavos
  - Capacidad lateral
  - Capacidad axial
  - Capacidad combinada axial-lateral
- 6.4 Uniones con grapas
- 6.5 Uniones con pernos
- 6.6 Uniones con pernos sin rosca
- 6.7 Uniones con tornillos
- 6.8 Uniones con placas metálicas

### **EC5 \*7 Detalles estructurales**

El propósito de este capítulo es el asegurar que se respeten las normas que regulan la producción y fabricación de elementos, materiales y productos utilizados en la construcción con madera. Incluyendo la manufactura de adhesivos, curvatura y alabeo de piezas de madera, aplomo de las columnas, nivel de las vigas, etc. La mayoría de las recomendaciones son de carácter descriptivo pero en algunos casos se dan instrucciones prescriptivas, tales como tolerancias mínimas, para garantizar la funcionalidad de los sistemas. Se recomienda también la vigilancia de los productos durante el transporte y erección para evitar cargas accidentales que vayan a afectar el comportamiento de los materiales. Se recomienda la adopción de programas de inspección para verificar la funcionalidad de las estructuras al término de la construcción, incluyendo detalles estructurales tales como número y tipo de clavos, pernos, placas, etc. Esto viene a ser de mucha utilidad para establecer programas de mantenimiento, reparación y operación.

**EC5 \*7 Detalles estructurales**

- 7.1 Conceptos generales
- 7.2 Materiales
- 7.3 Uniones con adhesivos
- 7.4 Uniones con conectores mecanicos
- 7.5 Ensamble
- 7.6 Transporte y construccion
- 7.7 Control
  - Conceptos generales
  - Produccion y mano de obra
  - Termino de obra
- 7.8 Reglas especiales para diafragmas
  - Sistemas de piso y techo
  - Muros
- 7.9 Reglas especiales para armaduras
  - Fabricacion y ereccion

**EC5 \* Anexos**

Con caracter informativo unicamente, el reglamento incluye en su parte final cuatro anexos que dan recomendaciones para la determinacion de valores caracteristicos y parametros de muestreo para ensayos, diseño de vigas clavadas, columnas compuestas y armaduras con placas metalicas. Esta informacion es un complemento importante a el reglamento y es muy valiosa por si misma pero su naturaleza estrictamente prescriptiva la pone fuera de la parte reglamentada del documento

**EC5 \* Anexos**

- |         |   |
|---------|---|
| Anexo A | Determinacion de valores caracteristicos (5 %) utilizando resultados de ensaye y criterios de aceptacion de muestras. |
| Anexo B | Vigas con uniones mecanicas   |
| Anexo C | Columnas compuestas   |
| Anexo D | Diseño de armaduras con placas metalicas  |

**Anexo A** Se presenta una serie de requisitos y suposiciones para hacer la determinación estadística del valor característico cuando se cuenta con datos de resultados de ensayos. Se describen procedimientos de muestreo y de cálculo. Se establecen los intervalos de confianza estadística para la toma de decisiones respecto a la aceptación y de las muestras y la validez de los resultados. Estos procedimientos están siendo revisados por el comité ISO/TC 165.

**EC5 \* Anexos**

**Anexo A** Determinación de valores característicos (5 %) utilizando resultados de ensayo y criterios de aceptación de muestras.  
 Alcance  
 Determinación de valores característicos  
 Criterios de aceptación de muestras

**Anexo B** Este anexo presenta un método de diseño para vigas en cajón compuestas de patines de madera sólida y almas de tablero. El método supone que los materiales exhiben un comportamiento lineal y las uniones se hacen con conectores mecánicos de características de comportamiento conocidas

**EC5 \* Anexos**

**Anexo B** Vigas con uniones mecánicas  
 Conceptos generales  
 Secciones  
 Suposiciones  
 Espaciamientos  
 Deformaciones por flexión  
 Rigidez en flexión  
 Esfuerzos normales  
 Esfuerzo máximo de corte  
 Cargas en los conectores

**Anexo C** Se presentan procedimientos para el diseño y la determinación de la capacidad de carga de columnas compuestas. La sección transversal consiste de 2, 3 o 4 piezas idénticas y arriostradas con placas laterales de tablero. Se discute también el diseño de columnas reticuladas trianguladas con uniones mecánicas o con adhesivos

**EC5 \* Anexos**

<b>Anexo C</b>	<b>Columnas compuestas</b>
	Conceptos generales
	Columnas con uniones mecanicas
	Relacion de esbeltez
	Cargas en los conectores
	Combinacion de cargas
	Columnas espaciadas
	Capacidad de carga axial
	Cargas en los conectores
	Columnas reticuladas
	Estructura
	Capacidad de carga
	Fuerzas de corte

**Anexo D** Mas que informativo, este es un anexo normativo porque los procedimientos de diseño y analisis que se presentan para armaduras con placas metalicas pueden ser incorporados a normas o reglamentos para otros materiales de union. Se dan recomendaciones especificas de detalles de construccion para asegurar que el comportamiento supuesto es adecuado. Se presenta un analisis simplificado que supone articulaciones en las uniones y resistencia de las placas proveniente de ensayos realizados siguiendo los procedimientos recomendados en otras normas. Ademas de esta informacion empirica, este anexo presenta al usuario con una alternativa teorica para la determinacion de la resistencia al anclaje.

**EC5 \* Anexos**

<b>Anexo D</b>	<b>Diseño de armaduras con placas metalicas</b>
	Uniones
	Analisis general
	Analisis simplificado
	Verificacion de resistencia de los miembros
	Verificacion de resistencia de las placas
	Geometria
	Resistencia
	Anclaje

## Bibliografia

1. **UNIDO Secretariat.** (1991). *Timber standards and quality*. Seminar on the Use of Wood in Construction in the Latin American and Cariobean Region. Quito, November 4-8, 1991. ID/WG 525/6 (SFEC)
2. **Ramos de Freitas, A.** (1991). *The use of timber in construction. Analysis of building codes*. Seminar on the Use of Wood in Construction in the Latin American and Caribbean Region. Quito, November 4-8, 1991. ID/WG.525/7 (SPEC)
3. **TRADA.** (1994). *EUROCODE 5. Design Guidance*. Technical Note from TRADA, Hughenden Valley, High Wycombe, Bucks HP14 4ND. U.K.
4. **Canadian Standards Association** (1981). *Guidelines for the development of Limit States Design*. CSA Special Publication S408. CSA, 178 Rexdale Blvd., Rexdale, Ont. CANADA M9W 1R3
5. **CIB-W18** (1993). *Symbols for use in timber documentation*. International Council for Building Research and Documentation. Working Commission W18-Timber Structures.
6. **Green, D.W and D.E. Kretschmann** (1990). *Stress class systems. An idea whose time has come?*. U.S.D.A. Forest Products Laboratory Research Paper FPL-RP-500.
7. **Ellingwood, B. and D. Rosowsky** (1991). *Duration of load effects in LRFD for wood construction*. ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 117, No. 2, February 1991. pp 584-599.
8. **Reed, D.A. and C.B. Brown** (1992). *Reliability in the context of design*. Journal of Structural Safety, Vol. 11, pp. 109-119
9. **Kanda, J. and B. Ellingwood** (1991). *Formulation of load factors based on optimum reliability*. Journal of Structural Safety, Vol. 9, pp. 197-210
10. **Green, D.W. and D.E. Kretschmann** (1991). *Lumber property relationships for engineering design standards*. Wood and Fiber Science journal, Vol 23, No. 3, pp 436-456.
11. **Rosowsky, D. and B. Ellingwood** (1992). *Reliability of wood systems subjected to stochastic live loads*. Wood and Fiber Science journal, Vol 24, No. 1, pp 47-59.
12. **Gromala, D.S., D.J. Sharp and R.C. Moody** (1991). *LRFD Concepts for wood systems*. ASCE 9<sup>th</sup> Structures Congress, Indianapolis April 29- May 1, pp 243-246.

13. Ritter, M.A. and T.G. Williamson (1991). *LFRD Design for wood bridges*. ASCE 9<sup>th</sup> Structures Congress, Indianapolis April 29- May 1, pp 482-485.
14. Maeglin, R.R., Editor (1991). *Forest products from Latin America. An almanac of the state-of-the-knowledge and the state-of-the-art*. USDA Forest Products Laboratory FPL-GTR-67, 151 p.
15. Maeglin, R.R. and R.S. Boone (1991). *Forest products from Latin America. Annotated bibliography of world literature on research, industry and resource of Latin America 1915 to 1989*. USDA Forest Products Laboratory FPL-GTR-79, 120p.
16. CEN/TC 250 (1995). *Eurocode 5. Design of timber structures. Part 1.1*. Secretariat of Sub Committee SC 5/SIS/BST/ Drottning Kristinas väg 73. S-11428 Stockholm. ENV 1995-1-1. 110 p.