ISSN 1390-7719

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SERÉIS MIS TESTIGOS

REVISTA PUCE 98

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y ARTES

3 DE MAYO - 3 DE NOVIEMBRE DE 2014
QUITO, ECUADOR

CENTRO DE PUBLICACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR

Centro de Publicaciones
Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes
Revista PUCE
Quito-Ecuador

Rector
Dr. Manuel Corrales Pascual, S.J. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Vicerrector
Ing. Pablo Iturralde Ponce (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Director General Académico
Dr. Carlos Acurio Velasco (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Director del Centro de Publicaciones
César Eduardo Carrión (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Decano de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes
Alexis Mosquera Rivera

Miembros del Comité Ejecutivo del Centro de Publicaciones (Comité Editorial):

Presidente (Editor en Jefe)
César Eduardo Carrión (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Secretario (Coordinador del Comité Editorial)
Lcdo. Walter Jiménez Sarabia (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Miembros del Comité Editorial de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes:
Francisco Ursúa C.
Shayarina Monard
Ruth Ruiz
María Fernanda Novoa

Secretaria abogada:
Pilar Olmos Pacheco

Autores:
Francisco Ramírez C.
Eugenio Mangia G.

Mayra Estévez T.
Francisco Ursúa C.
Alex Schlenker
Gisela Calderón Z.
Sylvia Jiménez R.
Santiago del Hierro K.

Corrector de estilo y ortografía
Alfonso Sánchez (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

Colección n.° 98
3 de mayo de 2014
Publicación Semestral
ISSN n.° 1390-7719
Registro de Derecho Autoral n.° 010645
Ingresada en Catálogo Latindex Folio 21880

La Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es una publicicación semestral (mayo y noviembre) de su Centro de Publicaciones, que difunde trabajos académicos y científicos, estrictamente originales en español, en la áreas de Leyes, Pedagogía, Ingeniería, Economía, Biología, Química, Historia, Geografía, Antropología, Sociología, Filosofía, Teología, Comunicación, Lingüística, Literatura, Medicina, Administración, Arquitectura, Gestión Social, Psicología y Diseño, y es arbitrada por especialistas de indiscutible valor, cuyos nombres se mantienen en absoluta confidencialidad, recibe trabajos todo el año; el próposito de la Revista PUCE es difundir conocimientos, intercambiar experiencias e incentivar la producción del pensamiento especializado. El contenido de esta revista está dirigido a docentes, investigadores, estudiantes universitarios y público en general.

Los artículos son de responsabilidad exclusiva de sus autores
Los derechos de autor son exclusivos de la PUCE
Se prohíbe la reimpresión parcial o total con cualquier finalidad

PRUEBAS DESTRUCTIVAS DE MATERIALES ESTRUCTURALES DISPONIBLES EN EL ECUADOR 2010-2012

DESTRUCTIVE TESTING OF LOCALLY-AVAILABLE STRUCTURAL MATERIALS IN ECUADOR 2010-2012

FRANCISCO URSÚA C.

Recibido 18 diciembre de 2013
Aceptado 6 de enero de 2014

Revista PUCE. ISSN 1390-7719. Núm.98
3 mayo - 3 nov 2014. Francisco Ursúa. pp. 83- 94

PRUEBAS DESTRUCTIVAS DE MATERIALES ESTRUCTURALES DISPONIBLES EN EL ECUADOR 2010-2012

Francisco Ursúa C.[1]

PALABRAS CLAVES: máquinas simples, cargas estáticas, materiales estructurales

KEY WORDS: simple means, static loading, structural materials

RESUMEN

Con el propósito de reforzar los conocimientos prácticos de mis alumnos de Construcciones I, les hice verificar empíricamente, con máquinas simples, el comportamiento a la ruptura consignado en libros de texto, bajo cargas estáticas, de tres diferentes materiales estructurales disponibles en el Ecuador.

ABSTRACT:

In order to reinforce my students' practical knowledge in Construction I, of locally-available structural materials, I set the task before them of empirically verifying with simple means, three different text-book values for ultimate strength under static loading.

1 Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura y Diseño (ursuacoc@hotmail.com)

I. INTRODUCCIÓN

Si bien disponemos en la PUCE de un laboratorio de materiales de construcción muy bien equipado, me parece importante que los estudiantes de arquitectura vean de cerca, con máquinas simples, el comportamiento de los mismos bajo diferentes condiciones de carga y que esta experiencia los lleve a desarrollar durante su carrera profesional, nuevos tipos estructurales.

II. MADERA A COMPRESIÓN

Los libros hablan de maderas como el abeto Douglas, que no tenemos en el Ecuador. Pero sí tenemos maderas nuestras como el llamado *colorado* —¡durísimo!—

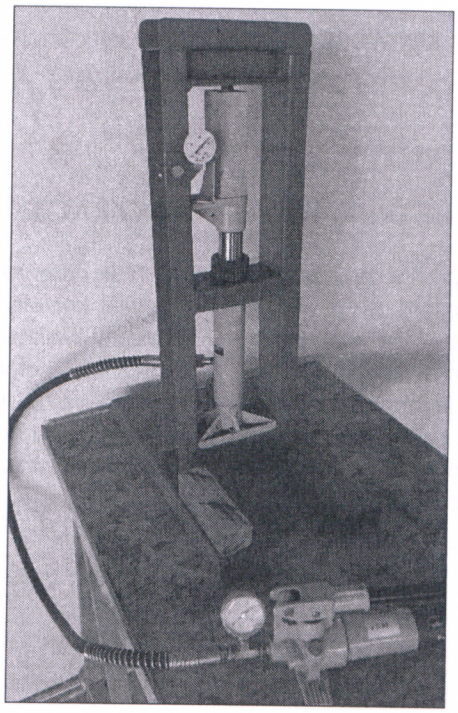
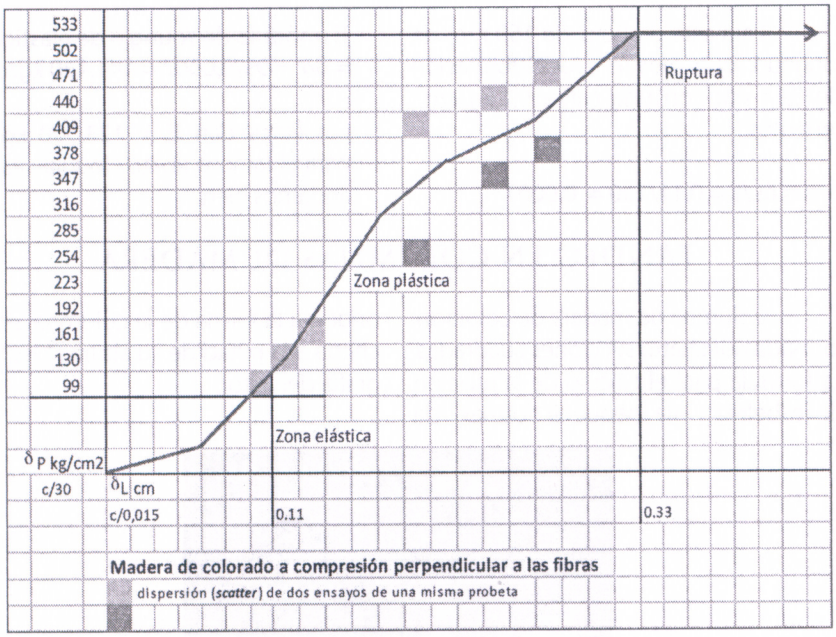
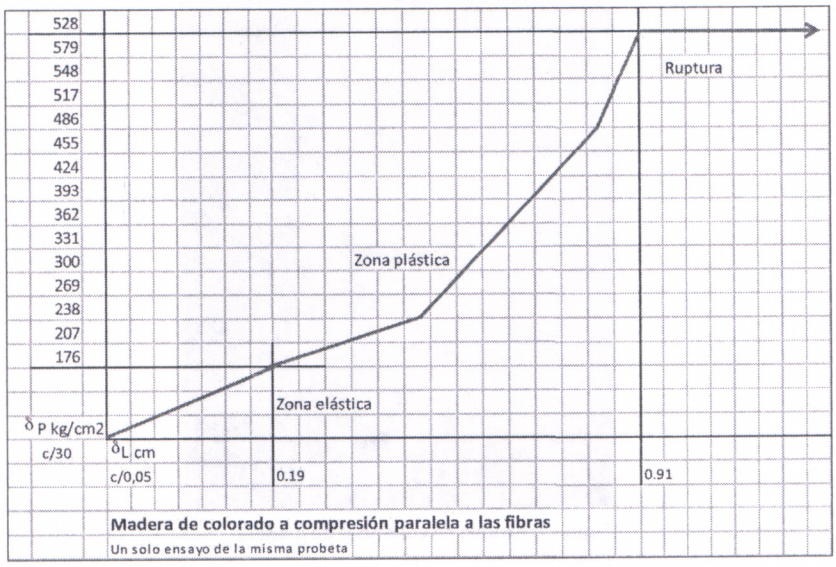


Figura 1: Prensa hidráulica para pruebas de compresión
Fuente: Francisco Ursúa


533
502
471
440
409
378
347
316
285
254
223
192
161
130
99
Ruptura
Zona plástica
Zona elástica
δ P kg/cm2
c/30
δL cm
c/0,015
0.11
0.33
Madera de colorado a compresión perpendicular a las fibras
dispersión (scatter) de dos ensayos de una misma probeta


528
579
548
517
486
455
424
393
362
331
300
269
238
207
176
Ruptura
Zona plástica
Zona elástica
δ P kg/cm2
c/30
δL cm
c/0,05
0.19
0.91
Madera de colorado a compresión paralela a las fibras
Un solo ensayo de la misma probeta

Para esta probeta, de 150 mm de longitud, que mostró una deformación de 0,11 cm con una carga 99 kg/cm^2, tenemos:

$\varepsilon = \delta L/L = 0{,}11/150 = 0{,}0007$

E (módulo de Young o de elasticidad) $= \delta/\varepsilon = 99/0{,}0007 = 141.420$ kg/cm^2

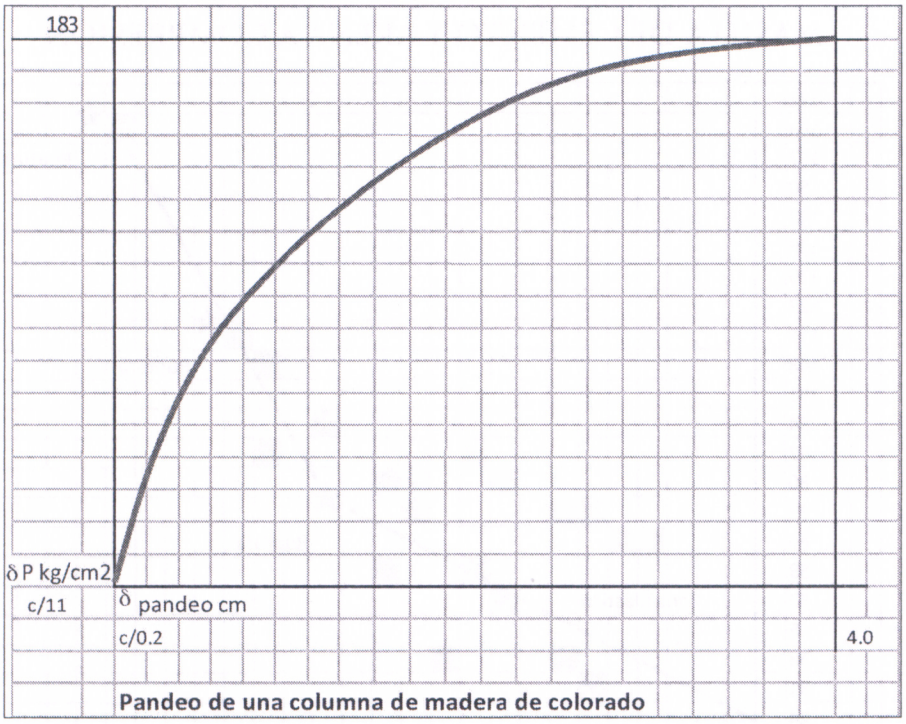
Los libros dan E = 123.000 kg/cm^2 para el famoso abeto Douglas, así que andamos bien.

PANDEO EN COLUMNAS DE MADERA

Columna de madera de colorado, formada por cuatro secciones cuadradas. La fórmula para el cálculo de la relación de esbeltez -«la pequeña forma»- da origen a la forma de la columna, ensanchada a la mitad de su altura libre. Fotografía del autor.



Figura 2: Pandeo en columnas de madera
Fuente: Francisco Ursúa



Pandeo de una columna de madera de colorado

La relación de esbeltez **λ** de esta columna es **λ = 53**. Para ese valor de **λ**, la fatiga de trabajo o límite elástico paralelo a las fibras que determinamos arriba experimentalmente, de

176 kg/cm^2,

se castiga por el factor w que vemos en la tabla correspondiente, arriba también, de

1,6: 176 kg/cm^2/1,6 = 110 kg/cm^2.

El área sumada de las cuatro secciones de madera de colorado que forman la columna es de

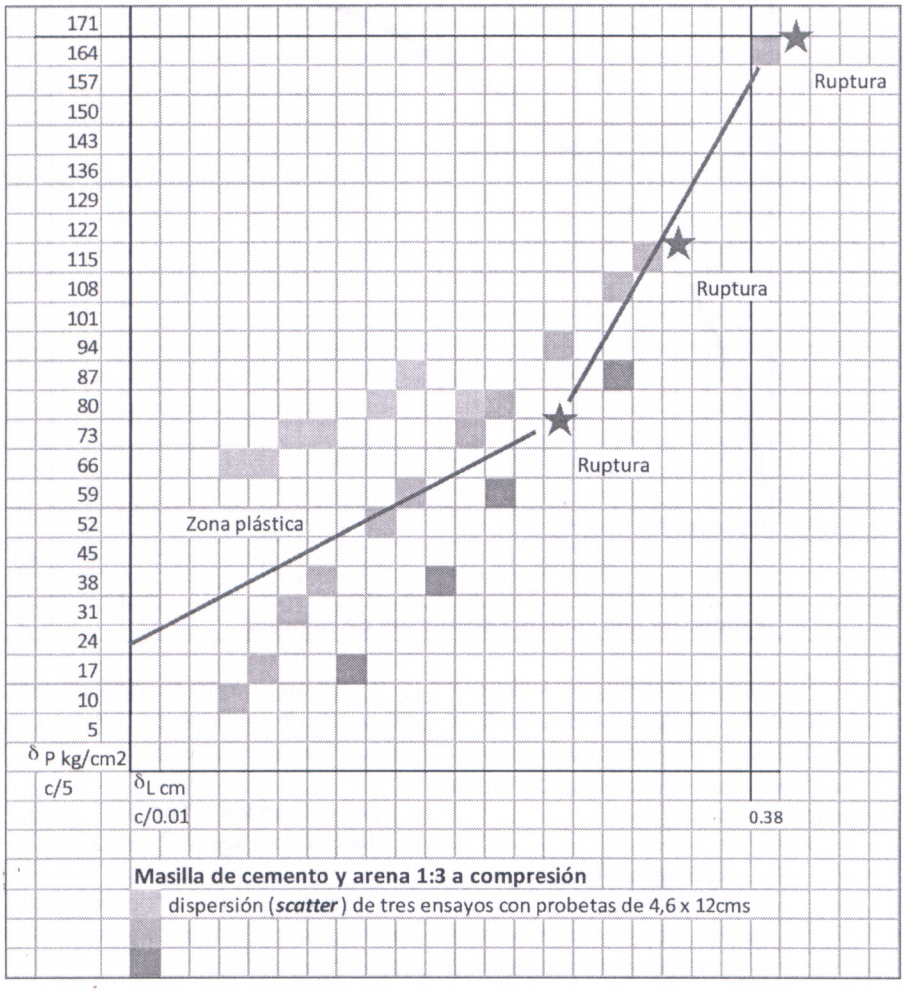
2cm x 2cm x 4 = 16cm^2:
16cm^2 x 62 kg/cm^2 = 992 kg,

que es muy conservador (la columna no se rompió con el valor límite del émbolo, es decir:

2.940 kg/16cm2 = 183 kg/cm2;
183 kg/cm2/62 kg/cm2 = 2.95

como factor de seguridad).

MASILLA DE CEMENTO Y ARENA A COMPRESIÓN



Masilla de cemento y arena 1:3 a compresión
dispersión (***scatter***) de tres ensayos con probetas de 4,6 x 12cms

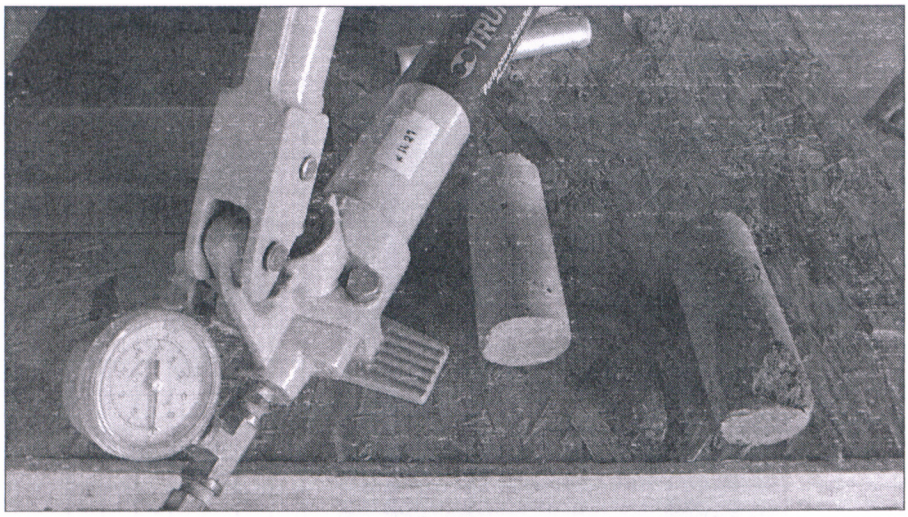


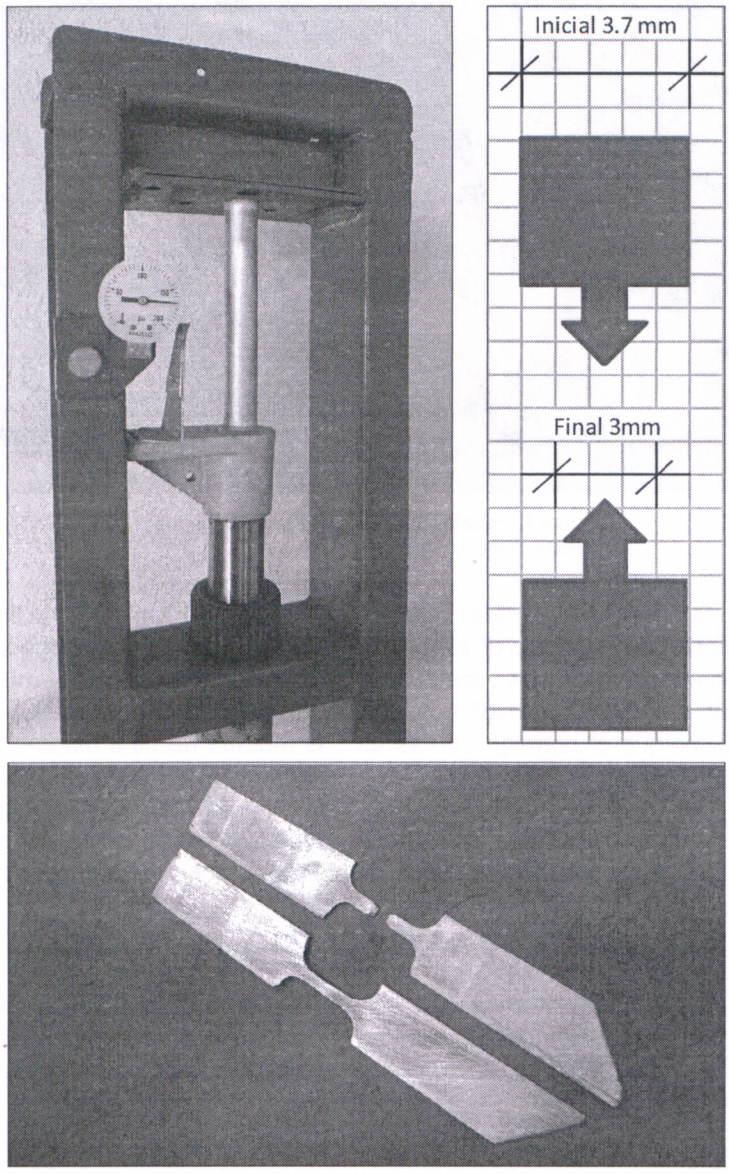
Figura 1: Probetas de masilla de cemento y arena
Fuente: Francisco Ursúa

Si observamos la tabla que doy más arriba, con el módulo de elasticidad de diferentes materiales, vemos que el valor aplicable al hormigón es igual a cero, porque el hormigón no es un material elástico.

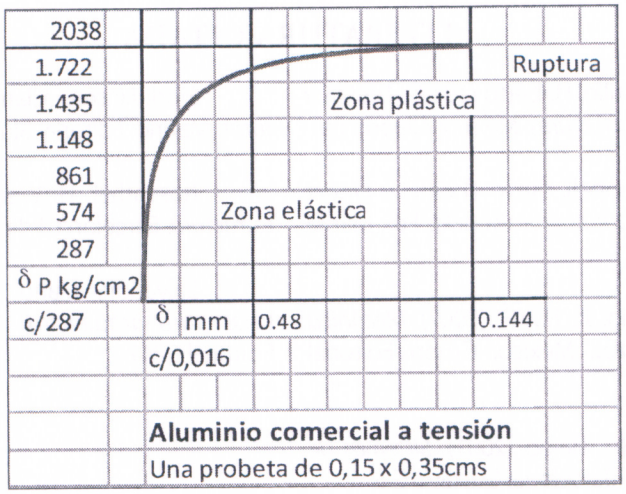
En este gráfico tenemos que la ruptura de la masilla de cemento y arena en proporción **1:3** se da en el límite de su zona plástica, con un valor que va desde **73** hasta **171 kg/cm2** –muy variable, más del doble, por las irregularidades de la muestra hecha a mano–, los cuales sin embargo resultan congruentes con la fatiga de ruptura del hormigón simple mezclado en máquina en proporción **1:2:4:** a saber, **140 kg/cm2.**

ALUMINIO A COMPRESIÓN Y TENSIÓN

Los libros hablan de la resistencia a la corrosión y del temple del aluminio, por ejemplo 6061T6. Pero está llegando a Quito aluminio muy barato de procedencia incierta, así que lo probamos a compresión y a tensión:



Fuente: Francisco Ursúa



Para esta probeta, de **40mm** de longitud, que mostró una deformación **0,048cm** con una carga **907 kg/cm²**, tenemos:

$\varepsilon = \delta L/L = 0{,}048/40 = 0{,}0012$

E (módulo de Young o de elasticidad) $= \delta/\varepsilon = 907/0{,}0012 = 755.833$ **kg/cm²**

Los libros dan E para el aluminio = **740.000 kg/cm²**, así que andamos bien.

La relación de Poisson, que se representa por la letra griega μ -"mu", nuestra "m"-, es una medida del estrechamiento resultante cuando la pieza se somete a tensión. Es igual a **1-**(medida final/medida inicial). En este caso, **1-(3/3,7) = 0,19.** Para la mayoría de los metales, μ está entre **0.25 y 0.35**, así que andamos bien.

III. CONCLUSIÓN

Las pruebas destructivas con métodos simples de materiales de construcción disponibles en el mercado local, le dan al estudiante de arquitectura una mejor comprensión de sus posibilidades expresivas. Las fórmulas de cálculo estructural -las pequeñas formas- dan origen a las formas construidas. Si más adelante el joven arquitecto utiliza los programas de cálculo disponibles en el mercado, es importante que sepa cómo trabajan y que pueda verificar si sus resultados están en un rango confiable.

LITERATURA CITADA

Castillo, Heberto (1997). *Análisis y diseño de estructuras*. México: Alfaomega

Chappell, Steve (1998). *A timber framer's workshop Brownfield:* Fox Maple Press

Craig, Jr., Roy R. (2007). *Mecánica de materiales*. México: Grupo Editorial Patria

Engel, Heino (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili

Hodgkinson, Allan (1976). *Estructuras*. Madrid: Editorial Blume

Rosenthal, H. Werner (1975). *La estructura*. Barcelona: Editorial Blume

Salvadori, Mario (1987). *Estructuras para arquitectos*. Buenos Aires: Editorial CP67