

INSTITUTO DE DESARROLLO  
EXPERIMENTAL DE LA  
CONSTRUCCIÓN / IDEC  
FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
Y URBANISMO  
UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA  
INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES / IFAD  
FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
UNIVERSIDAD DEL ZULIA  
DECANATO DE  
INVESTIGACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

## Indizada en

**LATINDEX** <http://www.latindex.org/>

**SCIELO** <http://www2.scielo.org.ve>

**REVENCYT.** Apdo. 234. CP 5101-A  
Mérida, Venezuela  
<http://bolivar.funmrd.gov.ve/listado.html>

**PERIODICA** Índice Bibliográfico  
Índice de Revistas Latinoamericanas  
en Ciencias. Universidad Nacional  
Autónoma de México  
<http://www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html>

**REDINSE.** Caracas

## Suscripciones

Tres números anuales  
Venezuela: Bs. 45  
Extranjero: US\$ 100  
Costo unitario: Bs. 15

## Envío de materiales, correspondencia, canje,

Apartado postal 47.169  
Caracas 1041-A. Venezuela  
Telf: (58-212) 605.2046 / Fax: 605.2048

## Envío de materiales y correspondencia IFAD/LUZ

Apartado postal 526  
Telfs.: (58-261) / 759 85 03  
Fax: (58-261) 759 84 81  
Maracaibo, Venezuela

## Envío de materiales y correspondencia UNET

Apartado postal 436  
Telfs.: (58-276) 353 04 22 / 353 24 54 ext. 372  
Fax: (58-276) 3732454  
San Cristóbal-Táchira, Venezuela

## Planilla de suscripción

-----   
Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Apartado postal: \_\_\_\_\_

Teléfono/Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Adjunto cheque por la cantidad de (Bs. / US\$): \_\_\_\_\_ correspondiente a los números: \_\_\_\_\_

Venezuela:  Bs. 45      Extranjero:  US\$ 100

Depósito a nombre de: Facultad de Arquitectura - UCV. Banco Provincial, Cta. Cte. N° 0108-0033-18-0100035235

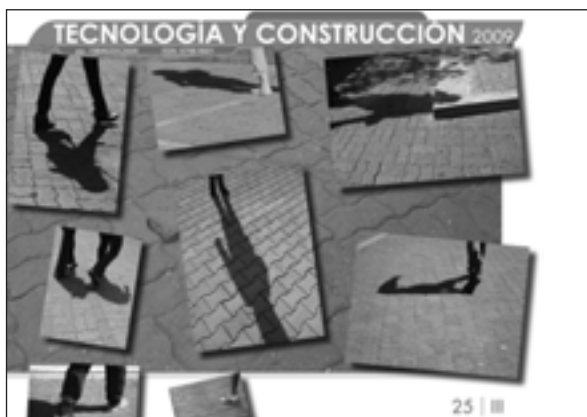
Favor enviar copia del depósito al fax: (58-0212) 605.20.48

IDEC/UCV Apartado postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Telf: (58-0212) 605.20.46 / Fax: (58-0212) 605.20.48

Página en el Internet: <http://www.arq.ucv.ve/idec/>

e-mail: [tyc\\_fau@arq.ucv.ve](mailto:tyc_fau@arq.ucv.ve)

[tycidec@gmail.com](mailto:tycidec@gmail.com)



Volumen 25. Número III

Portada: diseño y fotografías de Catherine Goalard

Septiembre - diciembre 2009

Depósito Legal: pp. 198402DC2604

ISSN: 0798-9601

### Tecnología y Construcción

Es una publicación que recoge textos inscritos dentro del campo de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico de la Construcción:

- sistemas de producción;
- métodos de diseño;
- requerimientos de habitabilidad y calidad de las edificaciones;
- equipamiento de las edificaciones;
- nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos;
- aspectos históricos, económicos, sociales y administrativos de la construcción;
- análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción;
- informática aplicada al diseño y a la construcción;
- análisis de proyectos de arquitectura;
- reseñas bibliográficas y de eventos.

### Tecnología y Construcción

Is a publication that compiles documents inscribed in the field of Research and Technological Development of Construction:

- production systems;
- design methods;
- habitability and human requirements for buildings;
- building equipment;
- new materials for construction, improvement and study of new uses of existing products;
- historical, economic, social and administrative aspects of construction;
- analysis of science and technology associated with research and development problems in the field of construction;
- computers applied to design and construction;
- analysis of architectural projects;
- bibliographic briefs and events calendar.

### Comité Consultivo Editorial Internacional:

#### Alemania

Hans Harms

#### Argentina

John M. Evans

Silvia Schiller

#### Brasil

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Gerardo Gómez Serra

Carlos Eduardo de Siqueira

#### Colombia

María Clara Echeverría

Samuel Jaramillo

Urbano Ripoll

#### Costa Rica

Juan Pastor

#### Cuba

Maximino Boccalandro

#### Chile

Ricardo Hempel

Alfredo Rodríguez

#### El Salvador

Mario Lungo

#### Estados Unidos de América

W. Hilbert

Waclaw P. Zalewski

#### España

Julián Salas

Félix Scrig Pallarés

#### Francia

Francis Allard

Gerard Blachère

Henri Coing

Jacques Rilling

#### Inglaterra

Henri Morris

John Sudgen

#### Israel

Mariano Golberg

#### Italia

Giorgio Ceragioli

#### Nicaragua

Ninette Morales

#### México

Heraclio Esqueda Huidobro

Emilio Pradilla Cobos

#### Perú

Gustavo Riofrío

#### Venezuela

Juan Borges Ramos

Alfredo Cilento S.

Celso Fortoul

Baudilio González

Henrique Hernández

Gustavo Legórburu

Marco Negrón

José Adolfo Peña U.

Héctor Silva Michelena

Fruto Vivas

### Editor

IDEC/UCV

Co-Editores

IFAD/LUZ

Decanato de Investigación UNET

### Director

Idalberto Águila (IDEC/UCV)

Co-Director

José Indriago (IFAD/LUZ)

Raúl Casanova (Decanato de Investigación UNET)

### Directora Asociada

Michela Baldi

### Comité Editorial

Alberto Lovera

Alfredo Cilento

Juan José Martín

Marina Fernández

Eduardo González

Luis Villanueva

### Editor

Idalberto Águila

Coeditor

José Indriago

Luis Villanueva

### Diseño y diagramación

Rozana Bentos

Diseño de portada

Catherine Goalard

Corrección de textos

Helena González

### Impresión

Editorial Ignaka C.A.

Esta publicación contó con el apoyo financiero de las siguientes instituciones

**fonacit**

Fondo Nacional de Ciencia,

Tecnología e Innovación

Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico  
Universidad Central de Venezuela



Decanato de Investigación  
Universidad Nacional Experimental del Táchira



# I notas biográficas I

## **Germán Augusto Barea**

Arquitecto (Universidad Católica de Córdoba, 2001) Maestrando de la Maestría en Arquitectura del Paisaje, UCC  
arquitectobarea@hotmail.com

## **Sonia Cedrés de Bello**

Arquitecta (Universidad Central de Venezuela, 1973). Master en arquitectura (University of Washington, 1978). Doctora en arquitectura. (UCV, 2006). Profesora Titular IDEC FAU UCV. Áreas de investigación: Planificación y diseño de establecimientos de salud. Programación, habitabilidad, evaluación y normativa.  
sonia.bello@idec.arq.ucv.ve

## **Héctor Massuh**

Arquitecto (Universidad Católica de Córdoba, Argentina, 1967) Investigador Principal del CONICET. Director (i) del CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica)(2001-2010) Especialista en diseño y desarrollo tecnológico de vivienda económica. Propiedad Industrial (Autor y coautor de patentes y diseños industriales) Ex Coordinador e integrante de proyectos de cooperación internacional.(1993/2007)  
direccion@ceve.org.ar  
casapartes@ceve.org.ar

## **Paula Peyloubet**

Arquitecta. Magister en desarrollo urbano. Doctora en Arquitectura. Investigadora de Conicet con sede en Ceve. Profesora de grado y posgrado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba. Directora del Instituto de Tecnología y Vivienda en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Córdoba.  
Paulapeyloubet@Ceve.Org.Ar  
Paulapeyloubet@Hotmail.Com

## **Mónica Silva Contreras**

Arquitecto (1990). Maestría en Historia de la Arquitectura (1994). Doctorado en Arquitectura (Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2006). Profesora de Teoría e Historia de la Arquitectura en la Universidad Simón Bolívar, Caracas.  
monicasilva@usb.ve

## **Tomás O'Neill**

Arquitecto (U.N.C. 2006. Miembro del Área Investigación y Desarrollo Tecnológico CEVE. Docente de grado en la Facultad de Arquitectura U.N.C.  
tomasonNeill@ceve.org.ar  
oneilltomas@hotmail.com

## **Pedro Andrés Orta**

Ingeniero Civil (Universidad Central de Las Villas, 1976). Doctor en Ciencias Técnicas (Cuba, 1996). Profesor Titular Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Construcciones UCLV, Santa Clara, Cuba desde 1979. Miembro del Tribunal Nacional de Grados Científicos de Ingeniería Civil e Hidráulica desde 2004. Declarado profesional de alto nivel por la UNAICC en 2002. Profesor Invitado en varias Universidades de Latino América y África.  
orta@uclv.cu  
ortaamaro1951@yahoo.es

## **Tomás Enrique Verdinelli.**

Arquitecto (UNC, 2006). Profesor Asistente, UNC, FAUD, Estructuras II B. Integrante del equipo de investigación del Área Técnica I + D + i – Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina.  
tomasverdinelli@yahoo.com.ar

<i>Roads Development</i>	editorial	Carreteras para el desarrollo <i>Idalberto Águila</i>	6
<i>Hanging Tusses made with Pinus Elliottii wood</i>	artículos	Cabriadas de "par y tirante" con madera <i>Pinus Elliottii</i> <i>Héctor Massuh, Paula Peyloubet, Tomás O'Neill,</i> <i>Tomás Verdinelli, Germán Barea</i>	9
<i>Space use in hospital emergency rooms</i>		Utilización del espacio en salas de emergencia de hospitales <i>Sonia Cedrés</i>	25
<i>Paving with Adoquin stones as a eco-friendly technology</i>		Pavimentación con Adocretos, una tecnología amistosa con el medio ambiente <i>Pedro Andrés Orta</i>	47
<i>Alejandro Chataing: working with local cement for the construction jobs related to the 100th anniversary of our country's independence</i>		Alejandro Chataing: ensayos con el cemento nacional en las obras del Centenario de la Independencia <i>Mónica Silva</i>	59
<i>Postgraduate Studies on Technological Development of Construction. Works at the specialization</i>	postgrado	Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción Trabajos de la V Especialización <i>Beatríz Hernández</i>	75
<i>Governing the risk of technological convergence</i>	documento	Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica <i>Hebe Vessuri</i>	79
<i>Events</i>	reseñas	Eventos	86
<i>Magazines and books</i>		Revistas y libros	88
<i>Index</i>		índice acumulado	90
<i>Norms for authors</i>		Normas para autores	92

## Carreteras para el desarrollo

*Idalberto Águila*

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

Desde el comienzo de la humanidad el hombre ha tratado de facilitar sus movimientos para comunicarse con otros de su especie y desarrollar muchas de sus principales funciones vitales, los caminos han sido, el medio de siempre. Muchas transformaciones han experimentado las vías de comunicación terrestres desde entonces, pero siempre han constituido un elemento esencial para el desarrollo de toda la actividad humana y sobre todo para el desarrollo económico en las diferentes épocas.

El imperio romano basó su dominio, sobre un inmenso territorio durante mil años, en una extensa red de caminos que conectaban a Roma con los lugares más apartados del mundo conocido. Luego con la Revolución Industrial, el desarrollo del comercio y el surgimiento del automóvil, los caminos adquirieron una dimensión mayor, se transformaron en carreteras y se multiplicaron en todas las zonas civilizadas del planeta.

Hoy día, contar con una adecuada red de comunicaciones constituye una condición imprescindible para lograr un país moderno y desarrollado. En Venezuela, como en muchos otros países de la región se han hecho esfuerzos por desarrollar la infraestructura del país construyendo industrias, viviendas, etc. y se ha tratado de llevar el desarrollo a las zonas más deprimidas económicamente. Sin embargo los avances logrados en la conformación de una infraestructura vial adecuada no se corresponden con las necesidades del país y con los esfuerzos que se hacen en otras áreas. Las vías hacia el Oriente de Venezuela no poseen las condiciones necesarias, siendo muy lentos los procesos de construcción y ampliación. Hacia el sur hay grandes carencias de carreteras y todo tipo de vías de comunicación, de lo que se desprende un aislamiento parcial de la zona oriental y sur con el resto de país. En el proyecto de investigación "Materiales y componentes para la Construcción de viviendas; una visión desde las empresas y los productos" desarrollado en el IDEC, financiado por el CONAVI y ganador del Premio nacional de Investigación en vivienda 2003, se destaca como una limitación de los sureños estados Bolívar y Amazonas, está en el casi nulo intercambio mutuo de sus productos, los cuales suelen comercializarse predominantemente hacia el centro y el occidente del país.

En otras zonas, menos críticas, la infraestructura construida en décadas anteriores, se hace cada vez más insuficiente lo cual aunado al deterioro que en muchos casos se está dando en carreteras y autopistas, producto del insuficiente mantenimiento, está trayendo como consecuencias que aún en nuestras mejores autopistas frecuentemente el tránsito se hace muy lento, con pérdidas importantes para la economía de los transportistas y retrasos en los procesos productivos asociados al transporte, sin contar las afectaciones a las personas que se trasladan de un lugar a otro de la geografía nacional.

Para tener un desarrollo económico sostenido se requiere crear una infraestructura vial que garantice la movilidad que una economía desarrollada exige, sin embargo para que ese desarrollo sea también, sostenible en términos ambientales, es necesario que cualquier inversión que se acometa, se haga a partir de una evaluación del impacto ambiental que se generaría con la misma y tomar decisiones sobre la base de encaminar los proyectos en los lugares y de la forma que menos afecte el medio ambiente.

Pero no solo grandes carreteras y autopistas son necesarias para el avance del país, los nuevos urbanismos deben dotarse de calles y accesos en buenas condiciones. De la misma forma se requiere pavimentar o reparar los pavimentos de los urbanismos y desarrollos existentes. En esa dirección se encamina el trabajo publicado en este número por el Ingeniero Pedro Orta que muestra su experiencia en el diseño y construcción de pavimentos con adocretos, como una solución local y sostenible a la vialidad de nuevas urbanizaciones y ampliación de áreas perimetrales de las ciudades.

Cabe entonces preguntarse, cuales son los planes a mediano y largo plazo que se prevé implementar, que organismos están trabajando en ellos y con que criterios. Aquí no hay lugar para la improvisación, la inversión en infraestructura vial requiere de planificación y visión de largo plazo, solo así se puede sustentar un desarrollo estable y continuo.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
**DECANATO DE INVESTIGACIÓN**  
**UNET**

Esta dependencia cumple con una serie de objetivos a fin de promover el desarrollo de la función investigativa en la UNET, encargándose de orientar y estimular a profesores y estudiantes hacia la teoría y práctica de esta actividad, además que determina y jerarquiza áreas, programas y líneas de investigación, privilegiando aquellas que apuntan al conocimiento y desarrollo institucional, regional y nacional.

Igualmente, el Decanato de Investigación se encarga de conformar unidades de investigación comprometidas con la realidad regional y nacional, propiciando de igual manera la creación de centros de investigación y contribuyendo con el logro de los objetivos generales de la institución.

A partir de las necesidades presentes en la sociedad a la cual se debe la institución y el Decanato de Investigación se han puesto en práctica una serie de políticas para atender el llamado que espera la sociedad venezolana; de esta manera, se trabaja en función de organizar grupos multi, interdisciplinarios, profundizando y ampliando la investigación en las diversas áreas del conocimiento a través del desarrollo cualitativo y cuantitativo.

Universidad Nacional Experimental del Táchira,  
Decanato de Investigación,  
Avenida Universidad  
Paramillo, San Cristóbal, Estado Táchira,  
República Bolivariana de Venezuela.  
Teléfono master:  
0058 0276-3532454.  
Ext. (313 -314 - 320  
Telefax:  
0058 0276-353 24 54 - 353 29 49),  
Apartado Postal 02 IPOSTEL-UNET.

<http://investigacion.unet.edu.ve/>



## Cabriadas de “par y tirante” con madera *Pinus Elliottii*

Héctor Massuh, Paula Peyloubet, Tomás O'Neill, Tomás Verdinelli, Germán Barea  
Centro Experimental de la Vivienda Económica, CEVE. Córdoba. Argentina

### Resumen

Una alternativa de solución para techos con madera, a base de componentes estructurales tipo Cabriadas y cubierta de machihembrado, tableros o similar. Los componentes estructurales principales de las Cabriadas se conforman con seis elementos consistentes en secciones de tablas de madera de *Pino Elliottii*, de iguales dimensiones en escuadría y longitud.

Para el acabado final de la cubierta se estudia y compara la utilización de tejas francesas y láminas de chapa metálica sinusoidal.

Se reseñan diseño, cálculos estructurales y definición dimensional de los elementos y componentes de las cubiertas.

Se resumen los resultados y recomendaciones de una manera gráfica, para fácil lectura y comprensión de la propuesta constructiva y como llevarla a cabo a los fines del traspaso y transferencia tecnológica al habitante, para la autogestión en la producción de viviendas.

### Abstract

*The proposal is an alternate solution for wooden ceilings, based on truss-like structural components covered with woven dovetail joints, wood panels or similar plates.*

*The main structural components of trusses are made with six elements consisting in board sections made from *Pinus Elliottii* wood, each one with equal dimensions in length and angles.*

*For the finish, in this paper we've studied and compared the use of French roof tiles and metal sinusoidal sheets.*

*The text describes the design, structural calculations and definition of the dimensions of the elements and components of the covers. The results and recommendations are summarized with graphics.*

*The construction proposal and its execution are offered in an easy-to-understand way in lieu of transferring the technology to the tenant and thus aid the autonomous housing construction.*

El presente trabajo es un resumen de una investigación más extensa y forma parte de las propuestas constructivas para la producción de viviendas para familias de escasos recursos del proyecto 'XIV.8 Casapartes', inscrito en el programa 'Ciencia y tecnología para el desarrollo, CYTED'. El objetivo general del proyecto especifica desarrollar "...elementos o casa-partes, para la construcción de cimentaciones, paredes, entresijos, techos e instalaciones (CiPETi), combinables entre sí, que permitan configurar sistemas aptos para la autogestión y autoconstrucción de viviendas..."

En este artículo se describen propuestas constructivas y estructurales para techos tipo Cabriadas utilizando madera *Pinus Elliottii*, definidos en su geometría y capacidad resistente.

Como modelo piloto se parte de un prototipo teórico, de dos aguas, que cubre una luz de 3,20 m. (figura 1). A continuación y de acuerdo a los resultados de ese modelo, se definen y especifican Cabriadas tipos, para luces estructurales de 3,40 m, 3,60 m, 3,80 m, 4,00 m y 4,20 m con dos alternativas de cubiertas: tejas francesas y chapas sinusoidales, respectivamente.

### El estudio propone:

Analizar, asumir y dar respuestas a las premisas implícitas en las propuestas del proyecto CYTED XIV.8 Casapartes.

### Descriptorios

Cabriadas, *pinus elliottii*; techos de madera

### Descriptors

trusses, *Pinus Elliottii*, wood roof

Comprender el comportamiento estructural de las Cabriadas como solución para techos, verificar y caracterizar secciones tipos, y definir escuadrías necesarias para cada caso.

Sistematizar las conclusiones de los análisis estructurales y elaborar tablas que relacionen tipos de cubiertas, madera, luces de cálculo, geometrías de los componentes estructurales.

Elaborar cuadros y tablas para construcciones autogestionadas, para que los habitantes de una manera ágil y sencilla, puedan conocer y aplicar las soluciones constructivas de las Cabriadas tipificadas, de acuerdo a diferentes luces y demás solicitudes estructurales para cada caso.

### Componentes, diseño estructural y tecnología de producción

La 'Cabriada de par y tirante' que se propone está compuesta de dos pares inclinados y un tirante que los une. Procura obtener la relación más adecuada entre el diseño estructural (DE) y la tecnología de producción (TP).

Se fabrica con seis (6) piezas iguales en el largo y escuadrías obtenidas de secciones de tablas de madera. Cuatro piezas se utilizan para conformar los dos pares inclinados, otra pieza —la quinta— es el tirante horizontal y la última pieza de madera, cortándola en piezas pequeñas, se utiliza para las uniones de los elementos entre sí y con el apoyo (figuras 1 y 2). Como comentario particular, esto último permite —y se recomienda— emplear las piezas mejores para las partes más comprometidas estructuralmente, como son los tirantes y pares, dejando

la tabla más deficiente a las solicitudes estructurales, con presencia de nudos y pequeñas deformaciones, para ser utilizada para las piezas-uniones.

La geometría simple de la propuesta, tanto para la obtención de los elementos como del componente Cabriada, es cónsona con la premisa general del proyecto que enfatiza una fabricación simple, con equipo y herramientas básicas, y factibles para la auto-construcción y la auto-gestión. En otras palabras, ha sido importante obtener la relación más adecuada y eficiente entre diseño estructural, tecnología de producción y facilitar la apropiación tecnológica por parte del habitante de bajos recursos económicos.

Además de la simplicidad técnica, normalizando los elementos básicos de la Cabriada mediante secciones de tablas de un mismo tamaño para las distintas funciones y destinos del componente Cabriada, se obtienen tipificaciones básicas no sólo para el componente sino para la organización, herramientas y equipos para la producción. De hecho, sobre unos mesones de trabajo, con un sistema simple de topes y plantillas se disponen las piezas y los separadores-uniones que permiten en forma fácil y expedita el armado para la producción serial y masiva de las Cabriadas.

Este concepto de seis tablas iguales puede aplicarse a Cabriadas de diferentes luces entre apoyos y distintas cargas. El cálculo estructural define para cada caso las secciones correspondientes quedando igual para todas las soluciones las características básicas en cuanto al proceso de producción.

El estudio se ha dirigido a normalizar y tipificar Cabriadas en función de luces más habituales para la vivienda. Es decir, satisfacer un rango de tamaños entre

Figura 1  
Cabriada de madera a partir de 6 piezas de madera de la misma sección de largo

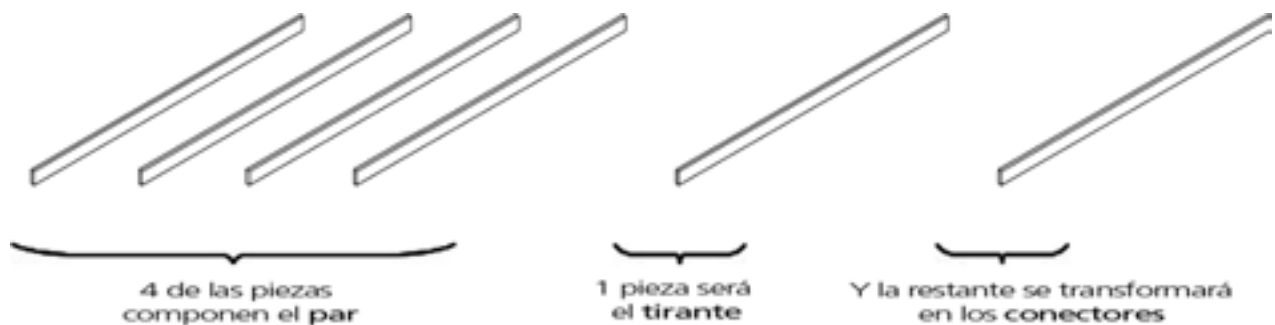
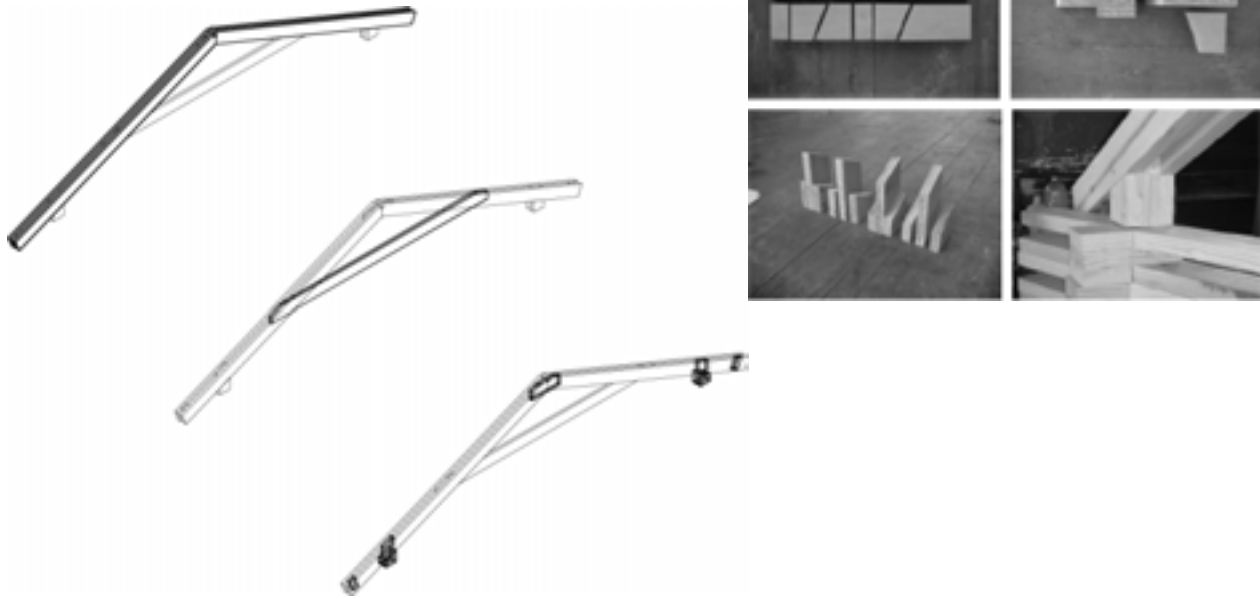


Figura 2  
Cabriada de madera a partir de 6 piezas de madera de la misma sección de largo



apoyos desde 3,20 m hasta 4,00 m. Para ello se toma como caso de estudio piloto la Cabriada para cubrir luces de 3,20 m, cuyo análisis estructural se describe a continuación. Más adelante, fundamentándose en los resultados del 'caso piloto 3,20 m', se pasa a tipificar características dimensionales y de cargas para luces de 3,40 m – 3,60 m – 3,80 m – 4,00 m y 4,20 m, para cubiertas con tejas francesas y láminas sinusoidales.

### Análisis de la Cabriada para luces de 3,20m como caso de estudio piloto. Cargas gravitatorias (figura 3)

#### Descripción del componente

El caso que se analiza como modelo piloto corresponde a una Cabriada con madera de *Pino Elliottii*, para cubrir una distancia entre apoyos de 3,20 m. Las Cabriadas están dispuestas paralelamente a una distancia de 0,80 m y para cada Cabriada se emplean seis piezas iguales, cada una de 2,20 m de largo y sección de 1" x 4".

#### Características de la madera *Pino Elliottii*

Tensión Característica de Compresión paralela a las fibras: f c.o.k.= 260 Kg/cm<sup>2</sup>

Tensión Característica de Tracción paralela a las fibras: f t.o.k. = 338 Kg/cm<sup>2</sup>

Tensión de Diseño de Compresión paralela a las fibras: f c.o.d = 73 Kg/cm<sup>2</sup>

Tensión de Diseño de Tracción paralela a las fibras: f t.o.d = 72 Kg/cm<sup>2</sup>

Tensión de Diseño de Corte paralelo a las fibras: f v.o.d. = 9 Kg/cm<sup>2</sup>

#### Cargas permanentes:

Teja francesa 55 Kg/m<sup>2</sup>

Clavadura de madera de 1" x 2" 4,00 "

Poliestireno expandido e=3 cm 1,00 "

Membrana asfáltica con aluminio 4,00 "

2 separadores de 1" x 2" 2,00 "

Machimbre de Pino e= 3/4" 11,00 "

Total carga 'g': 77,00 Kg/m<sup>2</sup>

Peso propio secciones 1 y 2: 2,50 Kg/m<sup>2</sup>

Peso propio sección 3: 1,25 "

Sobrecarga variable:

Cubierta inclinada no accesible 23,00 Kg/m<sup>2</sup>

Nieve (Región capital, Villa Dolores, Río Cuarto) 45,00"

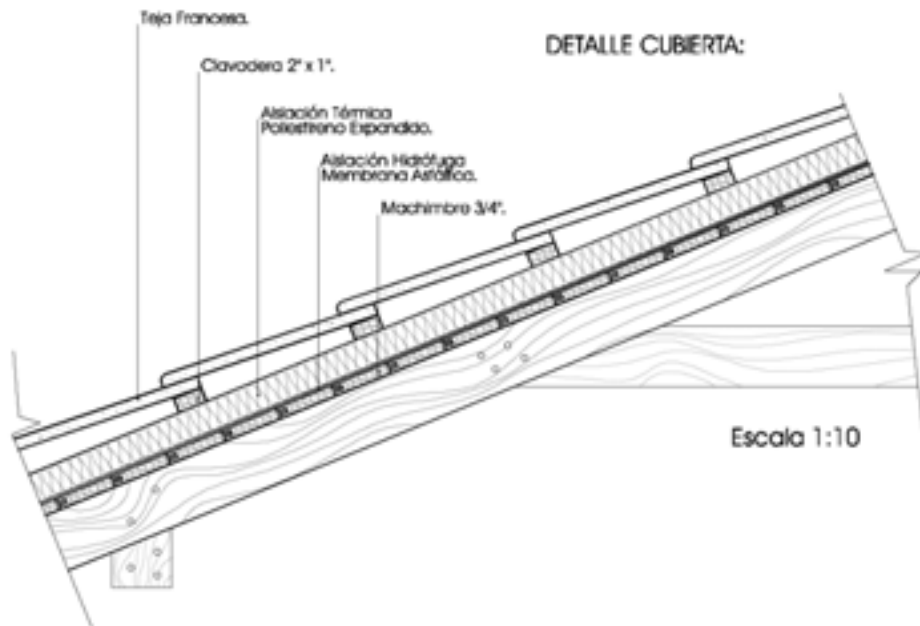
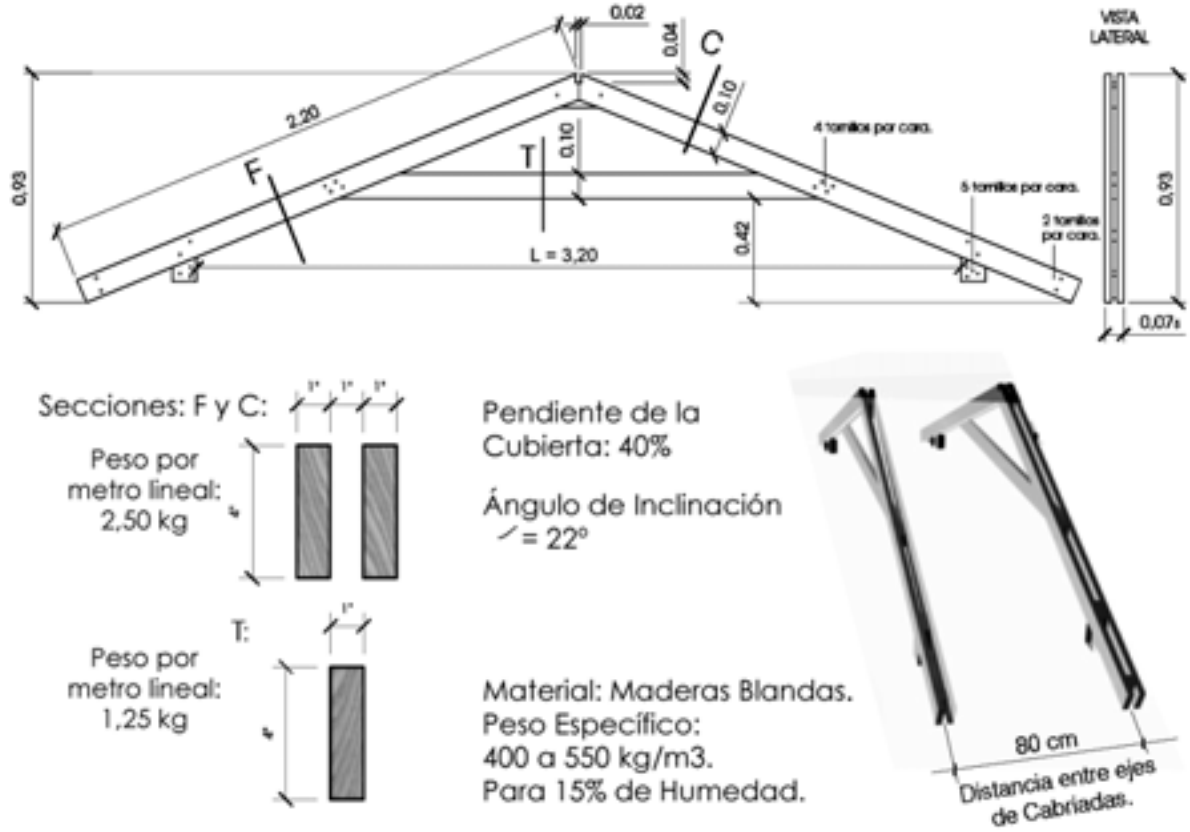
Total carga 'p': 68,00 Kg/m<sup>2</sup>

Carga q (g+p) 145,00 Kg/m<sup>2</sup>

Carga q proyectada horizontalmente 145 Kg/m<sup>2</sup> x coseno 22 = 156,76 Kg/m<sup>2</sup>

Carga por metro lineal 127,41 Kg/ml

Figura 3  
Descripción del componente para cabriada de madera L=3,20 m.



### Análisis estructural (figura 4)

Se asume la Cabriada como una 'viga de sección variable' con su mayor altura en la sección central. Esa altura va disminuyendo progresivamente hasta un punto crítico, en el que abruptamente cambia a su mínima sección.

Este cambio de altura no corresponde directamente con el diagrama de momentos flectores, lo que nos indica *a priori* que ésta será la sección más solicitada de la estructura y la que incidirá directamente en el dimensionamiento de la Cabriada.

Igualmente, de la lectura del diagrama de momentos, se desprende que los voladizos están colaborando para disminuir el momento máximo en la estructura.

Otro aspecto importante será verificar cada barra del reticulado a los esfuerzos solicitantes, tanto para cargas gravitatorias como para las cargas provocadas por la acción del viento.

El área de influencia de cargas por nudo se analiza y refleja en la figura 5.

Igualmente se estudia un modelo estructural simplificado tal como se explica en la figura 6.

A continuación estudio de la sección, análisis de los pares 4" X 3" (figura 7) y 5" x 3" (figura 8).

Figura 4  
Análisis estructural

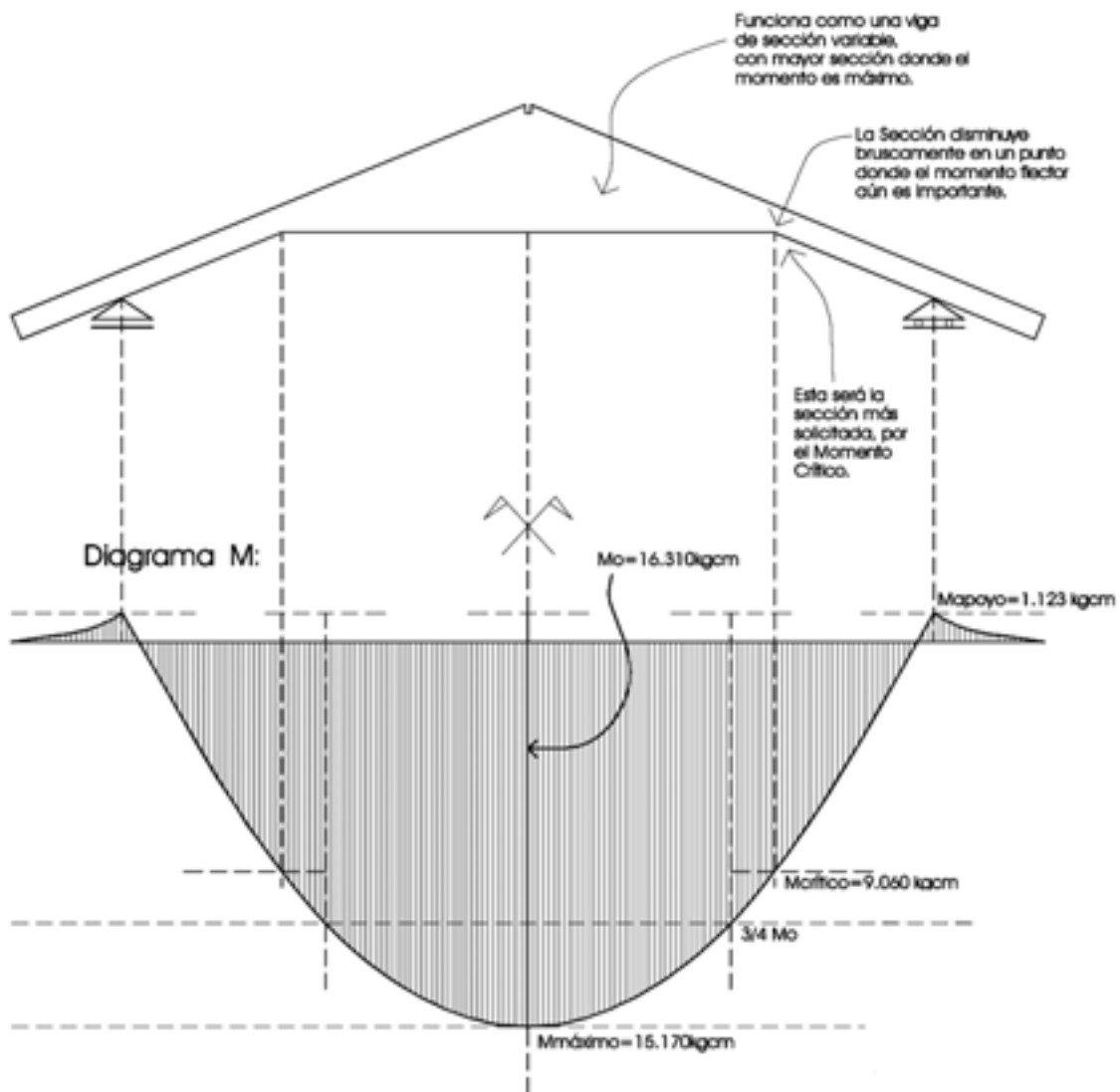


Figura 5  
Desarrollo para cargas gravitatorias.  
Área influencia carga por nudo

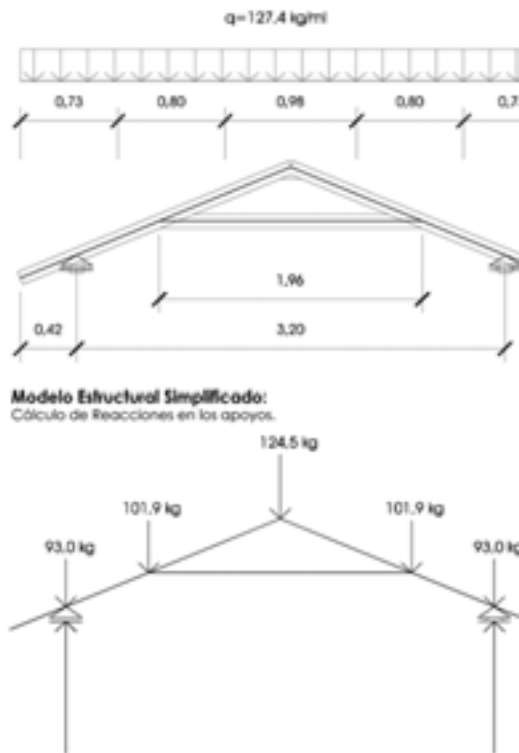


Figura 6  
Desarrollo para cargas gravitatorias. Cálculo de los  
esfuerzos simples en las barras del reticulado

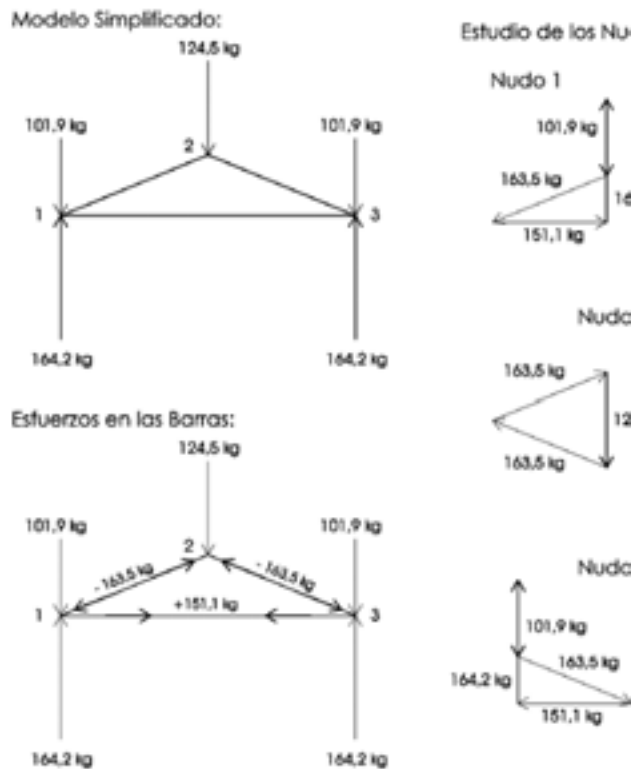


Figura 7  
Desarrollo para cargas gravitatorias. Estudio de la  
sección 1

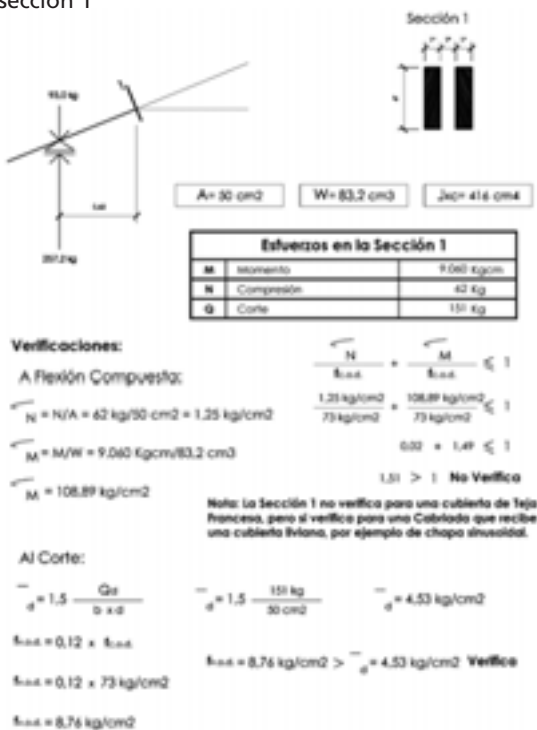


Figura 8  
Desarrollo para cargas gravitatorias. Redimensionado de  
la estructura

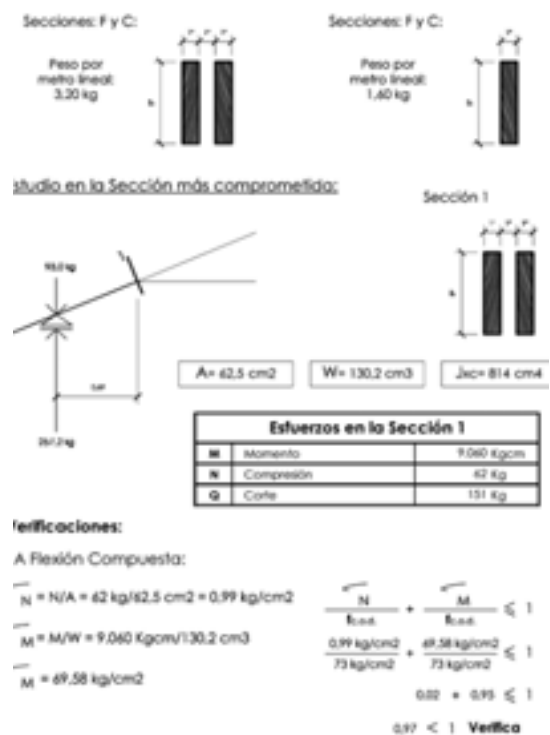


Figura 9  
Desarrollo para cargas gravitatorias. Estudio de la sección 2,

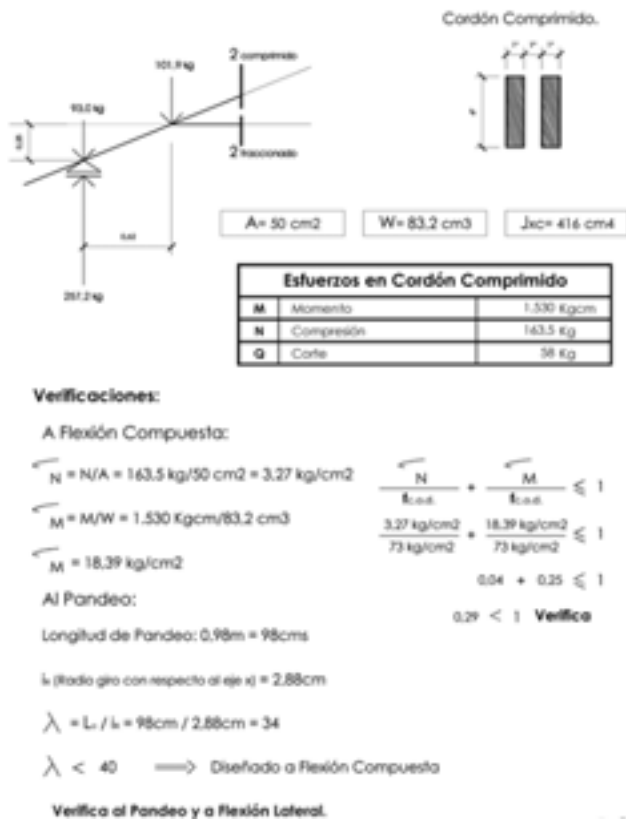
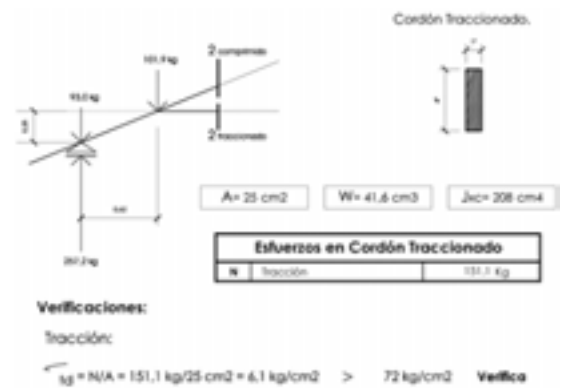


Figura 10  
Desarrollo para cargas gravitatorias. Estudio de la sección 2



Estudio de la sección 2, verificación al pandeo y flexión lateral (figura 9) y esfuerzo en cordón traccionado (figura 10).

### Consideraciones finales del análisis de cargas gravitatorias

Aparece acertada la relación geométrica y dimensional entre pares y tirantes, tanto en sus escuadrías como en los largos de los elementos de 2,20 m, la luz que salvan y los esfuerzos a que están solicitados los elementos.

Las 'secciones 1' analizadas son las más comprometidas de acuerdo a las solicitudes del momento flector. Por lo tanto la geometría y comprobación de esta sección prevece y define las secciones de los demás elementos.

La estructura planteada como reticulado arroja esfuerzos que fácilmente resisten las secciones de las

Cabriadas, logrando así eficiencia y buen funcionamiento el conjunto.

Las solicitudes para el elemento 'tensor' son muy bajas con lo cual resulta adecuada su escuadría equivalente a un elemento del par inclinado. Sin embargo se requiere profundizar su comportamiento en los casos de fuertes vientos donde puede exigir al tensor solicitudes a compresión que pueden causar efectos de pandeo por la esbeltez de este elemento de sección simple.

El voladizo compensa las solicitudes de las cargas y ayuda a disminuir el momento flector en la sección 1, lo que resulta positivo para la Cabriada en estudio.

Las tensiones de corte están dentro de valores aptos para la Cabriada y no implican redimensionado.

En relación a los conectores, se está llevando adelante un estudio orientado a simplificar dimensiones, geometría, diversidad y revisar su posicionamiento.



**Cuadros resúmenes comparativos de Cabriadas de *Pinus Elliottii* en función de dos variables: luz entre apoyos y diferentes cargas.**

Las siguientes tablas de eficiencia relacionan distintas Cabriadas realizadas en madera de *Pinus Elliottii*, para dos tipos de cubierta diferentes.

Para cada luz de cálculo aparecen distintas secciones posibles, valoradas en orden de eficiencia, en función de la capacidad resistente de la madera, comparada con los esfuerzos solicitantes y el consumo de madera.

Para una lectura simple y rápida de las tablas de eficiencia hemos utilizado el código de color gris oscuro en aquellas secciones ideales porque responden a las solicitaciones con la menor cantidad de madera, trabajando en un valor próximo a su tensión admisible; el gris medio es precaución y el gris más claro marca y define aquellas secciones en las que el consumo de madera es excesivo o la tensión de trabajo es muy alta y por encima de lo admisible (ver tablas 1 y 2).

Tabla 1  
Para madera de *Pinus Elliottii* y cubierta con tejas francesas

	Madera			<i>Pinus elliottii</i>				
	Cubierta			Teja francesa				
	Luz	Distancia ejes	Largo piezas	Mdiseño	Secciones	Cantidad	Tensión	Eficiencia
Cabriada 1	3,00	3,20	2,20	9,060 Kgcm	2 x 1' x 5'	18,0 pie <sup>2</sup>	70 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1.5' x 4'	21,6 pie <sup>2</sup>	73 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 4'	14,4 pie <sup>2</sup>	110 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 2	3,20	3,40	2,32	10,100 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	28,5 pie <sup>2</sup>	52 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	22,8 pie <sup>2</sup>	54 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 5'	19,0 pie <sup>2</sup>	78 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 3	3,40	3,60	2,43	11,790 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	29,8 pie <sup>2</sup>	61 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	23,9 pie <sup>2</sup>	64 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 5'	19,9 pie <sup>2</sup>	91 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 4	3,60	3,80	2,55	13,210 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	31,3 pie <sup>2</sup>	68 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	25,1 pie <sup>2</sup>	71 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 5'	20,9 pie <sup>2</sup>	102 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 5	3,80	4,00	2,65	14,720 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	32,6 pie <sup>2</sup>	73 kg/cm <sup>2</sup>	
					3 x 1' x 5'	36,1 pie <sup>2</sup>	73 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	26,0 pie <sup>2</sup>	80 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 6	4,00	4,20	2,77	16,300 Kgcm	2 x 1.5' x 6'	40,8 pie <sup>2</sup>	58 kg/cm <sup>2</sup>	
					3 x 1' x 6'	45,4 pie <sup>2</sup>	58 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	27,2 pie <sup>2</sup>	88 kg/m <sup>2</sup>	

■ Secciones ideales    ■ Precaución    ■ Consumo madera excesivo





Tabla 2  
Para madera de *Pinus Elliottii* y cubierta con chapas sinusoidal

	Madera			<i>Pinus elliottii</i>				
	Cubierta			Chapa sinusoidal				
	Luz	Distancia ejes	Largo piezas	Mdiseño	Secciones	Cantidad	Tensión	Eficiencia
Cabriada 1	3,00	3,20	2,20	6,021 Kgcm	2 x 1' x 4'	14,4 pie <sup>2</sup>	73 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 2	3,20	3,40	2,32	6,833 Kgcm	2 x 1' x 5'	19,0 pie <sup>2</sup>	52 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1.5' x 4'	22,8 pie <sup>2</sup>	55 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 4'	15,2 pie <sup>2</sup>	82 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 3	3,40	3,60	2,43	7,824 Kgcm	2 x 1' x 5'	19,9 pie <sup>2</sup>	61 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1.5' x 4'	23,9 pie <sup>2</sup>	63 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 4'	15,9 pie <sup>2</sup>	94 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 4	3,60	3,80	2,55	8,777 Kgcm	2 x 1' x 5'	20,9 pie <sup>2</sup>	68 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1.5' x 4'	25,1 pie <sup>2</sup>	71 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 5	3,80	4,00	2,65	9,768 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	32,6 pie <sup>2</sup>	51 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	26,1 pie <sup>2</sup>	53 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 5'	21,7 pie <sup>2</sup>	75 kg/cm <sup>2</sup>	
Cabriada 6	4,00	4,20	2,77	10,847 Kgcm	2 x 1.5' x 5'	34,0 pie <sup>2</sup>	56 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	27,2 pie <sup>2</sup>	58 kg/cm <sup>2</sup>	
					2 x 1' x 6'	22,7 pie <sup>2</sup>	83 kg/m <sup>2</sup>	

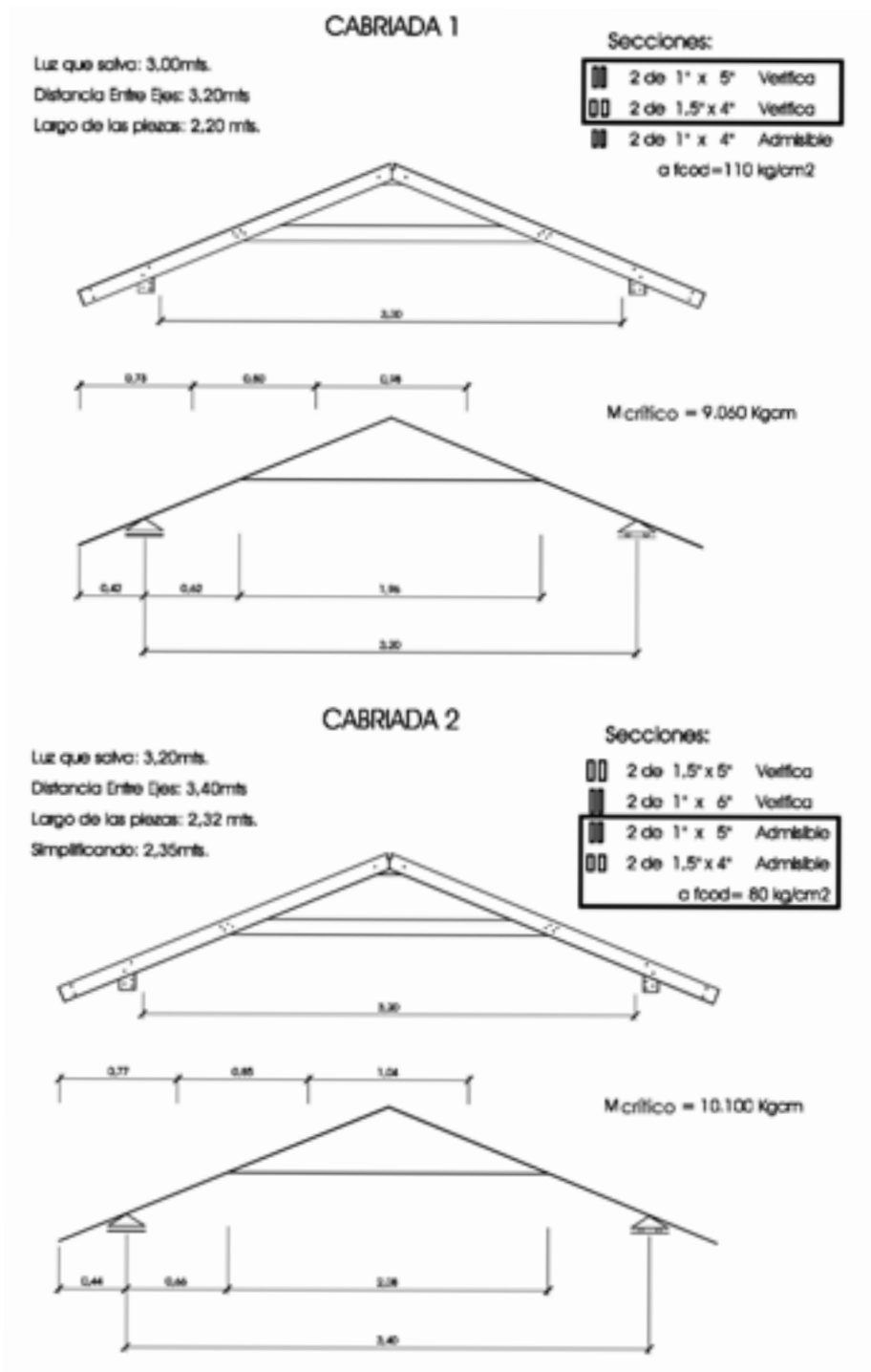
■ Secciones ideales   ■ Precaución   ■ Consumo madera excesivo



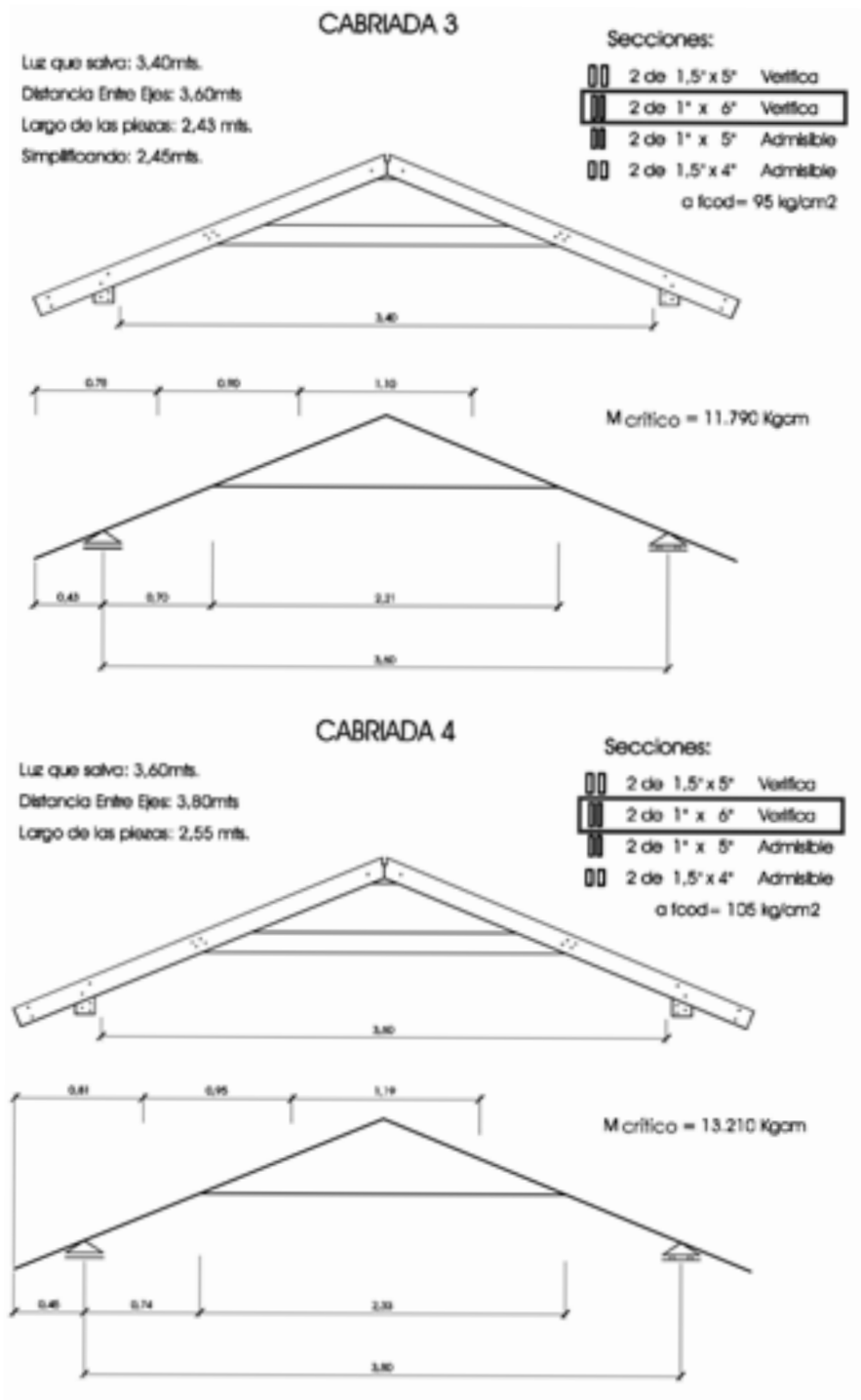
A continuación se describe catálogo de Cabriadas para luces más comunes para viviendas. Se agrupan de acuerdo a dos alternativas de cubiertas: Catálogo Cabriadas

con **tejas francesas** para luces 3,00, 3,20, 3,40, 3,60, 3,80 y 4,00 m y catálogo Cabriadas con **láminas sinusoidales** para luces de 3,00, 3,20, 3,40, 3,60, 3,80 y 4,00 m.

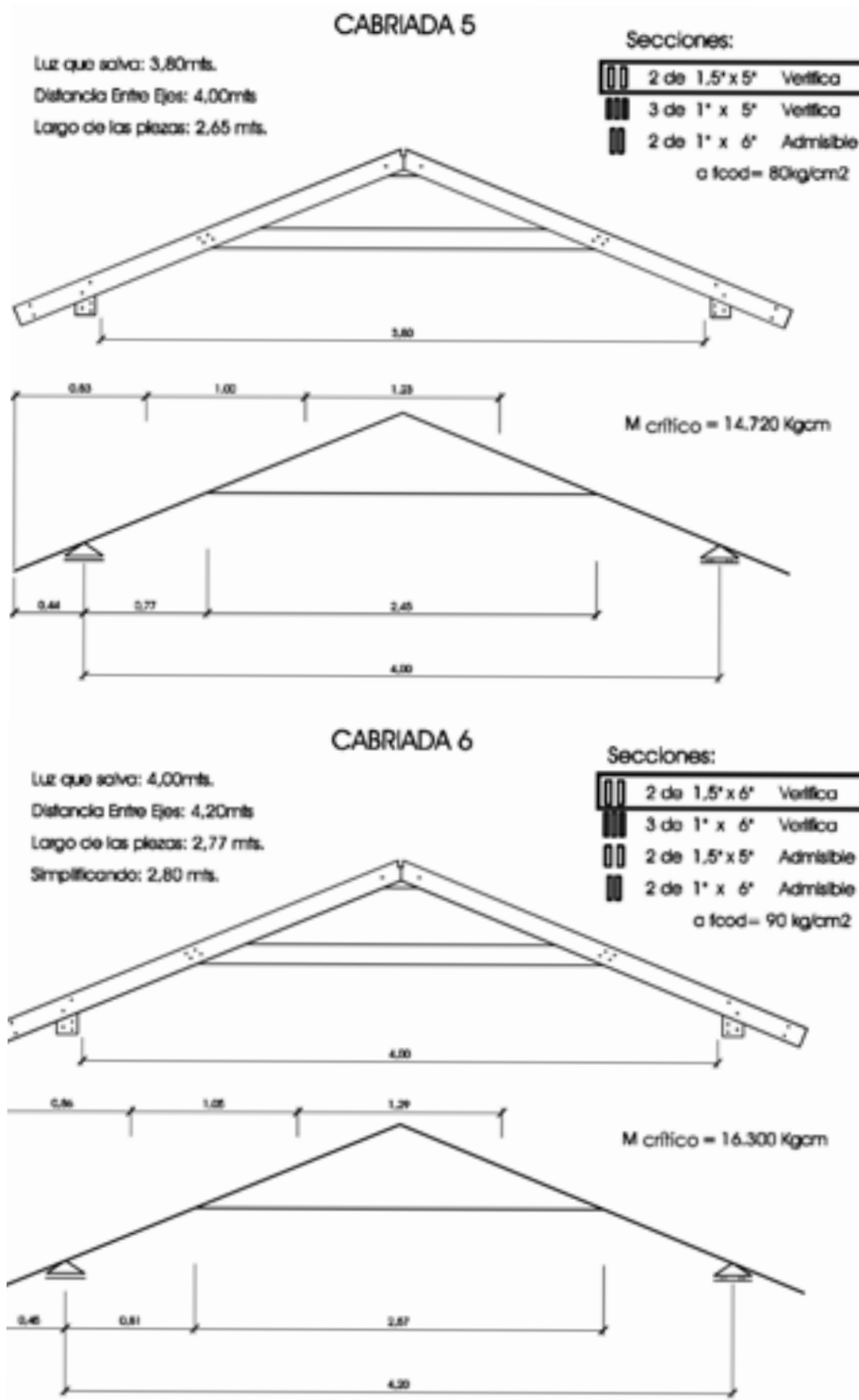
Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Teja Francesa



Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Teja Francesa



Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Teja Francesa



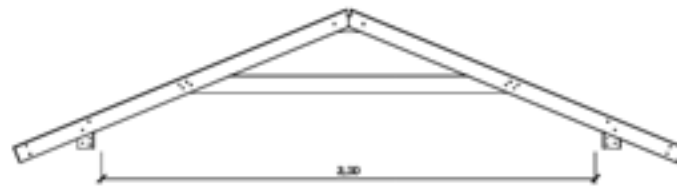
Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Chapa Sinusoidal

**CABRIADA 1**

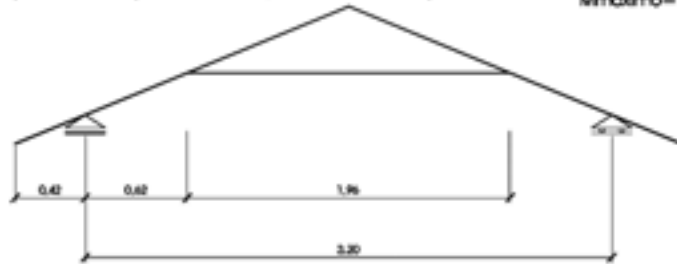
Luz que salva: 3,00mts.  
Distancia Entre Ejes: 3,20mts  
Largo de las piezas: 2,20 mts.

Secciones:

2 de 1" x 4" Verifica



Mínimo= 6.021 Kg/m

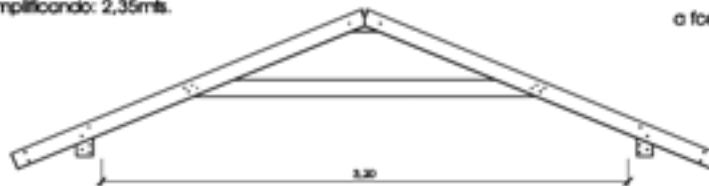


**CABRIADA 2**

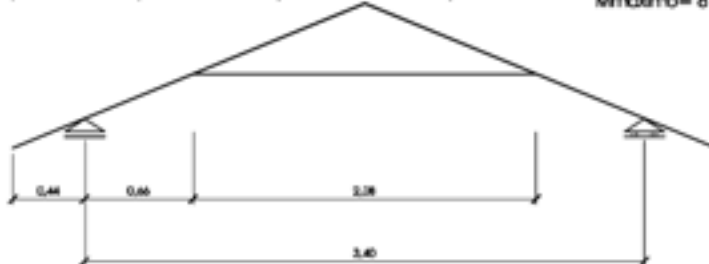
Luz que salva: 3,20mts.  
Distancia Entre Ejes: 3,40mts  
Largo de las piezas: 2,32 mts.  
Simplificando: 2,35mts.

Secciones:

2 de 1" x 5" Verifica  
2 de 1,5" x 4" Verifica  
2 de 1" x 4" Admisible  
 $\sigma_{fcd} = 85 \text{ kg/cm}^2$



Mínimo= 6.833 Kg/m






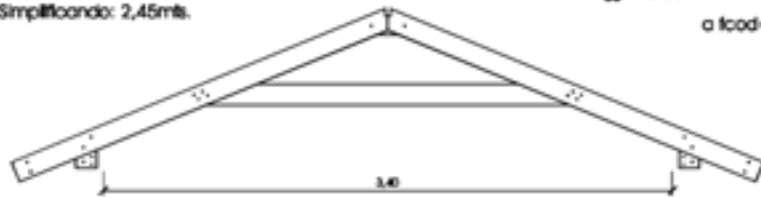
Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Chapa Sinusoidal

### CABRIADA 3

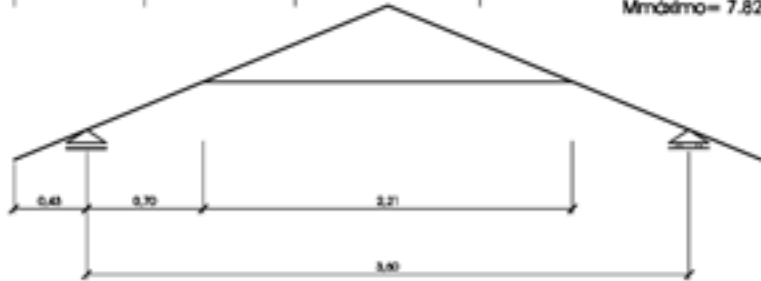
Luz que salva: 3,40mts.  
Distancia Entre Ejes: 3,60mts.  
Largo de las piezas: 2,43 mts.  
Simplificando: 2,45mts.

Secciones:

-  2 de 1" x 5" Verifica
  -  2 de 1,5" x 4" Verifica
  -  2 de 1" x 4" Admisible
- $\rho_{wood} = 95 \text{ kg/cm}^2$





Mínimo = 7.824 Kgom

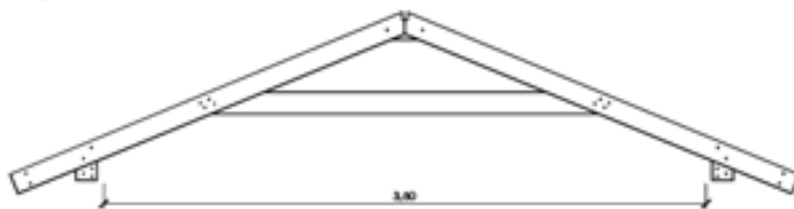


### CABRIADA 4

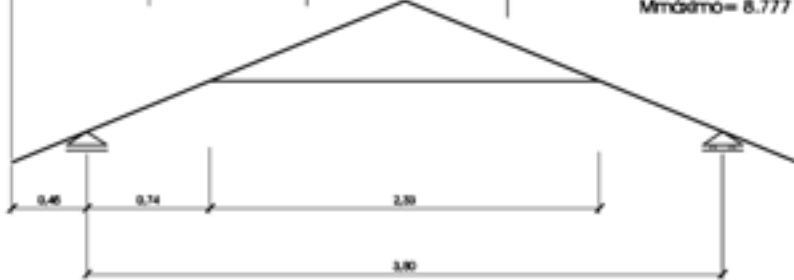
Luz que salva: 3,60mts.  
Distancia Entre Ejes: 3,80mts.  
Largo de las piezas: 2,55 mts.

Secciones:

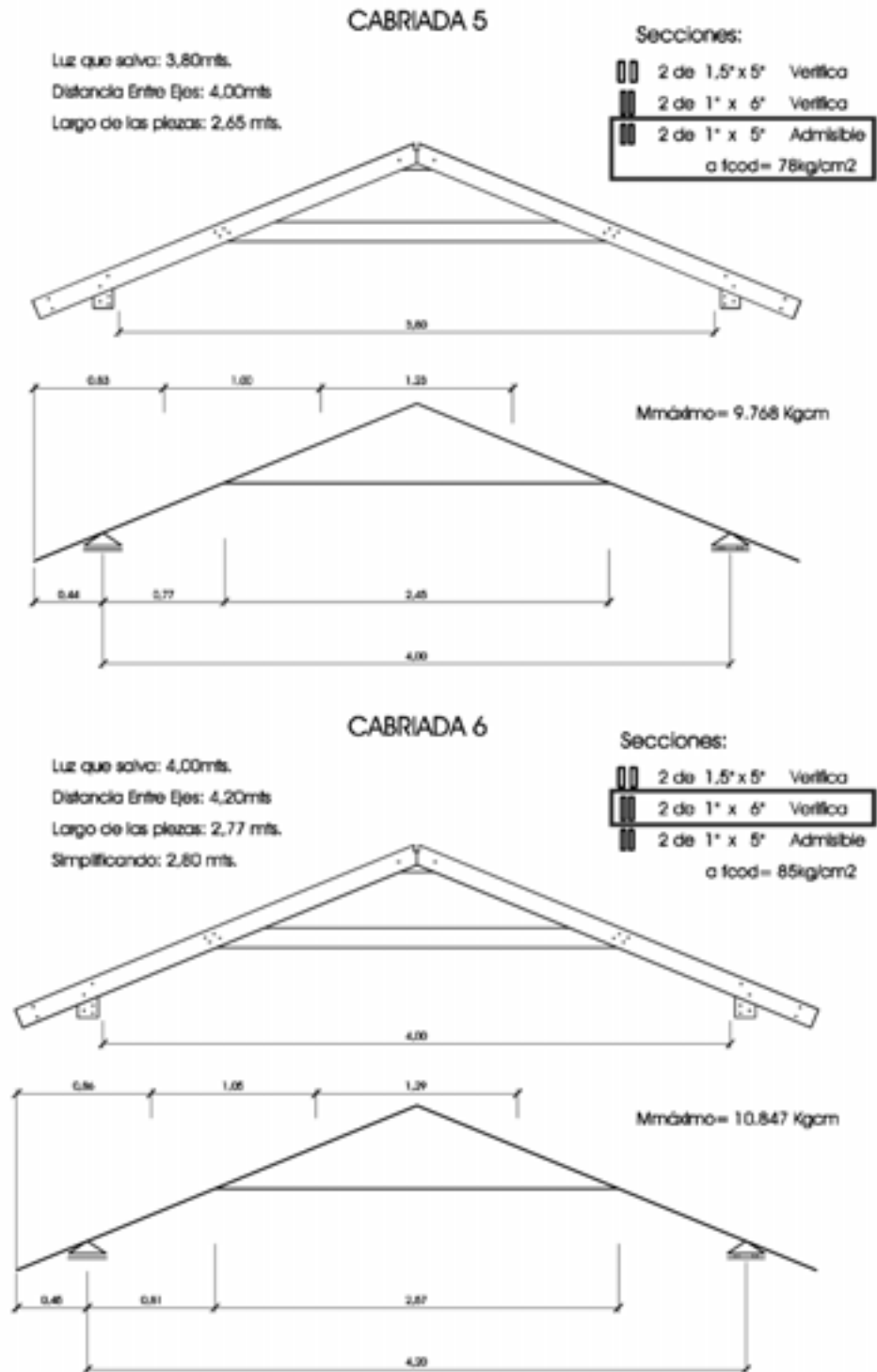
-  2 de 1" x 5" Verifica
-  2 de 1,5" x 4" Verifica



Mínimo = 8.777 Kgom



Cabriadas de madera: distintas luces entre apoyos.  
Desarrollo para cubierta de Chapa Sinusoidal



## Conclusiones

Las Cabriadas estudiadas demuestran que son propuestas constructivas viables para la producción de viviendas para familias de bajos recursos.

Se trata de componentes estructurales sencillos, eficientes en su capacidad resistente y fáciles de producir, que responden a las solicitaciones con la menor cantidad de madera. Son idóneas para la auto-gestión, la auto-construcción y la creación de unidades de producción comunitarias, puesto que propician y facilitan la capacitación

de los habitantes dentro del marco de la transferencia tecnológica de tecnologías apropiadas y la participación ciudadana. Todo esto es posible gracias a la simplicidad del diseño y ejecución de las Cabriadas junto a las propiedades del *Pinus Elliottii* que para su procesamiento y transformación —en nuestro caso— en tablas aserradas de pequeñas dimensiones, requiere únicamente de maquinaria sencilla y herramientas simples, propias y al alcance de carpinterías medianas y pequeñas.

## Referencias bibliográficas

- Argüelles A., R., Arriaga M., F. (1996) "Estructuras de Madera, diseño y Cálculo". Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. AITIM. Madrid, España.
- Asociación Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (1997) "NBR 7190". Río de Janeiro, Brasil.
- Ferrari, F., Gazek, D. (2005) Diseño de estructuras de Madera. Trabajo final de grado, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Gómez, J. L. (1994) Apuntes de clase de Estructuras I-B. Publicado por la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gómez, J. L. (1995) Estructura en arquitectura. Primer nivel. Publicado por la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gómez, J. L. Estructura de Madera (En pre-prensa).
- Massuh, H. (2003) Informe Técnico Final PID 037 - SECYT, FONCYT, CONICET, SSDUV "Diseño, desarrollo tecnológico y producción sustentable de Casapartes y viviendas semillas para zonas inundables del litoral mesopotámico a partir de los recursos renovables de la región". Buenos Aires, Argentina.
- Massuh, H. (2002) Informe técnico final PIP 4837 – CONICET "Diseño y desarrollo tecnológico de componentes de construcción de viviendas en base a madera de origen regional". Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Infraestructura y Vivienda (2001) Secretaría de Obras Públicas. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI "Proyecto de Reglamento de CIRSOC 102. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones". Argentina.
- Moisset de Espanés, D. (2003) Intuición y razonamiento en el diseño estructural. Ed. Color Magenta. Argentina.
- Unión Europea, UNE-ENV (1995) Eurocódigo 5: Proyecto de Estructuras de Madera.



# Utilización del espacio en salas de emergencia de hospitales

Sonia Cedrés de Bello

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

## Resumen

El concepto de medicina de emergencia ha cambiado en los últimos años introduciendo modificaciones en los procesos de la prestación de servicios. Estos cambios se reflejan en el personal, el equipamiento y en su infraestructura. Una investigación en seis casos de estudio en hospitales de alta complejidad mostró la diversidad en el uso del espacio, en su densificación, distribución, proporción y equipamiento, así como la separación del tráfico interno y la definición de locales y áreas funcionales según patologías y estado crítico. Un análisis comparativo entre los casos de estudio y referencias internacionales permitió obtener índices de utilización y características del espacio que permiten establecer parámetros de programación para el diseño.

## Descriptores

Emergencia, edificaciones sanitarias, establecimientos de salud, evaluación de edificaciones, arquitectura hospitalaria, hospitales.

## Abstract

*The concept of Emergency Medicine has changed in the last years, introducing modifications in the processes of delivery of services. Those changes are reflexed in the personnel, the equipment and the infrastructure. A research conducted in six study cases of high complexity hospitals showed the diversity of the space use, distribution, density, proportions and equipping. Separation of internal traffic, and functional areas according to pathologies and critical stages, also were showed. In comparative analysis between the study cases and international references, utilization indexes and characteristics of the space that lead to establish parameters for programing and design, were obtained.*

## Descriptors

*emergency departments, health facilities, health services, hospital architecture, post occupancy evaluation, hospitals.*

## Planteamiento del problema

En la década de los ochenta comienza el concepto de medicina de emergencia. Paralelamente se desarrolla la especialidad y los procesos terapéuticos para el manejo de los pacientes traumatizados, apareciendo un nuevo concepto de Centros de Trauma a partir de los años noventa. En Venezuela se decreta (MSAS, 1993) la creación del Servicio de Emergencia y Medicina Crítica como un servicio separado de la Consulta Externa en los hospitales de alta complejidad tipo III y IV<sup>1</sup>. Este servicio fue reglamentado posteriormente mediante normas nacionales (MSAS, 1996) que establecieron sus requisitos arquitectónicos, de equipamiento y de personal. Este desarrollo ha introducido modificaciones en los procesos de prestación del servicio lo que por consiguiente se refleja en la cantidad y especialización del personal, el equipamiento y en la infraestructura (ACS, 1999).

En Venezuela hay un total de 300 hospitales públicos (MPPS, 2007) cuyas capacidades varían de 20 a 1.000 camas y que representan un total de unas 40.000 camas pertenecientes al sub-sector público. Se estima que éstas representan el 80% del total de camas instaladas en todo el país, el resto pertenece al sub-sector privado. Todos estos hospitales tienen departamentos de emergencia, con distintos grados de especialización.

La mayoría de estos hospitales fueron construidos entre los años 1950 y 1980, por lo que tienen entre 25 y 55 años en funcionamiento. Sus edificaciones han sido some-

tidas a continuas remodelaciones, ampliaciones y transformaciones, y continuarán en el futuro inmediato para la incorporación de nuevas tecnologías, sin embargo han sido muy escasamente analizadas y evaluadas, aun cuando en el campo internacional los hospitales representan una de las tipologías de edificaciones más estudiadas.

Por otro lado, las emergencias en los grandes hospitales han aumentado en relación con el incremento de la población, el deterioro de su estado de salud, el deterioro de la calidad de vida, la insuficiente capacidad de resolución de la red de atención primaria y especializada (listas de espera para cirugías y atención ambulatoria), falta de insumos y de personal. Esto hace que los Departamentos de Emergencia (DE) estén trabajando por encima de su capacidad lo cual representa un aumento del período de espera para ser atendido o un aumento en el recorrido de las ambulancias y pacientes en los distintos hospitales buscando cupo.

Los DE representan el punto de accesibilidad más crítico en nuestro sistema de prestación de servicios por las siguientes razones: están abiertos 24 horas, 7 días a la semana, los 365 días del año, es la primera respuesta a situaciones de emergencia y atienden muchos problemas sociales.

Entre los años 1986-1990 (5 años) se presentaron 11.928 muertes violentas en el país (Rodríguez, M. y otros, 2003) y solamente durante el año 2000 hubo 19.942 (Carrero y Ottolino, 2004; Liuzzi y Sucre, 1998). Estos índices son reflejo del aumento vertiginoso de la criminalidad y la violencia en los últimos años, lo cual repercute en el incremento de la demanda de los servicios de emergencia en los hospitales. Se estima que sólo el 25% de las emergencias del Área Metropolitana de Caracas son atendidas por el sector privado (Sanabria, 2004).

### Objetivo general

Entre los años 2001 y 2004 se realizó una investigación en los Departamentos de Emergencia en seis hospitales generales públicos de alta complejidad que forman parte de la red de emergencia del Área Metropolitana de Caracas<sup>2</sup>, a fin de generar conocimiento que dirija el apropiado diseño y planificación de esas edificaciones en nuevas construcciones y remodelaciones. En este artículo nos referimos al análisis del uso del espacio en las emergencias de adultos en relación al área que ocupan, a la distri-

bución de áreas funcionales y a su capacidad de atención, que es sólo una parte de esta investigación.

### Objetivos específicos

1. Conocer las emergencias de los hospitales desde el punto de vista de su arquitectura y hacer un registro documental de sus cambios en el tiempo.
2. Conocer la capacidad, cantidad y tipo de locales, áreas, uso y demanda de los recursos físicos existentes.
3. Analizar casos de estudio a la luz de las recomendaciones y sugerencias emanadas de la revisión bibliográfica de normas, guías y estado del arte.
4. Comparar los casos de estudio entre ellos y con otros hospitales foráneos extraídos de la bibliografía.
5. Determinar índices de planificación.

### Pertinencia de la Investigación

Al realizar esta investigación tratamos de aportar conocimientos y explicaciones que nos conduzcan a la planificación de edificaciones hospitalarias tecnológicamente actualizadas pero adecuadas a nuestra realidad física, económica y cultural.

### Casos de estudio

La red de hospitales públicos del Área Metropolitana esta formada por 30 hospitales, que atienden a una población de 5 millones de habitantes aproximadamente, de estos hospitales 20 son de alta complejidad (10 tipo III y 10 tipo IV) y tienen una capacidad de 8.900 camas. En el año 2001 se atendieron 1.195.115 casos de emergencia en estos hospitales tipo III y IV, (Cedrés de Bello, 2006, cuadro n° 58) de los cuales el 40% (496.000 casos) fueron atendidos en los hospitales escogidos como casos de estudio, con una demanda diaria entre 300 y 400 pacientes. (figura 1).

El 90% (8.956 camas) del total de camas existentes en los hospitales públicos del Área Metropolitana está ubicado en los hospitales de alta complejidad (tipos III y IV). Nuestros casos de estudio representan el 35% (3.092 camas) de la totalidad de camas instaladas en los hospitales públicos del Área Metropolitana (cuadro 1).

Figura 1  
Hospitales públicos del Área Metropolitana de Caracas



Fuente: Cedrés de Bello.

**Identificación**

1	Hospital Miguel Pérez Carreño	11	Hospital Vargas-San José	21	Materno-Infantil P. Oropeza
2	Hospital Pediátrico Elías Toro	12	Hospital J. G. Hernández	22	Hospital J.G.Hernández-Magallanes
3	Maternidad Santa Ana	13	Hospital J.M. de Los Ríos	23	Hospital Oncológico L Razetti
4	Hospital Hernán de Las Casas	14	Hospital Jesús Yerena	24	Hospital R Medina Jiménez
5	Hospital José Gregorio Hernández-Cotiza	15	Hospital L. Manrique Terrero	25	Hospital Eudoro González
6	Hospital José Mata de Gregorio	16	Hospital Risquez	26	Hospital Victorino Santaella
7	Hospital Domingo Luciani	17	Hospital Baquero González	27	Materno-Infantil Parpacen
8	Hospital Luis Salazar Domínguez	18	Hospital Julio Criollo Rivas	28	Hospital Pérez de León
9	Hospital José Maria Vargas-La Guaira	19	Hospital El Junkito	29	Hospital Universitario de Caracas
10	Maternidad Concepción Palacios	20	Hospital José I. Baldó	30	Hospital Militar Carlos Arvelo

Fuente: Cedrés de Bello, 2006, p. 120.

Cuadro 1  
Características de los hospitales casos de estudio

Hospital	Tipo	No camas	Adscripción	Fecha de terminación de la obra
Universitario de Caracas	IV	1.200	Autónomo	1956
Domingo Luciani	IV	419	Instituto Venezolano de Seguros Sociales	1987
Victorino Santaella	III	200	Gobernación Estado Miranda	1984
Miguel Pérez Carreño	IV	795	Instituto Venezolano de Seguros Sociales	1970
José Gregorio Hernández	IV	400	Alcaldía Mayor	1973
Pérez de León	III	78	Gobernación Estado Miranda	Nueva sede en construcción desde 2003

Fuente: Cedrés de Bello, 2006.

Nota: los hospitales pertenecientes a la Alcaldía Mayor y al Edo. Miranda fueron adscritos al MPPPS a partir de 2009.

**Criterios de selección**

La selección de casos de estudio se hizo con las siguientes características:

Hospitales públicos de referencia, tipo III y IV (de más complejidad y especialización, contemplan programas de docencia e investigación).

Hospitales piloto (hospitales de trauma u hospitales de choque).

Ubicados en distintas zonas del área metropolitana (Caracas, Petare, Los Teques).

Representativos de diferentes sistemas de prestación de servicios en 2006 (Seguro Social, Alcaldía Mayor, estatal y autónomo).

Los hospitales Victorino Santaella y Domingo Luciani se escogieron por ser los últimos hospitales construidos en el Área Metropolitana y con diseños más recientes (década de los ochenta).

El Hospital Pérez de León se escogió porque está en construcción una nueva sede y su diseño es novedoso, además de tratarse de un hospital solamente de emergencias.

Accesibilidad a la información (planos, datos estadísticos y disponibilidad del personal para las entrevistas).

Accesibilidad a la zona de ubicación (seguridad personal).

**Metodología de análisis**

Para el análisis del uso del espacio se siguieron los siguientes pasos:

- Se levantaron los planos de cada hospital según su diseño original y el actual con el fin de evidenciar los cambios en el tiempo y su adaptación al uso y al crecimiento.
- Se midieron los espacios, local por local y se hicieron cuadros sistematizados y agrupados por áreas funcionales.
- Se agruparon los locales en áreas funcionales de acuerdo a los usuarios y a su función, para el análisis de la distribución y uso del espacio.
- Se revisó bibliografía reciente sobre proyectos, normas y requerimientos en el ámbito internacional a fin de hacer comparaciones y evaluaciones.

La agrupación de locales por áreas funcionales para el análisis del uso del espacio se hizo en relación al tipo de actividades realizadas (ej: examen y tratamiento), al tipo de usuarios (ej: personal y pacientes) y a la jerarquía de los espacios (ej: servicios auxiliares, áreas de apoyo). Cuadro 2.

En este artículo se presenta el análisis completo de un solo caso de estudio (Hospital Pérez Carreño) incluyendo el plano original y actual, los cuadros sistematizados de los locales originales y actuales con su área de ocupación a fin de evidenciar los cambios en el tiempo y su adaptación al uso y al crecimiento. De los otros casos de estudio se presentan su descripción general y los planos actuales con la zonificación de áreas funcionales y al final se hacen comparaciones con los resultados de todos.

Cuadro 2  
**Agrupación de locales por áreas funcionales**

Áreas de tratamiento y observación	Cubículos de examen y tratamiento, consultorios, trauma shock, resucitación, triaje, sala de yeso, ventiloterapia, observación
Áreas de apoyo	Puestos de enfermeras, faenas, depósitos, aseo
Servicios auxiliares	Rayos X, TAC, laboratorio, farmacia, esterilización
Administración	Oficinas, control, admisión, seguridad, sala de reuniones
Áreas de personal	Dormitorio y estar de residentes, de enfermeras, de empleados, vestuarios, sanitarios
Áreas de pacientes	Estar de pacientes y familiares, sanitarios
Circulación	Corredores principales, pasillos internos, escaleras, hall de entrada.

Fuente: Cedrés de Bello.

## Análisis de cada caso de estudio

### Hospital Pérez Carreño - HPC

Es el principal hospital del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS), por lo que su población de servicio afiliada siempre fue la población trabajadora del país, hasta finales de los años noventa cuando se abrió para el público en general dada la insuficiencia de los otros hospitales de la ciudad para atender la demanda. Por su condición de hospital de los trabajadores, alberga un Centro de Rehabilitación que fue de los más modernos para el

tiempo de su construcción (1965), por lo que uno de sus servicios más destacados es el de Traumatología. Es centro de referencia nacional. Tiene una capacidad de 600 camas arquitectónicas y funcionales. Figura 2.

El departamento de emergencia tiene 3.000 m<sup>2</sup> de construcción de los cuales la emergencia de adultos ocupa 2.500 m<sup>2</sup> y la emergencia pediátrica 500 m<sup>2</sup>. El área de construcción inicial era de 2.500 m<sup>2</sup> pero en la última remodelación terminada en julio de 2007 se contempló una ampliación de 500 m<sup>2</sup> adicionales y una expansión de terrazas en áreas exteriores donde se ubicó la espera de familiares con sus servicios sanitarios. Figuras 3 y 4.

Figura 2  
Hospital Pérez Carreño. Caracas.  
Vista general  
y entrada a la emergencia.



Foto: [www.ultimasnoticias.com.ve/capriles/cadena-gl...](http://www.ultimasnoticias.com.ve/capriles/cadena-gl...) Foto: Sonia Cadrés, 2007.

Figura 3  
Hospital Pérez Carreño. Departamento de Emergencia.  
Planta 2004.



Figura 4  
Hospital Pérez Carreño. Departamento de Emergencia.  
Planta original 1965.



Fuente: Cadrés de Bello.

**Análisis del uso de los espacios**

Se midieron los planos correspondientes al diseño original y al proyecto en construcción y se agruparon todos los locales en áreas funcionales. Se aprecia la variación de las áreas netas y el cambio en las proporciones que ocupa cada área funcional por la incorporación de nuevos espacios y adopción de nuevas tecnologías. Cuadro 3.

El área neta de los locales (es el área libre entre las paredes que conforman el espacio) sumada al área de circulación (pasillos que conectan los locales) es lo que confor-

ma el área total del espacio ocupado, lo que se denomina el área bruta. Figura 5.

Comparando el uso del espacio en el diseño de 1970 y el uso para el año 2004 se observa lo siguiente:

- Aumento del área de tratamiento y su diversificación en áreas especializadas de triaje, trauma shock (politraumatizados), gineco-obstetricia, traumatología y cirugía. Se eliminó el servicio de caumatología (quemados).
- Se separaron las áreas de urgencia de las de emergencia.

Cuadro 3  
Hospital Pérez Carreño. Comparación del programa de áreas del diseño de 1970 y el proyecto de remodelación en ejecución en 2004.

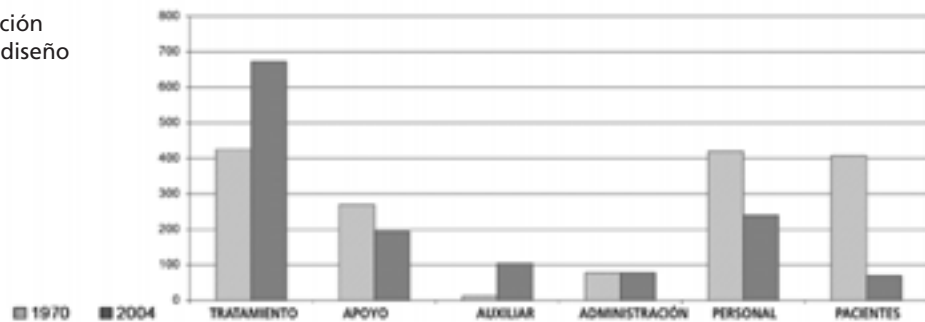
Programa de áreas (áreas netas)	1970		2004	
	unidades	m <sup>2</sup>	unidades	m <sup>2</sup>
Examen y tratamiento		426		672
Observación / recuperación	1	140	40 camas	312
Examen / triaje /tratamiento	2 consultorios	36	15 cubículos	95
Traumatología- yeso- cuarto oscuro	1	103	1	42
Caumatología	2	25	--	--
Ginecología- obstetricia	--	--	3 cuartos	70
Sala de parto séptica	--	--	1	18
Trauma Shock	--	--	5 cubículos	93
Quirófanos	4	122	1	28
Ventiloterapia	--	--	1	14
Área de apoyo		269		195
Puesto de enfermeras	--	--	3	38
Puesto de médicos	--	--	2	30
Faenas	3	46	11	67
Aseo	2	5	3	9
Depósito	8	85	3	51
Depósito de camillas y sillas de rueda	2	46	--	--
Disponibles	3	87	--	--
Servicios auxiliares		12		105
Rayos X + TAC + ultrasonido	--	--	4	89
Laboratorio	--	--	1	8
Farmacia	--	--	1	8
Esterilización	1	12	--	--
Administración		78		77
Seguridad	1	18	--	--
Archivo	1	20	--	--
Oficinas	--	--	1	14
Coordinación médica, secretaria Ofic.	--	--	4	44
Radiólogo				
Control de pacientes / admisión	1	40	2	19
Área de personal		420		240
Dormitorio de residentes/ enfermeras	6	70	6	155
Dormitorio de empleados	4	112	--	--
Estar de médicos	2	88	1	29
Estar de enfermeras/ pantry	1	32	1	19
Sanitarios- vestuarios medic. y empl.	11	118	12	37
Área de pacientes		407		70
Espera	2	298	--	--
Sanitarios	10	109	9	70
<b>Total área neta</b>		<b>1.612</b>		<b>1.360</b>

Fuente: Cedrés de Bello, 2006.



- El hall de entrada se convierte en hall de distribución y separa los flujos de diferentes grupos de pacientes.
- Puestos de enfermeras y médicos descentralizados, ubicados en cada área de tratamiento.
- En el esquema original el área dedicada a los cuartos de reposo del personal representaba un 25% del área neta, a la fecha de este estudio bajó a 17%. En el esquema anterior se contemplaba cuartos para choferes y empleados, médicos y residentes, para el año 2004 sólo se incluyeron el personal médico y de enfermeras.
- Se ubicaron 15 cubículos individuales separados por cortinas para examen y tratamiento; la solución inicial contemplaba áreas comunes con camas sin separación visual ni acústica.
- Se incorporaron servicios auxiliares que anteriormente no tenía, como laboratorio y equipos de imágenes propios para el servicio que incluyen: un tomógrafo, dos equipos de rayos X y uno de ultrasonido.

Figura 5  
Hospital Pérez Carreño. Variación de áreas funcionales entre el diseño de 1970 y el del año 2004.



Fuente: Cedrés de Bello.

Figura 6  
Hospital Pérez Carreño. Zonificación del espacio de la Emergencia de adultos por áreas funcionales

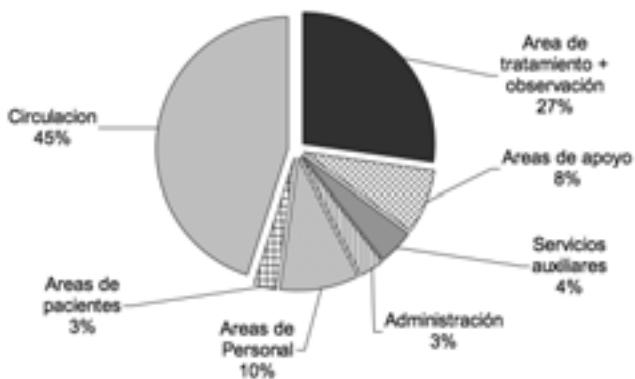


Fuente: Cedrés de Bello.

- Se sacaron las áreas de espera de familiares para el exterior en una terraza techada, con servicios sanitarios.
- El hall de entrada se redujo a un 40% del área original.
- Disminuyeron considerablemente las áreas de depósito. Figuras 6, 7 y cuadro 4.

Las circulaciones pertenecientes a los corredores internos de cada área funcional se sumaron al área de los corredores principales existentes, incrementándose el porcentaje de áreas de circulación de 35% a 45% del área bruta en el proyecto actual en relación al original.

Figura 7  
Hospital Pérez Carreño.  
Emergencia de adultos.  
Distribución del área total  
del espacio en áreas funcionales



Fuente: Cedrés de Bello.

Cuadro 4  
Hospital Pérez Carreño. Utilización del espacio por áreas funcionales.

Áreas funcionales	año 2004 m <sup>2</sup>	%
Área de tratamiento + observación	672	27
Áreas de apoyo	195	8
Servicios auxiliares	105	4
Administración	78	3
Áreas de Personal	240	10
Áreas de pacientes	70	3
Circulación	1.110	45
Área total (área bruta)	2.470	100

Fuente: Cedrés de Bello.

### Hospital Victorino Santaella - HVS

Está ubicado en la ciudad de Los Teques, en el centro de los altos mirandinos, zona de expansión del Área Metropolitana de Caracas. Su área inmediata tiene 234.254 habitantes, y recibe la influencia de la Carretera Panamericana que está en sus cercanías. Este hospital tiene capacidad arquitectónica para 400 camas y para el año 2004 tenía 220 camas funcionales presupuestadas.

El Departamento de Emergencia (DE), en el nivel sótano, ocupa 2.300 m<sup>2</sup> de los cuales la emergencia de adultos ocupa 1.830 m<sup>2</sup> y la pediátrica 470 m<sup>2</sup>, correspondientes a 80% y 20%, respectivamente, del área total, y

cuenta con entrada directa desde el exterior, debido a la inclinación del terreno que permite accesos directos a dos niveles (planta baja y sótano). Verticalmente está conectado con el resto del hospital a través de un cuerpo de ascensores ubicados en el corredor principal, tangencial a la emergencia. Figura 8.

El DE tiene un acceso con dos entradas separadas y contiguas, una para adultos y otra para niños, con esperas y recepciones separadas. En ambas emergencias, de adultos y niños, se ubica un área de triaje y de Atención Médica Inmediata (AMI), incluyendo ventiloterapia, con puesto de enfermeras y cubículos de tratamiento.



Pasando esta zona de AMI, se encuentra un pasillo transversal que comunica con cuatro corredores perpendiculares que separan las diferentes funciones en: áreas pediátricas, áreas de adultos con cuartos de tratamiento, sala de resucitación y trauma shock, un tercer corredor para traumatología, común para adultos y niños, y el último perimetral que conduce a la circulación vertical principal con ascensores y escaleras. A un extremo de este pasillo transversal se encuentran las facilidades para el personal médico y de enfermeras y el acceso a la morgue.

Al final de los corredores se encuentra otro pasillo transversal donde se ubican dos quirófanos de cirugía

menor, uno para pediatría y otro para adultos y se conecta con la circulación vertical hacia el resto del hospital a través del corredor perimetral. Todos los corredores tienen 2,40 m. de ancho.

El DE está recorrido por un corredor perimetral de circulación de material sucio que comunica los quirófanos y áreas de tratamiento por la parte posterior y conduce hacia la central de esterilización. En ese corredor se colocó en la última remodelación, en 2006, un baño para indigentes con facilidades para su aseo. Figura 9.

Figura 8  
Hospital  
Victorino Santaella.  
Fachadas



Fotos: Sonia Cadrés, 2005.

Figura 9  
Hospital Victorino Santaella.  
Zonificación del espacio de la Emergencia  
de adultos por áreas funcionales. 2004.



Fuente: Cadrés de Bello.

*Hospital Universitario de Caracas-HUC*

Ubicado dentro de la ciudad universitaria, hospital docente y de investigación con capacidad para 1.200 camas, inicialmente atendía pocas emergencias en el

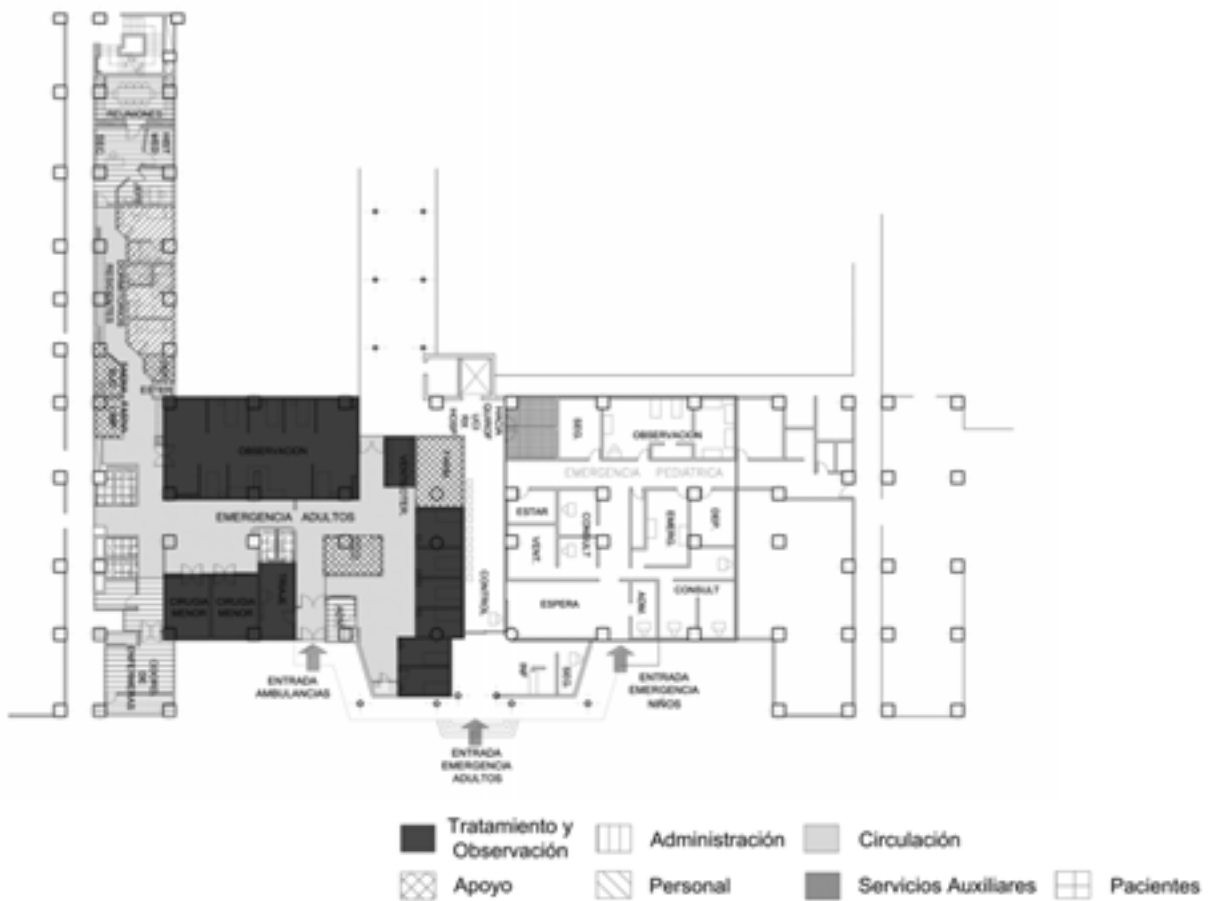
momento de esta investigación su demanda lo desbordaba. Fue remodelado y puesto en servicio con su nuevo equipamiento en 2009. Figuras 10 y 11.

Figura 10  
Hospital Universitario de Caracas.  
Fachada y jardín interno



Fotos: Sonia Cedrés, 2004.

Figura 11  
Hospital Universitario de Caracas. Zonificación del espacio de la Emergencia de adultos por áreas funcionales en 2004.



Fuente: Cedrés de Bello.

**Hospital Domingo Luciani-HDL**

Ubicado en El Llanito, al este de la ciudad, tiene una capacidad de 700 camas arquitectónicas y 600 funcionales. El departamento de Emergencia tiene un área de 1.460 m<sup>2</sup>, de donde la emergencia de adultos ocupa 1.160 m<sup>2</sup> (80%) y la emergencia pediátrica 300 m<sup>2</sup> (20%). Su área de influencia es de alrededor de 2.300.000 hab. proceden-

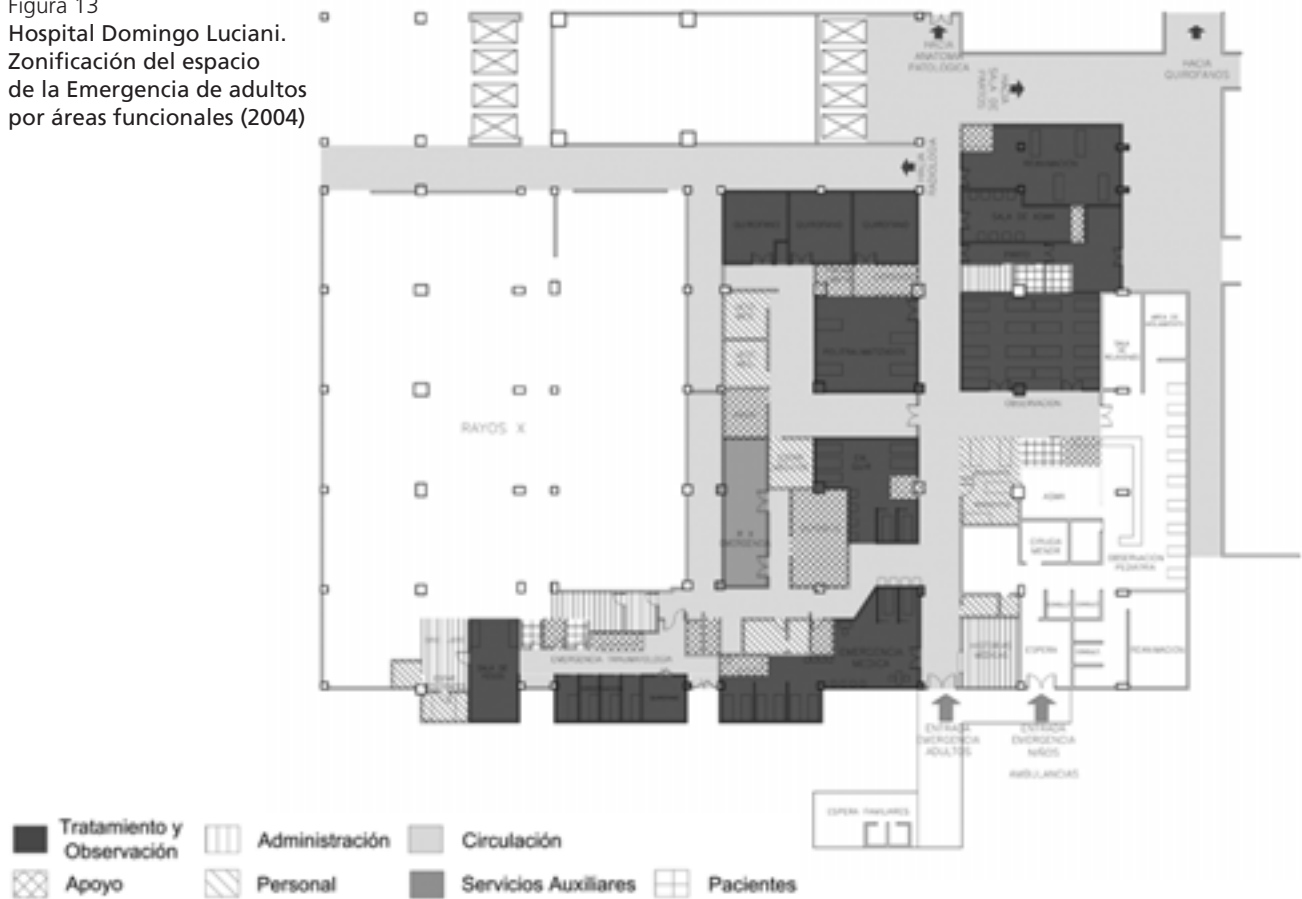
tes principalmente del Este de Caracas y de las poblaciones del municipio Sucre, Petare, Guarenas y Guatire del estado Miranda. Recibe muchos pacientes referidos de otros centros asistenciales de la zona así como de otros estados por ser un centro de trauma especializado. Posee un helipuerto ubicado en el estacionamiento al lado del Departamento de Emergencia. Figuras 12 y 13.

Figura 12  
Hospital Domingo Luciani.  
IVSS. Vista general, espera  
de familiares y acceso  
de la emergencia



Fotos: Sonia Cedrés, 2004.

Figura 13  
Hospital Domingo Luciani.  
Zonificación del espacio  
de la Emergencia de adultos  
por áreas funcionales (2004)



Fuente: Cedrés de Bello.

**Hospital José Gregorio Hernández-HJGH**

Llamado originalmente Hospital General del Oeste, ubicado en Los Magallanes de Catia, con una capacidad de 600 camas arquitectónicas y 400 funcionales, su área de influencia es la zona Oeste-Norte de la ciudad que comprende una zona muy populosa conformada por los barrios ubicados en los cerros aledaños.

El Departamento de Emergencia (DE) se extiende en una superficie de 1.100 m<sup>2</sup>, de los cuales la emergencia de adultos ocupa 810 m<sup>2</sup> y la pediátrica 290 m<sup>2</sup>, con un porcentaje de 74% y 26% respectivamente. Figuras 14 y 15.

Figura 14  
Hospital  
José Gregorio Hernández



Fotos: Sonia Cedrés, 2004.

Figura 15  
Hospital  
José Gregorio Hernández.  
Zonificación del espacio  
de la Emergencia de adultos  
por áreas funcionales (2004)



Fuente: Cedrés de Bello.

**Hospital Pérez de León-HPL**

Es un hospital de emergencias ubicado en el extremo este de la ciudad, en una zona muy populosa donde el índice de pobreza crítica es muy elevado.

Por su ubicación este hospital se convierte en centro de choque de emergencia para los Valles del Tuy y las poblaciones aledañas Guarenas-Guatire, en especial para

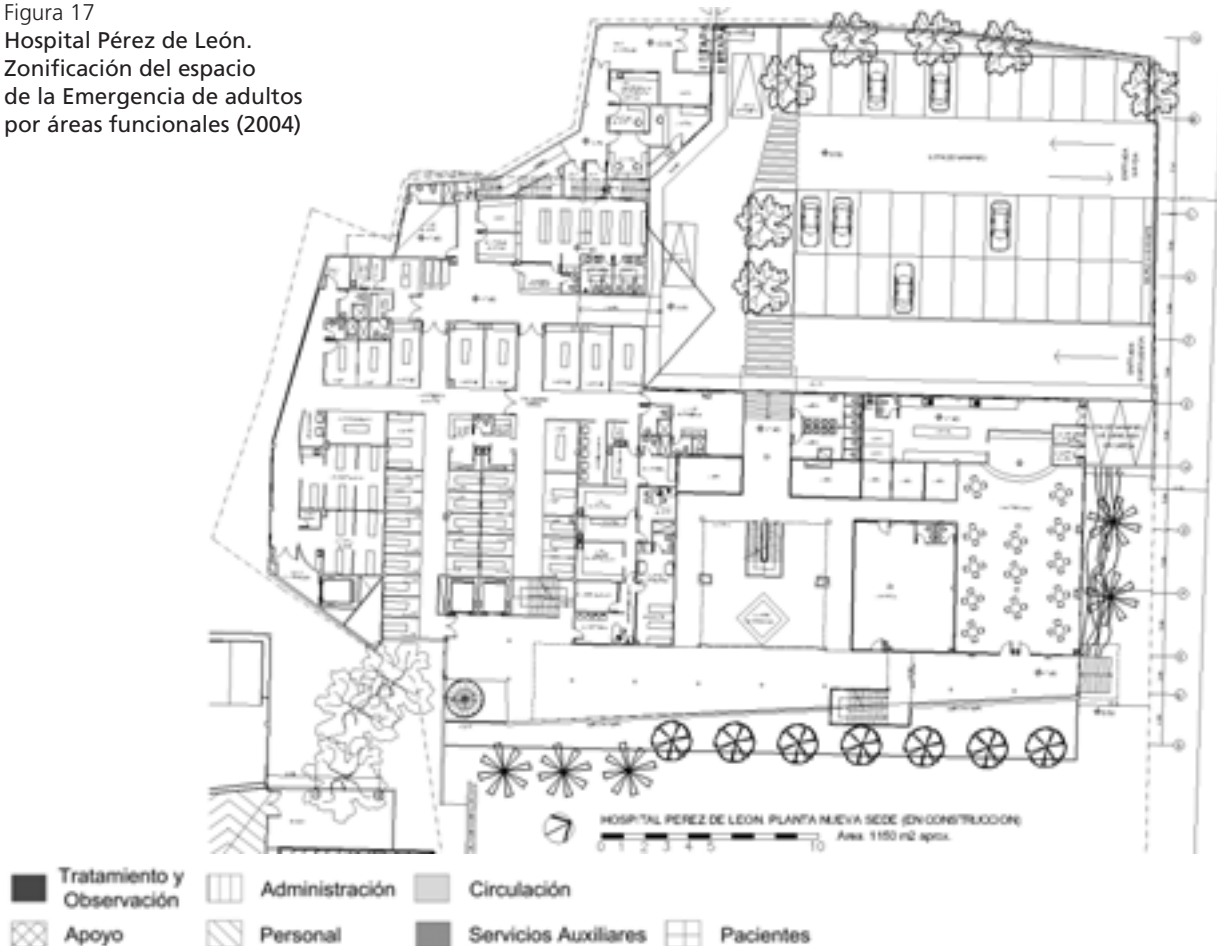
recibir un gran número de heridos por arma de fuego y accidentes de tránsito (Aurenty y Pérez, 2000). Una nueva sede del hospital está en construcción desde el año 2003 debido al colapso de la edificación actual a pesar de todas las remodelaciones y ampliaciones de que ha sido objeto. Este nuevo proyecto ha sido modificado y ampliado repetidas veces y aun en 2009 se está construyendo.

Figura 16  
Hospital Pérez de León.  
Petare. Nueva sede  
en construcción



Fotos: Sonia Cadrés, 2004.

Figura 17  
Hospital Pérez de León.  
Zonificación del espacio  
de la Emergencia de adultos  
por áreas funcionales (2004)



Fuente: Cadrés de Bello.

## Resultados

### Comparación de áreas y distribución entre los casos de estudio

Las áreas de los Departamentos de Emergencia de los casos de estudio están comprendidas entre 930 m<sup>2</sup> y 3.000 m<sup>2</sup>. Cuadro 5.

El área ocupada por las emergencias de adultos es significativamente mayor que el área ocupada por la emergencia pediátrica, varía entre 61% y 83%, y proporcional a la demanda de consultas de adultos, que representa entre 53% y 75% de la demanda total. Cuadro 6.

La relación entre número de puestos de tratamiento y de observación no guardan un patrón de referencia, en general tienen más puestos de tratamiento que de observación excepto en el caso del HPC con 26 puestos de tratamiento y 38 de observación.

Entre los hospitales reportados en las referencias bibliográficas y observados en visitas técnicas tenemos el caso del nuevo Hospital Clínico de Santiago de Compostela con 29 cuartos de tratamiento y 16 camas de observación; el hospital Sacred Heart en Pensilvania con 20 camas de tratamiento y 6 de observación. En cuatro hospitales finlandeses (Teikari, 1995) la relación es inversa, más camas de observación que de tratamiento, presentando una relación de camas de tratamiento *versus* camas de observación de: 8/15, 5/8, 9/15, 12/22. Cuadro 7 y figuras 18 y 19.

En el gráfico 19 se representa la distribución proporcional del área bruta entre las diferentes funciones en una forma comparativa entre los casos de estudio, observándose un área de circulación comprendida entre 30% y 45%, y el área de tratamiento entre 27% y 42%. Las circulaciones no están incluidas.

Cuadro 5  
Distribución del área bruta del DE en los diferentes casos de estudio

Hospital	Total m <sup>2</sup>	Área Bruta (ab)			
		Emergencia adultos ab	% del total	Emergencia pediátrica ab	% del total
HPC	3.000	2.500	83	500	17
HVS	2.300	1.830	80	470	20
HDL	1.460	1160	79	300	21
HUC	1.100	670	61	430	39
HJGH	1.100	810	74	290	26
HPL	930	730	78	200	22

Fuente: Cedrés de Bello, 2006.

Cuadro 6  
Data del área de la emergencia de adultos en los casos de estudio

Hospital	Área bruta ab (m <sup>2</sup> )	Área neta an (m <sup>2</sup> )	% Circulación	nº de *puestos de tratamiento	nº de puestos de observación	Total nº puestos **	m <sup>2</sup> ab/puesto <sup>3</sup>
HPC	2.470	1.360	45	26	38	64	38,6
HVS	1.830	1.097	40	30	14	44	41,6
HDL	1.160	752	35	31	20	51	22,7
HUC	670	470	30	18	5	23	29,1
HJGH	810	482	40	28	12	40	20,2
HPL	730	430	41	20	13	33	22,1

Fuente: Cedrés de Bello, 2006.

\* incluye área de resucitación, trauma shock, traumatología y ventiloterapia

\*\* puestos: incluye camas, camillas, sillas y sillones.

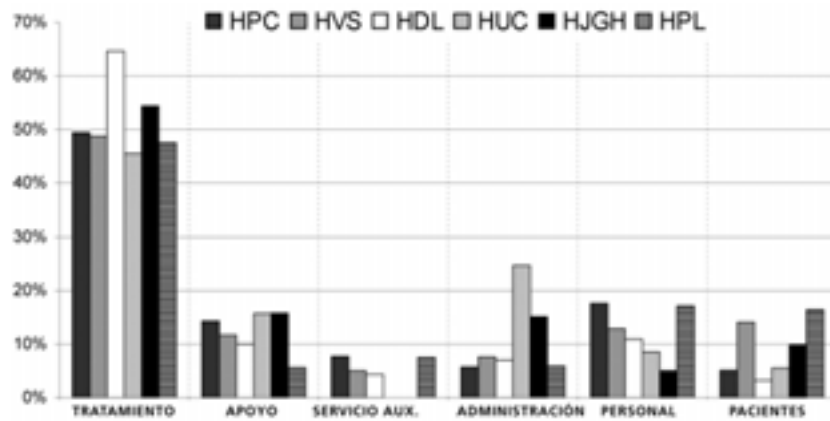


Cuadro 7  
Áreas netas de las áreas funcionales en las emergencias de adultos de los casos de estudio

Hospital	Áreas funcionales (áreas netas y %)											
	Tratamiento observación		Área de apoyo		Servicios auxiliares		Administrac		Áreas de personal		Áreas de pacientes	
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
HPC	672	49,4	195	14,3	105	7,7	78	5,7	240	17,6	70	5,1
HVS	534	48,7	128	11,7	55	5,0	83	7,6	142	12,9	155	14,1
HDL	486	64,6	75	10,0	32	4,3	53	7,0	82	10,9	24	3,2
HUC	214	45,5	74	15,7	0	0,0	116	24,7	40	8,5	26	5,5
HJGH	262	54,4	76	15,8	0	0,0	73	15,1	24	5,0	47	9,8
HPL	203	47,5	24	5,6	32	7,5	25	5,9	73	17,1	70	16,4

Fuente: Sonia Cadrés, 2006.

Figura 18  
Uso del espacio por áreas funcionales de la Emergencia de adultos, en los casos de estudio



**Áreas funcionales:**

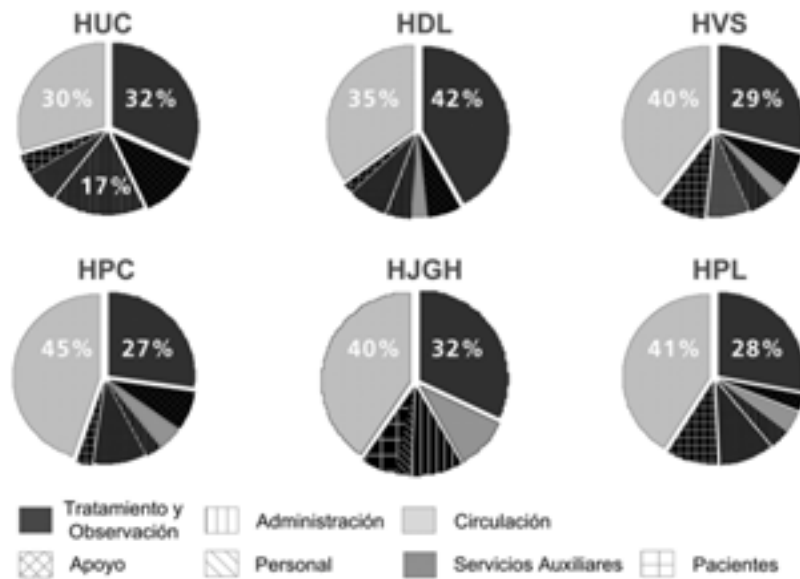
Tratamiento: examen y tratamiento, trauma shock, resucitación, ventiloterapia, observación  
 Apoyo: puestos de enfermeras, faenas, depósitos, aseo

Servicios auxiliares: farmacia, rayos x, laboratorio, esterilización  
 Administración: oficinas, control, admisión, seguridad, sala de reuniones

Personal: dormitorio y estar de residentes, de enfermeras, de empleados, vestuarios, sanitarios  
 Pacientes: estar de familiares y pacientes, sanitario

Fuente: Sonia Cadrés, 2006.

Figura 19  
Porcentajes de área bruta de las áreas funcionales en los casos de estudio



Circulación: 30% - 45%  
 Tratamiento: 27% - 42%

Fuente: Cadrés de Bello.

**Comparación de índices de utilización del espacio**

En nuestro país el indicador utilizado para medir el rendimiento de un departamento de emergencia es el número de pacientes atendidos, diario, semanal y anualmente (García Servén, 1993: 29) así como la indicación del tiempo de permanencia en el DE que no debe ser mayor de 24 horas (MSAS, 1993).

En la revisión bibliográfica internacional encontramos que en el campo de la planificación arquitectónica se utilizan índices para dimensionar y determinar el uso del espacio relacionando flujos de pacientes con m<sup>2</sup>, número de consultas/cubículo/año, tiempo de ocupación y concentración de usuarios en los distintos locales.

El número de puestos es un parámetro que hemos asumido en este análisis con una nueva visión para relacionar el número de usuarios que pueden ser atendidos con el área que ocupan, contemplando los diferentes mobiliarios que se usan en los DE de los casos de estudio para prestar tratamientos, como son: camas, camillas y sillones. Esta modalidad incluso ha sido recomendada en la literatura

por Schlimgen (1995) donde se sugiere utilizar una variedad de espacios para el tratamiento.

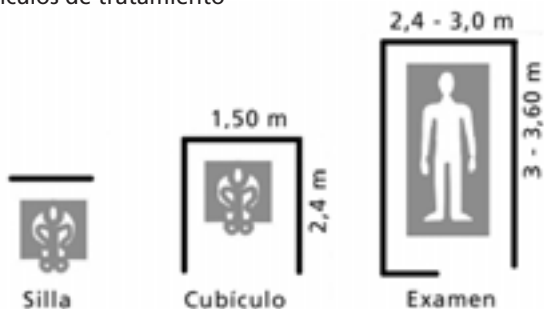
Grandes hospitales con un alto número de visitas al año como el hospital Holy Cross en Maryland, proveen variedad de espacios para tratamientos, unos tan pequeños como una silla en un área de espera donde el médico se puede sentar junto al paciente para una breve interacción.

En el Hospital San Lucas de NY (Schlimgen,1995) se usan cubículos pequeños (1,50 x 1,50 m.) con cortina y una silla. Figura 20.

El tiempo de permanencia es muy variado: se reportaron pacientes en el área de tratamiento del HUC esperando un cupo para hospitalización hasta por tres días, y pacientes en observación del HDL por semanas, pero los pacientes con asma se pueden dar de alta en 2 o 3 horas. En el HPL se reportó un tiempo de estancia de 1 hora por tratamiento de asma en 85% de los pacientes que consultan por esta causa, siendo ésta una de las patologías de más alta demanda.

El flujo diario de la emergencia de adultos se situó entre 350 y 450 pacientes/día. En un día muy congestionado se pueden atender hasta 500 pacientes en estos hospitales, con un ingreso a hospitalización desde la emergencia menor a 25%. El período de más afluencia de pacientes, con sus horas pico, son los lunes en la mañana y el de menos afluencia los domingos. Cuadro 8.

Figura 20  
Cubículos de tratamiento



Fuente: Sonia Cedrés.

**Comparación con otros hospitales**

Al comparar nuestros hospitales con diseños extranjeros se observa la densificación del espacio en número de puestos que triplica la ocupación del mismo como podemos observar en este ejemplo. Cuadros 9 y 10.

Cuadro 8  
Índices de utilización del espacio en los casos de estudio

Hospital (año de consultas)	Capacidad normal m <sup>2</sup> área bruta/ puesto	Capacidad congestionada m <sup>2</sup> área bruta/ puesto	m <sup>2</sup> área neta/ 1000 consultas/ año
HUC (2003)	29,0	13,4	7,8
HDL (2002)	22,7	16,8	15,3
HVS (2005)	41,6	nd	19,0
HPC (2005)	39,0	nd	11,8
HJGH (2004)	20,2	nd	19,0
HPL	22,0	nd	nd

Metodología según índices ingleses del Health Building Notes. HBN 22. nd: no disponible

Fuente: Sonia Cedrés, 2006.



Cuadro 9  
Comparación de  
distribución espacial

Tampere University Hospital *	Hospital Domingo Luciani. IVSS
Area: 1.487 m <sup>2</sup>	Área: 1.440 m <sup>2</sup>
Demanda: 34.537 consultas anuales (1991)	Demanda: 65.351 consultas anuales (2004)
Capacidad: 23 puestos	Capacidad: 70 puestos
Índice de utilización del espacio: 64 m <sup>2</sup> /puesto	Índice de utilización del espacio: 20 m <sup>2</sup> / puesto

Fuente: Teikari, Martii. 1995 Helsinki University of Technology. Institute for Health Care Facilities. Faculty of Architecture.

Cuadro 10  
Datos de planificación y uso del espacio de hospitales foráneos con DE de alta complejidad

Hospital	Capacidad visitas/año	Área bruta (m <sup>2</sup> )	Índice visita/ año/ m <sup>2</sup> área bruta	Cuartos de tratamiento	Distribución de las áreas de tratamiento
Newark Beth Israel Medical-center- Newark, NJ. (2003)	75.000 proyección 106.200	3.632	30	67	
Community Medical Center Toms River, NJ. (2005)	85.000 proyección 135.000	6.500	20	81	
Lankenaw Hospital. PA	45.000	1.900	23	26	Pto enferm descentr 18 tratamiento 2 resucitación 8 vía rápida
Saint Mary, Reno *	90.000	4.445	20	50	Cuartos abiertos y cerrados, multiuso
Indian River. FL *	55.500	3.000	18	36	2 trauma 2 triaje 4 gineco-obstetrica 1 traumatología 2 psiquiatría 2 aislamiento / respirat 21 examen privado
Tampere University Hospital.	34.537	1.487	23	23	Área tratamiento: 45% del área neta
Northwest Hospital. * Baltimore		2.700		38	Cuidados rápidos Dolor de tórax Pediatría Psiquiatría Observación Urgencias Emergencia
Brookhaven Memorial NY* Trauma Center nivel II	50.000	2.700	18	46	Puesto enferm central Áreas de tratamiento: Emergencia Trauma Dolor del tórax Psiquiatría Vía Rápida
Sacred Heart. PA		2.400		26	2 tratamiento grandes 11 cuartos agudos psiquiatría/ aislamiento 6 observación 6 vía rápida radiología
Sand Lake. FL *	72.000	3.900	18	44	13 vía rápida 6 observación 44 cuartos privados

\* Center for Health Design (2004-2005).

Fuente: elaboración propia con datos tomados de: Della Donna et al. (2002); Millar et al. (1995); Teikari (1995).

## Discusión de los resultados

A medida que los DE y salas de observación vayan creciendo y adaptando más tecnologías se convertirán en unos hospitales dentro del hospital, tal como ha sido señalado por Hauff y Lewis (1999) y su área crecerá igualándose a los índices de ocupación utilizados para el hospital general.

Nagasawa et al. (2000) indican que los hospitales generales japoneses tienen entre 60 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup>/ cama y los norteamericanos entre 100 m<sup>2</sup> y 120 m<sup>2</sup>/ cama. Gatermann y Labryga (1986) indican que los hospitales alemanes construidos entre 1965-1976 tenían 63 m<sup>2</sup>/ cama y los construidos entre 1977-1985 se hicieron con 86 m<sup>2</sup>/ cama mientras que los hospitales ingleses de 1980 exhiben valores de 50 m<sup>2</sup>-60 m<sup>2</sup>/ cama. Los hospitales de nuestros casos de estudio fueron planificados originalmente con índices entre 60 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup>/ cama (MOP, 1973). Por otro lado Gatermann y Labryga (1986) indican que los DE aumentaron su área en un 30% durante la década de los ochenta. De los DE analizados en la bibliografía los hospitales norteamericanos muestran índices entre 50m<sup>2</sup> y 90 m<sup>2</sup>/ cama y los finlandeses entre 40m<sup>2</sup> y 60 m<sup>2</sup>/ cama (en este caso el que tiene 40 m<sup>2</sup>/ cama sólo recibió 14.000 consultas anuales).

Los DE de los casos de estudio mostraron entre 20m<sup>2</sup> y 42 m<sup>2</sup>/puesto (entre camas, camillas y sillones); los resultados de la evaluación mostraron falta de espacio, la densificación de las áreas y la utilización de áreas mínimas en los locales. Estos DE, diseñados en los años sesenta, mostraron que habían crecido internamente con nuevos usos, adaptándose a la nueva normativa (MSAS, 1996), adoptando nuevas tecnologías, nuevos protocolos y programas docentes. Este crecimiento se hizo a expensas de las áreas de espera y circulaciones, y eliminando servicios auxiliares. Se comprobó que el área bruta no ha crecido significativamente desde el diseño original y paralelamente su demanda se ha multiplicado en una forma evidente.

Ante esta situación, se podría pensar que en la planificación de nuevos departamentos de emergencia, con el modelo de unidades de trauma, adoptando nuevas tecnologías e incluyendo áreas de atención inmediata, servicios auxiliares y unidades de observación se podrían utilizar índices entre 50m<sup>2</sup> y 60 m<sup>2</sup>/puesto. En nuestros casos de estudio los DE del Hospital Victorino Santaella y el Hospital Pérez Carreño son los que se aproximan a ese rango, con 42m<sup>2</sup> y 39 m<sup>2</sup>/ puesto, respectivamente.

## Análisis de la organización espacial

El esquema generalizado de las plantas de los casos de estudio es de forma reticular, con uno o dos corredores centrales que permiten atravesar el departamento y que está cruzado transversalmente de otros corredores de donde se conectan los diferentes ambientes o locales. Se analizaron y se compararon los componentes de este esquema como son: los locales tipo, los conectores como áreas de esperas, los accesos y las circulaciones.

Se destacan como espacios principales: los cubículos (boxes) de examen y tratamiento, las salas de observación diferenciadas por sexo, sala de trauma shock con 4-6 camas, quirófano de cirugía menor, salas de ventiloterapia, puesto de enfermeras y cuarto de descanso para personal de guardia y residentes. En algunos hospitales los cubículos de examen y tratamiento se encuentran diferenciados en áreas para emergencias médicas, quirúrgicas, traumatológicas, ginecológicas y obstétricas, en otros se utilizan cubículos genéricos para todas las especialidades. En algunos hospitales, de acuerdo a su especialización, las emergencias quirúrgicas se separan en cirugía de la mano, neurocirugía y cirugía con sus propios locales (HPC).

Salas de ventiloterapia, nebulización o terapia respiratoria para el tratamiento de pacientes con asma –entre las primeras causas de solicitud de atención– están ubicadas en espacios aislados, fuera de la visual del resto del departamento. Los puestos que se utilizan para el tratamiento son sillas y sillones. La disposición de las sillas, una al lado de la otra, organizadas en filas, una frente a otra fila, alrededor del cuarto, en forma perimetral o lineal, con las tomas de oxígeno en la pared. Estas salas pueden tener de 10 a 15 pacientes atendidos simultáneamente. Figura 22.

Áreas de espera de familiares: han sido las áreas que más han sufrido su reducción y eliminación para ser absorbidas por el crecimiento interno del servicio de emergencia. Las nuevas esperas están siendo ubicadas en áreas externas, lo cual permite la integración con jardines. En este ambiente las personas pueden decidir donde ubicarse y escoger sus propios niveles de privacidad. Estas áreas externas cuentan con servicios sanitarios y de alimentación. Es notorio que cada paciente viene acompañado de dos a tres familiares y amigos. Es común la presencia de pandilleros que amenazan la seguridad del lugar.

### Aprovechamiento del espacio

Uno de los criterios de diseño más importantes a utilizar en los departamentos de emergencias es la flexibilidad para el cambio de uso de los espacios, sobre todo en corredores y áreas de espera que permitan alojar cami-

llas o puestos de tratamiento en momentos de emergencia, de catástrofe o necesidad de aislamiento, tomando en cuenta el módulo espacial que permita colocar el mobiliario de una manera adecuada, y la ubicación de puertas que producen circulaciones que desaprovechan la capacidad del espacio. Figura 23.

Figura 22  
Espacios internos del DE  
Sala de ventiloterapia. HPC.  
Espera de familiares integrada  
a los jardines internos. HUC



Fotos: Sonia Cedrés, 2004.

Figura 23  
Cuarto de aislamiento y espera de triaje



Cuarto de aislamiento improvisado en una sala de espera, durante un brote de dengue. HVS.

Espera de triaje, atravesado de circulaciones y con poco espacio para colocación de sillas HJGH.

Fuente: Sonia Cedrés.

### Conclusiones y recomendaciones

Ante la evidencia del congestionamiento de los espacios con un índice de 20m<sup>2</sup> y 42m<sup>2</sup>/puesto se recomienda utilizar un índice de planificación para los nuevos Departamentos de Emergencia de 50m<sup>2</sup> a 60 m<sup>2</sup>/puesto de atención (cama, camilla o sillón).

Se realizó el levantamiento de los planos de los hospitales estudiados, sus proyectos originales con sus modificaciones en el tiempo, su distribución actual y listado de locales, capacidad y demanda, así como también sus datos de información básica, dando a conocer la diversidad de diseños y locales tipo<sup>4</sup>. Todos los casos de estudio tienen separadas las áreas críticas (urgencias: trauma shock,

resucitación) de las emergencias, y éstas a su vez separan las pediátricas, ginecológicas y traumatológicas y un área de tratamiento general. La diferencia básica está en áreas de tratamiento por especialidades médicas y quirúrgicas, o en la utilización de cubículos genéricos para todas las especialidades.

Se detectó la falta de privacidad en aras de la flexibilidad en el uso del espacio, aumento de la capacidad a expensas de las áreas de espera, el aumento de la inseguridad personal por el aumento de la demanda y de casos de pacientes víctimas de la violencia, convirtiendo en punto de conflicto el control del tránsito interno y de los accesos al departamento.

Teniendo una red de hospitales de emergencia en el Área Metropolitana se recomienda organizarlos por especialización para aprovechar la capacidad instalada, los programas de docencia, el personal y las características de su

demanda (ej: emergencias médicas, quirúrgicas, pediátricas, obstétricas y centros de trauma).

Por otro lado, pensamos que cuando se tiene un mejor conocimiento de las actividades que se realizan, de la organización de la institución, de los requerimientos de los usuarios y de las normas, se pueden sugerir nuevas formas de organización de los espacios que pueden conducir a una mayor eficiencia en el funcionamiento, a un mayor aprovechamiento del espacio y a producir ambientes más humanizados.

A través del diseño se puede mejorar la calidad de vida e incluso la calidad del momento de la muerte (teoría del Planetree<sup>5</sup>) y es responsabilidad ética de los arquitectos contribuir con la construcción de un hábitat que dignifique al ser humano, especialmente cuando se encuentra en la sala de emergencia de un hospital público.

## Notas

- 1 Los hospitales venezolanos están clasificados en 4 tipos que van del I al IV, según los servicios que prestan, su nivel de especialización, su cobertura poblacional y su capacidad física (MSAS, 1983). Según esta clasificación los hospitales tipo I y II prestan atención médica de nivel primario (medicina general, odontología) y secundario (medicina interna, pediatría, cirugía, obstetricia y ginecología). Los tipo I tienen entre 20 y 60 camas, y los tipo II entre 60 y 150 camas y un área de influencia hasta 100.000 hab. Los hospitales III y IV prestan servicios de atención médica en los tres niveles clínicos con todas las especialidades, son sedes de residencias de pre y postgrado y cumplen funciones de investigación, además de ser centros de referencia de los hospitales I y II. Los hospitales tipo III tienen un área de influencia de 400.000 hab. y una capacidad entre 150 y 300 camas. Los hospitales tipo IV tienen un área de influencia de 1.000.000 hab., prestan servicios con proyección regional, tienen más de 300 camas y pueden ser sede de una facultad de medicina y realizar actividades de investigación a todos los niveles.
- 2 Cedrés de Bello, S. Estudio evaluativo de las áreas críticas en Hospitales, financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV, proyecto N° 02-32-4341-1999 y 2001. En este estudio se realizó un análisis crítico integral de los departamentos de emergencia, relacionando su funcionamiento, uso del espacio, exigencias de habitabilidad, requerimientos de los usuarios, aspectos socioculturales, oferta y demanda. Ver también Cedrés de Bello, 2006.
- 3 El índice de utilización del espacio m<sup>2</sup> de área bruta /puesto hace referencia a la relación entre el espacio físico y su ocupación en número de camas o puestos de tratamiento. Es utilizado por el Department of Health and Social Security and the Welsh Office de Gran Bretaña en sus notas técnicas (DHSS, 1988).
- 4 Por razones de espacio, en este artículo se reseña sólo el caso de estudio del Hospital Pérez Carreño, los resultados aparecen tabulados y sistematizados en las tablas. La información completa se puede consultar en Cedrés de Bello, 2006. En el tiempo transcurrido desde el periodo de la investigación (entre el 2000 y 2004) hasta esta publicación, podemos mencionar algunos aspectos significativos: El Hospital Pérez Carreño culminó su obra de remodelación manteniendo el diseño realizado en el 2004 y fue puesto en funcionamiento en el 2008. El Hospital Universitario, fue remodelado con otro diseño, manteniendo su área de ocupación y puesto en funcionamiento en 2008. El Hospital Pérez de León, ha sufrido dos cambios de proyecto o aun en 2010 esta en obras.
- 5 Es una síntesis de conocimientos de aspectos sociales y de comportamiento de las personas, aplicadas al diseño (Gilpin y Schweitzer, 2003). El diseño, en el enfoque del Planetree, reconoce las experiencias humanas que ocurren en los hospitales, y su impacto en los pacientes, familiares y el personal. Reconoce la arquitectura como terapia complementaria, especialmente por su gran poder de formar el contexto para proporcionar un cuidado centrado en el paciente, también reconoce la importancia de símbolos (semiótica) y mensajes comunicados a través del diseño.

## Referencias bibliográficas

- ACS-American College of Surgeons (1999) Trauma Center Descriptions and their roles in a Trauma System. Chapter 2 in: Resources of the Optimal Care of the Injured Patient, en: www.facs.org.
- Aurenty, L. y Pérez, G. (2000) Heridas por arma de fuego en niños. Revista de la Sociedad Médico-Quirúrgica del Hospital Pérez de León. Vol 31- Nº 1, pp. 45-49.
- Carrero y Ottolino (2004) Características epidemiológicas de los pacientes que ingresan a la Unidad de Politraumatizados. Facultad de Medicina, UCV.
- Cedrés de Bello, S (2006) Departamentos de Emergencia. Análisis crítico de su planificación, diseño y uso en seis casos de estudio de hospitales de alta complejidad del Área Metropolitana de Caracas. Tesis Doctoral. Caracas, Instituto de Desarrollo-Experimental de la Construcción-Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Central de Venezuela.
- Center for Health Design (2004-2005) Architectural showroom. Healthcare design magazine. USA. www.healthcaredesign-magazine (consultas 2004-2005).
- Della Donna, V.; Fontanetta, J.; Levinson, D. (2002) A system of emergency care: strategic decisions for Emergency Departments in the Saint Barnabas Health System. Proceedings Conference ED, Evolving Design of the Emergency Department. AIA, Academy of Architecture for Health. Boston: 99-112.
- DHSS (1988) Accident and Emergency Department, Health Building Note, HBN 22 Department of Health and Social Security and the Welsh Office. Gran Bretaña.
- García Servén, J. R. (1993) Indicadores de gestión para establecimientos de atención médica. Editorial Disinlimed C.A. Caracas.
- Gatermann H.E. y Labryga F. (1986) Grundflaechen in Akutkrankenhausern, Technische Universitaet Berlin, en: Rossi Prodi, F. e Alfonso Stocchetti(1990) L'architettura dell'ospedale. Alina Editrice. Firenze
- Gilpin, L. y Schweitzer, M. (2003) Twenty five years of Planetree design. Healthcare Design Magazine. 09
- Hauff, W. and Lewis, L.(1999) Emergency! Rescuing the Emergency Department through Reengineering and Design. Proceedings of International Conference & Exhibition on Health Facility Planning, Design and Construction. American Society for Healthcare Engineering. March. Tampa. FL.
- Liuzzi, J.F. y Sucre T. (1998) Muertes prevenibles en pacientes traumatizados. Tesis de especialista en Cirugía. Hospital Domingo Luciani. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela.
- Miller, Richard and Swensson, E. (1995) New Directions in Hospital and Healthcare Facility Design. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Ministerio de Obras Públicas (1973). Arquitectura para la Salud 2a Parte. Revista Arquitectura e Ingeniería. Caracas. Pag. 35-45.
- Ministerio del Poder Popular para la Salud (2007) Establecimientos hospitalarios adscritos al Ministerio de Salud (MS) según tipo, ubicación, dirección, fecha de inauguración, número de camas, director y teléfonos. Venezuela 2007. Documento.
- MSAS-Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (1996) Normas que establecen los Requisitos Arquitectónicos y de Equipamiento para Establecimientos de Salud Medico-Asistenciales. Servicio de Emergencia. Publicado en Gaceta Oficial No. 465-96 de fecha 13 de Noviembre
- MSAS-Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (1993) Reglamento de Emergencia y Medicina Crítica. Publicado en Gaceta Oficial No. 284.598 de fecha 21 de Mayo.
- MSAS-Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (1983) Normas sobre clasificación de establecimientos de atención médica del sub-sector público. Publicado en Gaceta Oficial nº 32650 de fecha 20/01/83.
- Nagasawa, Y.; Sprague, J. and Oka, Y. (2000) Health facility design in Japan, past, present and future. Symposium on Healthcare design. Nashville.
- OCEI-Oficina Central de Estadística e Informática, 1992;
- OCEI-Oficina Central de Estadística e Informática (2000) Censo poblacional. Venezuela.
- Rodríguez Montalvo, Viteri, Vivas, Ottolino (2003) Manejo del paciente traumatizado. Editorial Básica. Caracas.
- Sanabria, Tomás (2004) La emergencia en el sector privado: Centro Médico de Caracas. Ponencia en Jornadas de Organización y gestión de la emergencia intra y extra hospitalaria. Asociación Venezolano Francesa de Ciencias de la Salud. Caracas.
- Schlimgen, Jennifer (1995) New findings for emergency departments. Proceedings of Conference on Health facilities planning and design. American Society of Hospital Engineering (ASHE). Tampa. FL, p: 241-257
- Teikari, Martii. (1995) Hospital Facilities as Work Environments: Evaluation study in the Operating, Radiology and Emergency Departments in Seven Finnish General Hospitals. Helsinki University of Technology. Faculty of Architecture. Research Institute for Health Care Facilities. Research Publications.

XXVIII IV XXXXVIIIX

# IDEDEC

06, 07 y 08  
de julio  
de 2010

## JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

Homenaje al Prof.  
**Henrique Hernández**  
(1930-2009)

35 años  
Instituto de Desarrollo Experimental  
de la Construcción

25 años  
Revista Tecnología y Construcción

Información: P. B. Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Central de Venezuela.  
Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas.

Teléfonos:  
(58-212) 605. 20. 48. Fax: (58-212) 605. 20. 48  
[www.fau.ucv.ve/idec](http://www.fau.ucv.ve/idec) [idec@idec.arq.ucv.ve](mailto:idec@idec.arq.ucv.ve)





## Pavimentación con Adocretos, una tecnología amistosa con el medio ambiente

Pedro Andrés Orta Amaro

Facultad de Construcciones de la Universidad Central de Las Villas-UCLV, Santa Clara, Cuba

### Resumen

En este artículo se propone una tecnología de pavimentación que se considera sustentable, para diseñar y construir pavimentos de las vías urbanas de nuevas urbanizaciones, ampliación de áreas perimetrales de las ciudades y otras vías de comunicación terrestres, factible de emplear en países depoc odes arrollotec nológico. La tecnología propuesta permite realizar tanto el diseño de la estructura del pavimento hecho con esas piezas prefabricadas de concreto denominadas: Adocretos, acorde con el tráfico imperante, así como también las técnicas a cumplir para su racional construcción, usando materiales locales, pudiendo alcanzarse bajos costos en comparación con las tecnologías usualmente empleadas, todo lo cual permite clasificar a esta tecnología como sustentable. En el trabajo se resume la experiencia de la aplicación práctica tanto del procedimiento de diseño como constructivo en varios lugares de la región central de Cuba.

### Descriptor

Pavimentación de carreteras, tecnología de pavimentación de carreteras con Adocretos.

### Abstract

*This paper have one propose of technology for design and construction pavement with adocretos for repairing urban ways, new ways in urban areas and other many type of ways. The application this technology is possible by personal not qualification, not use of special machines and using local materials and very much economical than traditional technologies, because this reason could be considerate as sustainable and propose your utilization in countries with low development.*

### Descriptors

*Roads pavement, technology of pavement with Adocretos.*

La mayor parte de la red de carreteras y vías urbanas del mundo ha sido construida empleando pavimentos flexibles para aprovechar los cementos asfálticos que se generan como subproductos en el proceso de refinamiento del petróleo y en mucha menor medida usando los pavimentos rígidos, hechos con hormigón hidráulico.

Generalmente la aplicación de estas tecnologías de pavimentación requieren del empleo de cuantiosos y costosos recursos (plantas de asfalto, centrales de producción de concreto, equipos de transportación, pavimentadoras asfálticas, pavimentadoras de encofrados deslizantes (*slip form pavers*) para la fabricación de estos pavimentos, el empleo de materiales de alto consumo energético como el cemento Portland (The World Watch Institute, 2007, p.190), áridos (piedras, arenas, polvo de piedras) para su elaboración y la contratación de empresas especializadas que rechazan la realización de estos trabajos cuando son pequeños, los que en su generalidad generan impactos ambientales negativos y de consideración, que deben ser eliminados o al menos atenuados o minimizados. Ante tal situación, es necesario la búsqueda y empleo de tecnologías alternativas que puedan ser clasificadas como amistosas con el medio ambiente, sustentables o menos impactantes, para poder pavimentar las calles de las nuevas urbanizaciones, reparar y ampliar la red vial existente en las ciudades, construir parques o estacionamientos en hoteles, puertos, fábricas, construir plazas en ciudades y otras vías de comunicación terrestres, sobre todo

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 25-III | 2009 | pp. 47-58 | Recibido el 27/11/08 | Aceptado el 29/06/09

en aquellos países de menor desarrollo tecnológico y con escasos recursos financieros.

Una de estas tecnologías es la Tecnología de Pavimentación con Adocretos, piezas de hormigón o concreto de diferentes formas, dimensiones, texturas y colores, las cuales se colocan en la capa de superficie de este tipo de pavimento semi-rígido y pueden fabricarse localmente de forma artesanal o industrialmente. Esta tecnología tiene como principal ventaja el posible empleo de materias primas y fuerza de trabajo local no especializada, el empleo para su elaboración de equipos de pequeño tamaño y costo (Máquinas Bloqueras Adoquineras), lo que permite sustituir las variantes tecnológicas mecanizadas de alto rendimiento y costo, como las antes mencionadas, la mano de obra especializada, mayor utilización de materiales locales, todo lo cual hace posible reducir los costos y minimizar el impacto ambiental, en comparación con las tecnologías de pavimentación más usualmente empleadas en la construcción de pavimentos. Por esas razones se ha experimentado un auge en el uso de la tecnología de construcción de pavimentos con adocretos en países desarrollados como Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Holanda, Australia, etc., aunque la misma se emplea hace decenas de años en numerosos países latinoamericanos: Argentina, Perú, Nicaragua, Colombia, Costa Rica, etc. En otros países del área no se utiliza suficientemente, como es el caso de Cuba, donde desde hace pocos años se ha empleado en la construcción de las vías interiores de obras turísticas, en hoteles, en nuevas urbanizaciones, en la ejecución de plazas, parqueos, etc., dadas las cualidades y ventajas antes mencionadas, así como por la existencia en el mercado cubano de máquinas bloqueras-adoquineras (CIDEM, 2002), las cuales permiten producir dichas piezas con la requerida calidad y con buen rendimiento.

El pavimento de Adocreto es una estructura compuesta por varias capas de diferentes materiales que se apoyan sobre la capa de coronación de la sub-rasante de los terraplenes o de las explanadas. La misma está conformada por la capa de superficie conformada a su vez por los adocretos que se asientan sobre una camada de arena gruesa; la capa de base y la de sub base, generalmente hechas con suelos locales. Como toda estructura de pavimento debe asegurar el tránsito vehicular en toda época del año. La estructura de los pavimentos de Adocreto no posee un comportamiento rígido ni tampoco flexible, por lo que se considera poseen un comportamiento semi-rígido,

lo cual hace complejo el procedimiento de diseño estructural, lo que se simplifica con la propuesta de diseño presentada en este artículo. Finalmente se proponen las técnicas de construcción a emplear tanto en zonas rurales como urbanas haciendo uso correcto de esta tecnología.

El *campo de acción* de la tecnología de pavimentación que se propone puede considerarse amplio, ya que se puede emplear tanto para la construcción como para la conservación (mantenimiento y reparación) de carreteras rurales y urbanas, de zonas de estacionamiento o parqueos, en plazas, en las vías urbanas de las ciudades, tanto en su centro histórico como en su periferia, así como en las vías de acceso o conexión a las mismas.

El problema científico a resolver consiste en la pavimentación de nuevas carreteras rurales y urbanas, de las calles de las nuevas urbanizaciones o la ampliación de las existentes, de zonas de parqueo, de plazas, de acometer reparaciones o mantenimientos a las vías existentes, etc. mediante el empleo de una tecnología menos impactante con el medio ambiente natural, en comparación con las tradicionalmente empleadas.

La *hipótesis* entonces es que si se emplea la tecnología de pavimentación con Adocretos propuesta, se pueden realizar tales trabajos de una manera más sustentable o amistosa con el medio ambiente, por el hecho de emplear materiales y mano de obra local (que no requiere alta calificación, sólo una mínima asesoría técnica), un menor consumo energético al usar equipos que pueden ser accionados por energía eléctrica e incluso manualmente, lo que representa una ventaja si se compara con los generalmente utilizados por las empresas constructoras, garantizando no obstante la requerida calidad de estos trabajos.

Los *objetivos específicos* a cumplir son los siguientes:

1. Divulgar las características, ventajas y especificaciones constructivas generales de la tecnología de pavimentación con Adocretos.
2. Argumentar que esta tecnología de pavimentación tiene menor impacto sobre el medio ambiente que las usadas generalmente por las empresas constructoras.
3. Proponer una metodología o procedimiento de diseño simplificada de la estructura de los pavimentos de adocreto.
4. Proponer procedimientos constructivos a cumplir para pavimentar vías rurales, urbanas y sub urbanas con esta tecnología de pavimentación.



## Desarrollo

La tecnología de pavimentación con Adocretos se basa en la fabricación de piezas de hormigón de diferentes formas, dimensiones, texturas y colores denominadas adocretos (ver más adelante cuadro 1), que pueden ser elaboradas tanto industrialmente como de manera artesanal empleando máquinas bloqueras-adoquineras<sup>1</sup> como la que se puede apreciar en la foto 1.

Estas máquinas, que pueden ser accionadas manualmente o con energía eléctrica, son producidas por la Industria Mecánica Cubana, específicamente en Planta Mecánica de Santa Clara, provincia de Villa Clara, desarrolladas por el Centro de Investigación y Desarrollo de los Materiales (CIDEM) de la Facultad de Construcciones de la Universidad Central de Las Villas-UCLV, las cuales poseen buen rendimiento y aseguran una calidad satisfactoria, se utilizan en Cuba en varias provincias fundamentalmente para el desarrollo de nuevas urbanizaciones y han sido exportadas a varios países del mundo (Nicaragua, Ecuador, Paquistán, etc.).

Para que esta tecnología de fabricación de los adocretos sea amistosa con el medio ambiente se debe tratar de utilizar la mayor cantidad de materias primas o materiales locales (arena, piedras), así como fuerza de trabajo local que no requiere de alta calificación. La no utilización de equipos especializados como los usados generalmente por las grandes empresas para acometer estas labores, equipos generalmente caros, con alto consumo de combustible y contaminadores del medio ambiente (Centrales de Hormigón, Plantas de asfalto, Pavimentadoras, etc.) sumada al posible uso de materiales y mano de obra local antes citado, hacen que en términos comparativos se pue-

Foto 1  
Máquina Bloquera-Adoquinera de accionamiento eléctrico o manual produce 400 piezas por 8 horas



Fuente: <http://www.mundoanuncio.com>

da afirmar que esta tecnología es más amigable o amistosa con el medio ambiente.

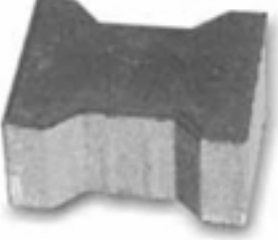


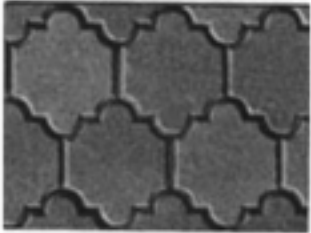

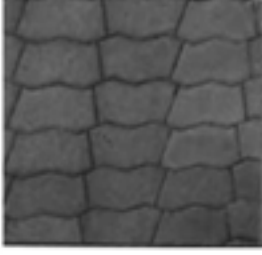
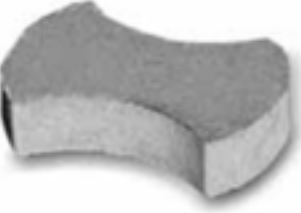



Como se aprecia en el cuadro 1, se pueden lograr piezas de diferentes formas, texturas y colores en las superficies, asegurándose la necesaria trabazón horizontal entre las mismas. En Cuba el tipo en forma de I (el primero de los mostrados) es el más utilizado en los viales interiores, vías de acceso a hoteles y otras edificaciones, la pavimentación de urbanizaciones, etc., que se ejecutan en la actualidad.

Esta tecnología puede ser usada también en la pavimentación de las vías interiores de las estaciones de servicio o gasolineras, de las terminales de ómnibus y de trenes, en las plazas públicas, en los parqueos de hoteles, en las zonas de carga y parqueo en los puertos, en los patios de las fábricas, en los denominados "taxi way" o caminos de circulación de los aeropuertos, etc., lo que demuestra sus amplias posibilidades de aplicación.

## Ventajas del empleo de los pavimentos hechos con Adocretos

- Los Adocretos son piezas prefabricadas que se producen con un equipo sencillo, la máquina bloquera-adoquinera, la cual tiene un precio asequible y muy inferior a las maquinarias usualmente empleadas, por lo que no se precisa poseer un gran capital inicial para realizar los trabajos.
- No se requiere de maquinarias especializadas como: plantas o centrales de elaboración de hormigón o concreto, plantas de asfalto, extendedoras de hormigón (*slip form pavers*), pavimentadoras asfálticas, etc. que son muy costosas y tienen un alto consumo de combustibles.
- Los adocretos se pueden elaborar de forma manual cerca de la obra reduciéndose así notablemente los costos de elaboración y de transporte, así como el impacto ambiental al elaborar y transportar el concreto y las piezas una vez fabricadas.
- Como los adocretos son piezas prefabricadas, el pavimento puede ser abierto al tránsito inmediatamente después de colocados.
- Su colocación no requiere de grandes gastos ya que puede ser realizada por una cuadrilla de hombres de la propia localidad, entrenados en la tarea de colocarlos manualmente, haciendo uso de utensilios de trabajo sencillos.

Cuadro 1  
Distintos tipos de adocreto y terminaciones que se logran con su empleo

Tipos de adocreto	Terminaciones que se logran
<p>En forma de I</p> 	
<p>Árabe</p> 	
<p>Eme</p> 	
<p>Hacha</p> 	
<p>Romano</p> 	

- En caso de tener que realizar reparaciones parciales en los servicios de agua potable, de alcantarillado, etc., se extraen los adocretos necesarios en el área o zona a intervenir, y al concluir los trabajos se pueden reponer en poco tiempo, logrando una rápida apertura al tránsito, es decir, ahorrando tiempo, dinero y molestias a los vecinos y usuarios de dichas vías de comunicación.

Es una tecnología más amistosa y menos impactante con el medio ambiente, si se compara con las demás variantes de pavimentación.

**Materiales utilizados para la producción de Adocretos**

**Para la capa superior o superficial:**

Para la de desgaste o rodadura se fabrican los adocretos con concreto hidráulico hecho manualmente de manera previa, usando cemento Pórtland, áridos (granitos, arena) y agua, empleando las máquinas bloqueras-adoquineras (mostrada más arriba), las que realizan su vibrado y prensado pudiendo llegar a alcanzar resistencias a compresión entre 20 MPa y 25 MPa (entre 200-250 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días. Es importante destacar que pueden ser usadas otras dosificaciones de mezclas que aseguren resistencias diferentes a las antes mencionadas, con miras a reducir

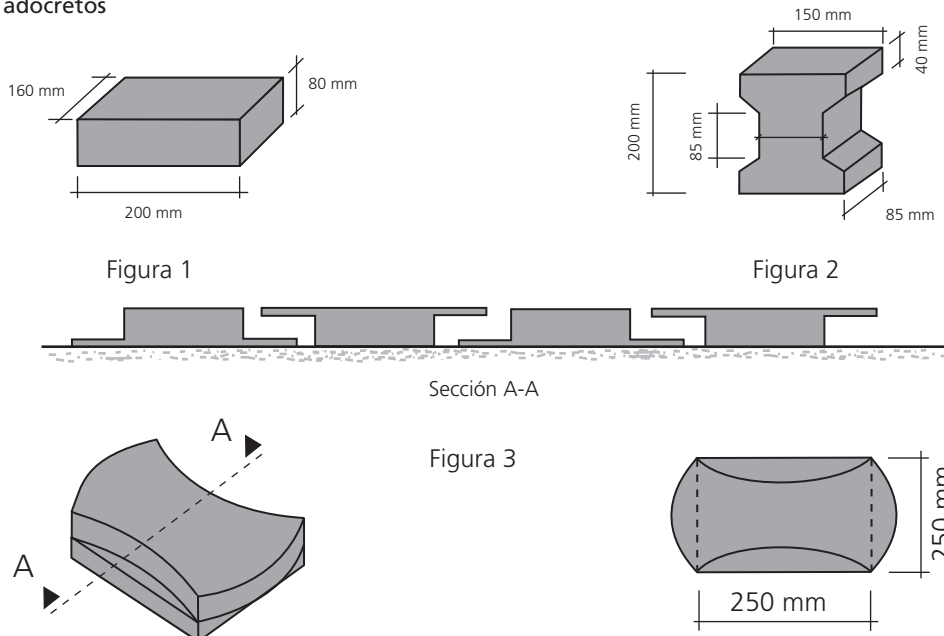
los costos de su producción en función del tipo o categoría de tránsito predominante o de las exigencias del proyecto, lo que evidentemente no se aborda en este trabajo por ser uno de los aspectos que conforman el *Know How* de esta tecnología.

Los adocretos mostrados en el cuadro 1 se pueden clasificar en tres grandes grupos que se ilustran en los gráficos 1 y 2:

- Piezas sin trabazón horizontal (paralelepípedos rectangulares como el de la figura 1 del gráfico 1).
- Piezas con trabazón horizontal, pero de varias formas y dimensiones como la de la figura 2 del gráfico 1 y otras mostradas en el cuadro 1.
- Piezas con trabazón horizontal y vertical o intertrabadas (ver figura 3 en Isométrico, en Planta y Sección A-A del gráfico 1).

Estas últimas son las más aconsejables para pavimentos con tráfico muy pesado o cargas estáticas como las de zonas de parqueo en los puertos, patios de las industrias, etc., ya que se garantiza un trabajo de conjunto de las piezas afectadas, aportando por tanto una mayor resistencia ante dichas cargas.

Gráfico 1  
Grupos de adocretos



Fuente: "Pavimentos de Bloques (Adoquines) de Hormigón: su aplicación a diferentes obras del tipo vial", en Colombo, 2000.

**Capa de Asiento:**

La capa de asiento de los adocreto debe tener un espesor uniforme entre 2 y 4 cm, y se realiza con arena gruesa que cumpla con las siguientes exigencias:

No estar contaminada con tierra vegetal u otros desechos.

Poseer una granulometría como la que se especifica en el cuadro 2.

También se requiere para esparcir arena fina sobre la superficie de los Adocreto, una vez colocados y compactados, con la finalidad de rellenar las juntas existentes entre los mismos. La arena fina debe cumplir con la granulometría que se muestra en el cuadro 3.

**Materiales granulares a usar en las capas de base, sub base y sub-rasante**

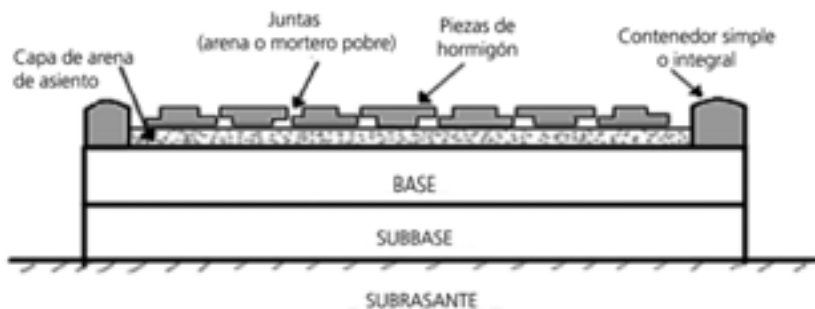
Las capas de suelo granular que deben emplearse para formar las capas antes mencionadas deben cumplir con las exigencias fundamentales que se proponen en el cuadro 4.

El consumo de materiales dependerá del tipo y de las dimensiones de la pieza de Adocreto y del diseño de la mezcla del concreto hidráulico que se haya decidido usar. No obstante, para tener una noción sobre el consumo de materiales para un caso específico, se plantea a continuación un ejemplo tomado de Orta Amaro (2004) para tener nociones preliminares de dicho consumo:

**Consumo de Materiales**

Considerando piezas o adocreto como los de la figura 3 del gráfico 1 (inter trabados) y cuadrados (de 0,25m x 0,25m), significa que se emplean 16 adocreto por cada metro cuadrado de superficie, lo que implica un consumo de materiales como el que se muestra en los cuadros 5 y 6.

Gráfico 2  
Sección Transversal Típica de la estructura de pavimento de Adocreto de una vía urbana



Fuente: "Pavimentos de Bloques (Adoquines) de Hormigón: su aplicación a diferentes obras del tipo vial", en Colombo, 2000.

Cuadro 2  
Granulometría de la arena para la capa de asiento

Tamiz	3/8	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
% pasa	100	35 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	5 - 15	0 - 10

Fuente: Colombo, 2000.

Cuadro 3  
Granulometría de la arena fina para esparcir sobre los Adocreto para rellenar las juntas

Tamiz	3/8	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100
% pasa	100	95 - 100	95 - 100	90 - 100	80 - 100	20 - 50	0 - 15

Fuente: Colombo, 2000.

Cuadro 4  
Exigencias a cumplir por los suelos a usar en estas capas

Exigencias principales	Sub-rasante	Sub base	Base	Tipo de Ensayo
C.B.R.	2% (mínimo)	15% (mínimo)	20% (mínimo)	ASTM D 1833-73
% que Pasa el Tamiz # 200	< 35%	25% (máximo)	10% (máximo)	ASTM D1140
Límite líquido (LL)	34 (máximo)	25% (máximo)	25% (máximo)	ASTM D423
Índice Plástico(IP)	> (0.6LL - 9)	10% (máximo)	6% (máximo)	ASTM D424
Grado de Compactación	90% (Mínimo)	95% (mínimo)	98% (mínimo)	AASHTO T 180

Fuente: elaboración propia tomando como referencia las normas ASTM y AASHTO de Estados Unidos para así precisar cuales exigencias deben cumplirse por los suelos empleados en la capa de coronación de la sub-rasante, la sub base y la base, especificándose la resistencia de la sub-rasante, sub base y base o Índice de Resistencia de California (CBR), los Límites de Atterberg o de Plasticidad de los suelos, los ensayos Próctor para medir el grado de compactación y las especificaciones granulométricas referidas al % de material fino indeseable que pasa por el tamiz N° 200, parámetros esenciales que permiten asegurar la calidad de los suelos a usar en cada capa.

Cuadro 5  
Consumo de materiales por adocreto inter trabado (de 0,25 x 0,25) con distintos espesores

Dimensiones del Adocreto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cemento Pórtland P-250 (sacos)	Arena (m <sup>3</sup> )	Gravilla (m <sup>3</sup> )
0.25. 0.25. 0.06	0,00375	0,0266	0,0018	0,00315
0.25. 0.25. 0.08	0,00500	0,0355	0,0024	0,00420
0.25. 0.25. 0.10	0,00625	0,0443	0,0030	0,00525
0.25. 0.25. 0.12	0,00750	0,0532	0,0036	0,00630

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6  
Consumo de materiales por metro cuadrado de área a pavimentar, según tipo o categoría del tránsito, para los Adocreto Inter trabados

Categoría del Tránsito	Dimensiones del Adocreto (m)	Consumo por m <sup>2</sup>		
		Cemento (sacos)	Arena(m <sup>3</sup> )	Gravilla (m <sup>3</sup> )
Ligero	0.25. 0.25. 0.06	0,4256	0,0288	0,0504
Medio	0.25. 0.25. 0.08	0,5680	0,0384	0,0672
Pesado	0.25. 0.25. 0.10	0,7088	0,0480	0,0840
Muy pesado	0.25. 0.25. 0.12	0,8512	0,0576	0,1008

Fuente: elaboración propia.

#### *Maquinarias e instrumentos a emplear*

El empleo de instrumentos de trabajo y de maquinarias en esta tecnología de pavimentación con adocreto se reduce esencialmente a la utilización de la Máquina Bloquera-Adoquinera para producir las piezas o adocreto de la camada superficial, ya que el concreto u hormigón se debe elaborar manualmente con utensilios simples como vagones y palas.

Para las camadas inferiores de base y sub base se usan los equipos de movimiento de tierra comunes, de manera similar a las demás variantes tecnológicas empleadas tradicionalmente. No obstante, para precisar el uso de estos medios, a continuación se especifican las maquinarias y utensilios de construcción a utilizar en esta tecnología de pavimentación, con base en las experiencias de su empleo (Orta Amaro, 2002):

- Vagones y palas para elaborar el hormigón hidráulico, previamente, de manera manual.
- Máquina Moldeadora - Prensadora Hidráulica o Máquina Bloquera-Adoquinera.
- Carretillas o vagones para el traslado de los Adocreto y los materiales para producir el concreto.
- Zarandas artesanales o criollas para tamizar los áridos requeridos para la elaboración del concreto.
- Escobillones para esparcir la arena fina sobre los adocreto y eliminar la sobrante.
- Niveles de burbuja y cordeles de nylon, para controlar los niveles y asegurar las pendientes proyectadas que hagan posible un adecuado drenaje superficial de las aguas pluviales.
- Máquinas de Movimiento de Tierra para construir las capas de subbase y base del pavimento.
- Compactadores Vibratorios de Llantas (Rodillos Lisos Vibratorios), para compactar la capa superficial del pavimento hecha con los Adocreto.

***Procedimiento de diseño de la estructura del pavimento con Adocreto***

Tal como se expuso anteriormente, el comportamiento de este pavimento es un caso intermedio entre el pavimento rígido y el flexible, por lo que clasifica como semi-rígido, no existiendo un modelo teórico que se ajuste y dé respuesta exacta a su real comportamiento estructural, por tal razón se propone un método empírico simplificado, que considera los siguientes parámetros de diseño (Colombo, 2000):

1. El tráfico de diseño.
2. La resistencia de la sub-rasante (CBR)
3. La resistencia de la sub base (CBR)
4. La resistencia de la base (CBR)
5. La resistencia a compresión de las piezas de Adocreto.

El *Procedimiento de Diseño* de la estructura de un pavimento de adocreto propuesto consiste en cumplir los pasos siguientes:

1. Determinación del tráfico de diseño.
2. Determinación de la resistencia de la sub-rasante, sub-base y la base (CBR).
3. Determinar el espesor de la sub base y base del pavimento.

4. Definir el espesor de las piezas de hormigón (adocreto) que forman la capa de superficie del pavimento.

La definición de los factores de diseño antes enumerados debe ser lo más exacta posible, preferiblemente basada en estudios estadísticos del tránsito y la determinación en laboratorios de la capacidad soportante de la sub-rasante (CBR) de los suelos, de sus límites de plasticidad, su granulometría, etc., según las normas oficiales vigentes en cada país. Ante la imposibilidad en muchos casos de hacer tales estudios, por diversas razones fundamentalmente económicas, se propone usar un procedimiento aproximado que se describe a continuación, basado en la experiencia de su aplicación, el cual permite obtener resultados aceptables y racionales:

1. Determinación del tráfico de diseño.

Se estimará de acuerdo con las características de la zona y la categoría de la vía, según los datos del cuadro 7.

2. Determinación del CBR de la sub-rasante.

Ante la imposibilidad en ocasiones de hacer los ensayos para determinar el CBR de la sub-rasante, se propone hacer el cálculo mediante la correlación entre la clasificación de los suelos propuesta por AASHTO (EE.UU) para los suelos de la capa de coronación de la sub-rasante, de la sub base y la base. Las magnitudes de los CBR a emplear en el diseño se determinan correlacionando los valores del cuadro 8.

Como se aprecia en el cuadro 8, los suelos granulares: A-1, A-2 y A-3 poseen como mínimo valores de CBR del 9% hasta el máximo de 100% y los suelos finos (limosos y arcillosos: A-4, A-5, A-6 y A-7) alcanzan valores pequeños de ese importante indicador de resistencia (desde menos de 2% y hasta 30%).

3. Determinación de Espesores de Sub base y Base.

Se utiliza el cuadro 9 entrando con la categoría de tránsito (Ligero, Medio o Pesado) y los Valores de CBR de la sub-rasante, tomando valores medios de cada tipo de tránsito.

4. Determinar el espesor de las piezas prefabricadas de concreto o Adocreto. Se definirá de acuerdo con la categoría del tránsito definida en el cuadro 10.

Es conveniente destacar que los espesores de adocreto obtenidos por este procedimiento simplificado y mediante el empleo de las Máquinas Bloqueras Adoquineras, como la propuesta, se aproximan a los obtenidos en otros países como Venezuela, por la empresa PRO-DECON, S.A., la cual para tráfico pesado describe en su

Cuadro 7  
Determinación del tráfico de diseño de manera estimada

Categoría del tránsito	Tipos de calles y zonas características	Tráfico acumulado (N) en el carril de diseño (para ejes de 100 KN) estimado
A (Ligero)	Calles en zonas residenciales, plazas, parqueos de vehículos ligeros, carreteras rurales secundarias, etc.	≤ 104
B (Mediano)	Calles y vías urbanas principales, avenidas colectoras (sin limitación de vehículos pesados); parqueos y accesos viales a zonas industriales y puertos, carreteras rurales de primera categoría, etc.	104 y 8.105
C (Pesado)	Carreteras interprovinciales y nacionales, autopistas y circunvalaciones de grandes ciudades; arterias principales de accesos a ciudades de importancia, áreas de estacionamientos en puertos y patios de grandes industrias, calles y avenidas colectoras, vías de circulación en aeropuertos o "taxi way", etc.	≥ 8.105

Fuente: elaboración propia tomando en cuenta lo establecido en la norma estatal cubana: NC 53-110:90 Pavimentos Flexibles. Método de Cálculo (NC 53-110, 1990) y considerando lo planteado por Colombo, 2000.

Cuadro 8  
Determinación de los CBR correlacionándolos según Clasificación de Suelos de la AASHTO

VALORES DE CBR																		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN AASHTO																		
										A - 1 - b			A - 1 - a					
							A - 2 - 7		A - 2 - 6		A - 2 - 5			A - 2 - 4				
										A - 3								
				A - 4														
A - 5																		
A - 6																		
A - 7 - 6			A - 7 - 5															

Fuente: tabla 7, en Colombo (2000).

Catálogo de Especificaciones Técnicas del año 2009 un espesor de 80mm para los adocretos producidos en plan-tas y sometidos a curado a vapor (PRODECON, 2009), los que evidentemente tienen mayor calidad de fabricación y por tanto con menor espesor resisten las cargas para ese tipo de tráfico.

**Técnicas constructivas propuestas**

Una vez construido el terraplén hasta la sub-ra-sante, compactado a máxima densidad seca y debida-mente perfilada su superficie, se procede a ejecutar la

estructura de este tipo de pavimento cumpliendo con los siguientes procedimientos o técnicas constructivas, depen-diendo de dos casos o situaciones más comunes que pue-den presentarse:

- a. En calles o carreteras de zonas rurales:
  1. Construcción de la contención lateral necesaria (separador central y los contenes laterales), así como los paseos u hombros laterales.
  2. Ejecución de la capa de sub base, compactada a máxima densidad, con suelos que cumplen las exigencias especificadas en el cuadro 4.

Cuadro 9  
Espesores de Sub base y Base del Pavimento

Categoría del tránsito	Tráfico acumulado en el carril de diseño (ejes de 100 Kn)	Espesor de capas de base y subbase, en centímetros (no incluye el espesor de la capa de superficie hecho con piezas de hormigón o adocreto y la capa de asiento de arena)										
		Valores de CBR de la sub-rasante										
		2	2.5	3	3.5	4	5	6	8	10	15	20
Ligero (A)	1000	26	21	17	14.5	11.5						
	2000	29	24	20	17	14.5	10					
	4000	32.5	27	27.5	19.5	16.6	12.5					
	8000	36.5	30	25.5	22	19	14.5	10				
	10 000	37.5	31	26	22.5	19.5	15	11.5				
	20 000	40.5	34	29	27	22	17.5	13				
	40 000	44.5	37	32	28	24	19.5	15				
	80 000	48	40	34.5	30.5	25.5	21	17	10.5			
Mediano (B)	100 000	49	41	35.5	31	27.5	21.5	17.5	11			
	200 000	52.5	44.5	38.5	33.5	30	24	19	12.5			
	400 000	56	47.5	41	36	32	25.5	21	14			
Pesado (C)	800 000	59.5	50.5	44	38.5	34.5	28	22.5	15			
	1 000 000	60.5	51.5	45	39.5	35	28.5	23.5	16	10		
	2 000 000	65	54.5	47.5	42	37.5	30.5	25	17.5	11.5		
	4 000 000	67.5	57.5	50.5	44.5	40	32.5	27	18.5	13		
	8 000 000	71	61	53	47	42	34.5	29	20	14		
	10 000 000	72	67	54	48	43	35.5	29.5	20.5	14.5		

Fuente: tabla 8, en Colombo (2000).

Cuadro 10  
Espesores de Adocreto acorde a la categoría de tránsito estimada

Categoría del Tránsito	Espesores de los Adocreto (mm)
A (Ligero)	50 - 60
B (Mediano)	70 - 80
C (Pesado)	80 - 100

Fuente: elaboración propia.

Nota: para tráfico superiores a  $8 \times 10^6$  (muy pesados) y grandes cargas estáticas, se aconseja usar adocreto con espesores entre 100mm-120mm (Orta Amaro, 2004 y 2008), en el caso de que pudiese ser determinado el número de repeticiones de carga de 100 KN estadísticamente mediante estudios de tránsito.

3. Construcción de la capa de base con el suelo que cumple las exigencias planteadas en el cuadro 4, asegurando un bombeo o pendiente transversal de la vía (entre 2%-4%).
4. Fabricación de los Adocreto, traslado hacia la obra con los medios de transporte adecuados y debido almacenamiento.
5. Vertido de la capa de asiento de arena gruesa (entre 2 y 4 cm.) sobre la superficie de la capa de base, asegurando la debida uniformidad en su espesor y riego de agua que asegure su compactación.
6. Colocación manual de los Adocreto de manera correcta sobre la capa de asiento de arena gruesa húmeda y compacta.
7. Vertido de la capa de arena fina sobre la superficie de los adocreto colocados para rellenar las juntas existentes.



8. Compactación de los Adocretos con Cilindros de Llantas Lisas Vibratorio, para asegurar su debida trabazón y asentamiento.
  9. Barrido y limpieza de la arena fina sobrante de la superficie del pavimento con escobillones o barreadoras mecánicas.
  10. Señalización vertical y horizontal de la vía.
- b En calles de Zonas Urbanas y Sub Urbanas:
1. Construcción del terraplén de la calle hasta nivel de la sub-rasante, compactado a máxima densidad, asegurando el bombeo lateral adecuado y perfilado.
  2. Construcción del contén integral (contén-cuneta) o del contén simple, según el proyecto, para la contención lateral del pavimento.
  3. Construcción de las capas de sub base y base con suelos seleccionados usando las maquinarias de movimiento de tierra, cumpliendo las especificaciones del cuadro 4.
  4. Vertido de la capa de asiento de arena gruesa y riego de la misma con agua para su compactación.
  5. Colocación manual de los adocretos sobre la capa de asiento de arena gruesa húmeda y compacta.
  6. Vertido y riego de la arena fina para rellenar las juntas entre los adocretos.
  7. Compactación de la superficie del pavimento de adocretos con el Cilindro Vibratorio de Llantas Lisas.
  8. Barrido y limpieza de la arena sobrante de la superficie del pavimento con escobillones o máquinas barreadoras.
  9. Señalización horizontal y vertical de las calles pavimentadas.

Los procedimientos constructivos están basados en la experiencia de aplicación en las ciudades de Remedios y Zulueta (Orta Amaro, 2002), así como en los planteamientos de Caraballo (2000) y Villalaz (2000), y en pesquisas efectuadas en urbanizaciones en las ciudades de Managua y Estelí, Nicaragua en el año 2005, así como en la labor investigativa del autor en los últimos años para la confec-

ción de la última versión electrónica del libro *Tecnologías de Pavimentación* (Orta Amaro, 2008), que se aplica en la UCLV hace varios años como texto básico de la asignatura "Diseño y Construcción de Pavimentos", de la carrera de Ingeniería Civil.

## Conclusiones

- Una alternativa viable, menos impactante con el medio ambiente (más amistosa o amigable) que las usadas usualmente en la construcción mecanizada de pavimentos flexibles y rígidos es la Tecnología de Pavimentación con Adocretos propuesta en este artículo, lo cual queda evidenciado por la significativa reducción de las maquinarias a usar (sólo se requiere de la Máquina Bloquera-Adoquinera), en comparación con el numeroso grupo de maquinarias especializadas, con alto consumo de energía y negativo impacto sobre el medio ambiente empleadas generalmente por las empresas constructoras; por la mayor posibilidad de empleo de mano de obra y materiales locales (principalmente de suelos, áridos y agua), aunque se utilice el cemento Pórtland en la confección del concreto de las piezas o adocretos de manera similar a como se hace en la tecnología de construcción de pavimentos rígidos.
- La metodología propuesta para definir espesores y tipos de materiales de las capas componentes de la estructura de este pavimento semi rígido garantiza espesores racionales, en comparación con otros similares existentes en países como Venezuela, Cuba, Nicaragua, etc., por lo que se considera confiable, aconsejándose su mayor empleo para minimizar las afectaciones ambientales.
- Las técnicas constructivas propuestas para hacer pavimentos de adocretos, tanto en zonas urbanas como rurales, aseguran una buena calidad de los trabajos y por tanto la durabilidad de los pavimentos hechos con esta tecnología, lo que ha quedado demostrado en algunas aplicaciones hechas en distintos países del área y del mundo.

Nota:

1. Efectuando la coordinación con el CIDEM de la Facultad de Construcciones de la UCLV, se producen en Planta Mecánica de Santa Clara, Villa Clara, Cuba, equipos similares al de la foto con precios factibles, previo encargo.

## Referencias bibliográficas

- Caraballo, J. (2000) Evaluación Económica de Programas de Adoquinado Vial. Nicaragua: LA VIAL S.A.
- CIDEM-Centro de Investigación y Desarrollo de los Materiales (2002) Máquinas Bloqueras-Adoquineras. Facultad de Construcciones, Universidad Central de Las Villas-UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Colombo, R.A. (2000) Pavimentos de Bloques (Adoquines) de Hormigón: su aplicación a diferentes obras del tipo vial. Editorial Cemento Pórtland Argentino. Argentina.
- Crespo Villalaz, C. (2000) Vías de Comunicación. Editorial Limusa, México.
- NC 53-110:90 Pavimentos Flexibles. Método de Cálculo. Cuba, 1990.
- Orta Amaro, P. A. (2008) Tecnologías de Pavimentación de Carreteras (versión electrónica) Libro de Texto, UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Orta Amaro, P. A. (2002) Proyectos Ejecutivos de las Urbanizaciones del Reparto Capitán Orestes Acosta en Remedios y de la Zona de Desarrollo de Zulueta, Villa Clara, Cuba.
- Orta Amaro, P. A. (2000) "Metodología para Diseño y Construcción de Pavimentos de Adocreto", Ponencia en el IV Simposio Internacional de Estructuras, Geotecnia y Materiales de Construcción, Facultad de Construcciones, UCLV, Santa Clara Cuba.
- PRODECON (2009) Venezuela. Catálogo de especificaciones técnicas pavimentos con adoquines.<http://www.prodecon.com.ve/uploads/pag6.pdf>.
- The World Watch Institute (2007) La situación del mundo. Nuestro Futuro Urbano. Editorial ICARIA, Madrid, España.

# Alejandro Chataing: ensayos con el cemento nacional en las obras del Centenario de la Independencia

Mónica Silva

Universidad Simón Bolívar, Caracas

## Resumen

Es notable la contribución de Alejandro Chataing (1874-1928) al manejo de materiales variados y novedosos en la arquitectura venezolana, fundamentalmente el concreto, a través de su colaboración a las pruebas y mejoras en la producción del cemento nacional. Es evidente ese interés en los edificios que tuvo a su cargo con motivo del primer Centenario de la Independencia Nacional en 1910. A simple vista, esa experimentación no sería lo más destacado de su arquitectura, en medio de las prioridades de su formación profesional, como la composición tradicional en las academias decimonónicas y el carácter que, a través del eclecticismo historicista, confería a sus edificios y por extensión a la ciudad en que éstos se multiplicaban. Junto a otros pioneros, Chataing ensayaría por esos años con acero, vidrio y concreto, combinados con los materiales tradicionales de la construcción local, manteniendo su interés por los temas del carácter y las referencias a la arquitectura francesa.

## Descriptor

Alejandro Chataing, arquitectos venezolanos, desarrollo técnico de la construcción, Centenario de la Independencia.

## Abstract

*Is remarkable Alejandro Chataing's (1874-1928) contribution to Venezuelan architecture, especially in the use of modern materials like concrete, due to his collaboration on testing and improving the production of national cement. The interest in that field was evident in the buildings on his responsibility for the First Centennial of the National Independence in 1910. At first sight, those experiments were not the most important value in Chataing's architecture, because of the priorities of his studies and former experiences, like traditional academic doctrine in composition and character, through eclecticism present on his works and extended to the city in which those buildings were constructed. Beside some other pioneers, Chataing experimented with steel, glass and concrete, in combination with the local traditional materials, maintaining his interests on academic character and references to French architecture.*

## Descriptors

*Alejandro Chataing, Venezuelan architects, technical development in construction, Centennial of the National Independence.*

Alejandro Chataing nació en 1874, el mismo año en que naciera Auguste Perret (1874-1954), aunque en circunstancias con estéticas y técnicas constructivas incomparables. Descendiente uno del otro, el contexto arquitectónico venezolano mantendría por años el reflejo de la tradición académica francesa<sup>1</sup>. Apenas un año antes, en ese medio venezolano, Antonio Malaussena, recién llegado de Francia, ofrecía “el más grande invento de las construcciones modernas: edificios monolíticos según el sistema Coignet”, junto con la posibilidad de “toda especie de construcciones (...) sea en los órdenes clásicos, sea en los mejores estilos conocidos y como pueden hacerse en las principales capitales de Europa” (Diario de Avisos, Caracas, 9 septiembre 1873)<sup>2</sup>.

Cuando aún brillaba ese reflejo francés, la prefabricación en la fábrica Chellini de El Paraíso, en funcionamiento desde 1890 y constituida como compañía anónima el 28 de agosto de 1909, puede precisarse como un anticipo a la aplicación estructural del material en la arquitectura<sup>3</sup>. A pesar de la fecha, al menos para la fabricación de mosaicos, el informe del gerente indica el uso de material importado, especialmente en los productos que ...” por las condiciones necesarias a un buen mosaico, requieren ser de superior calidad” (Chellini, febrero 1912, p. 85).

En todo caso, un uso publicitado de muros de concreto asociados a armaduras metálicas sería el que hiciera Alberto Smith a raíz del terremoto de 1900, tanto para las casas “criollas” que ofrecía el ingeniero como para las quintas que luego construiría en El Paraíso (Silva Contre-

ras, 2001). Esas “construcciones monolíticas de cemento y hierro” serían, entonces, la primera aplicación estructural hasta hoy conocida de esta combinación de materiales en la arquitectura venezolana<sup>4</sup>. El manejo del cemento en las obras de esos años de ensayos es, sin embargo, impreciso pues las técnicas para el armado de las losas así como el reforzamiento de los muros es descrito por los profesionales de la construcción en términos confusos que no se adecuan a las precisiones que con los años tendrían los componentes del concreto armado.

### Un arquitecto exitoso

Por esos años con que se iniciaba el siglo XX en Caracas, comenzaba Alejandro Chataing a figurar, con sus obras capitalinas, como exponente consistente de un modo de hacer arquitectura de trascendencia internacional. Desde sus primeros trabajos había mantenido continuidad con la composición clásica del academicismo francés y la recurrencia al historicismo como herramienta fundamental de carácter arquitectónico, valores presentes en la obra de su maestro, Juan Hurtado Manrique, así como en la de varios arquitectos latinoamericanos. Pero, como ocurrió también con el trabajo de muchos de los profesionales de su tiempo, hubo en las obras construidas por Chataing, además, una experimentación constante con los materiales y técnicas constructivas en su tiempo. Así, en el edificio para la Academia Militar en La Planicie, el carácter de una fortaleza renacentista aparecería en una composición sobre fundaciones de concreto y muros de ladrillo; sobre los del Teatro Nacional se apoyarían armaduras metálicas tipo *polonceau* que, sigilosamente ocultas tras bastidores y plafond, como queriendo parecerse a la Académie Nationale de la Musique en París, hacían posible una nueva sala de espectáculos culturales para los caraqueños. Con la sede del Ministerio de Hacienda y Crédito Público o con el cuartel de Policía, además de terminar de situarse en el panorama de los profesionales de la arquitectura en Caracas, Chataing continuaría los ensayos del concreto en fundaciones, muros y acabados, combinados con la mampostería que empleaba indiferentemente para edificios de sólidas estructuras murarias que acompañaban los trazos compositivos de raíz europea. En París, por esos mismos años, su contemporáneo Auguste Perret (1874-1954), había construido una novedosa estructura aporricada de gran altura

en el 25 bis de la rue Franklin y se ocupaba de otra, novedosa por su función, el garaje en la rue Ponthieu. El concreto armado avanzaba en su carrera protagónica en el escenario internacional, con logros estructurales y mejoras en la elaboración de sus componentes. Se trataba de obras en las que se manifestaban las relaciones estéticas, materiales y técnicas que transitaban entre la tradición y la vanguardia características de esos años.

Mientras, maduraba la posibilidad de instalar en Venezuela una fábrica de cemento. Alberto Smith conoció la cantera de piedra caliza que determinaría la ubicación de la fábrica en La Vega y en 1907 viajó a Francia y Alemania, a la vanguardia en la fabricación de cemento y en el uso del concreto por esos años, para decidir las técnicas y los equipos adecuados. El ingeniero, con experiencias previas en el uso de cemento norteamericano, viajaba en representación de los empresarios que constituían la compañía que inició su producción oficial el 19 de abril de 1909, inaugurada por Juan Vicente Gómez entre las festividades del primer Centenario de la Independencia<sup>5</sup>.

Como parte de esas festividades hubo un incremento en el uso de ese cemento nacional, que iniciaba su producción de 36.000 barriles al año, sobre la perspectiva de un consumo de unos 20.000 entre 1906 y 1908, para luego reconocer el significado de las resoluciones oficiales en este crecimiento: “El incremento de las obras públicas para el próximo Centenario ha superado este promedio” (Smith, marzo 1911, p. 140)<sup>6</sup>. Ese consumo del material había permitido ensayos oficiales por los ingenieros del MOP, su comprobación experimental “en cerca de cien obras públicas y particulares en que ha sido empleado, durante los dos años que hace lo estamos vendiendo” (Smith, marzo 1911, p. 149), así como la comparación de resistencia entre diversos cementos disponibles en Caracas.

### Los edificios del Centenario

Aquellos años alrededor de 1910 fueron significativos para las obras públicas nacionales en las que trabajarían notables profesionales con las pruebas y mejoras en la producción del cemento nacional. Tanto en la obra de Chataing como en la de sus colegas, el cemento sería empleado por sus ventajas funcionales en diseños adecuados a una composición arquitectónica predominantemente muraria y como opción alternativa a la mampostería tradicional.

En el Edificio para Operaciones Quirúrgicas, “la composición de la planta ha sido concebida subordinando todo el edificio a las dos grandes salas de operaciones (operados sépticos y asépticos) que constituyen la parte esencial” (Herrera Tovar, enero 1911, p. 36). La planta en forma de cruz es el resultado de esa jerarquía compositiva y de “la necesidad de dar a las mesas operatorias la luz difusa del Norte” (idem). Las necesidades sanitarias fueron fundamentales en las decisiones sobre la planta y orientación del edificio, además de materiales y acabados, sin que su autor, pionero en el uso experimental del cemento nacional, ofreciera detalles sobre los principios estructurales o las técnicas constructivas de los muros que lo componen.

Tampoco en la cuenta del Centenario habría detalles sobre materiales o técnicas constructivas en el otro edificio para usos científicos, el Instituto Anatómico, a cargo de Carlos Martínez y evaluado por el Consejo de la Facultad de Medicina, con cimientos de concreto y en el cual, así como las tejas, “los pisos serán lisos, de cemento, para

facilitar su limpieza y lavado con el necesario número de desinfectantes para la salida de las aguas” (Martínez, abril 1911, p. 176).

Declarado desierto el concurso correspondiente, el Edificio de Telégrafos y Teléfonos Nacionales era la reforma del antiguo Cuartel de San Mauricio, cuyos muros de tierra pisada fueron casi enteramente demolidos. El ingeniero director de la obra, Luis Briceño Arismendi describe una compleja pero perfectamente jerarquizada planta, producto de las exigencias funcionales: “Se pensó al principio hacer las nuevas paredes de concreto armado pero queriendo aprovechar la gran existencia de materiales de demolición del antiguo edificio, se resolvió construir los muros principales de mampostería de piedra... (...) se ha procurado usar el cemento armado en todas las otras partes del edificio en que ha sido posible aplicarlo, tales como columnas, entresuelos, platabandas, azoteas, lumbres, etc.” (Briceño, julio 1911, p. 328).

Plano 1  
Edificio para Operaciones Quirúrgicas.  
Herrera Tovar (1911).



Fuente: Revista Técnica del MOP, 1, p. s/n.

Plano 2  
Instituto Anatómico, planta.  
Ricardo Razetti-Carlos Martínez, 1911.



Fuente: Revista Técnica del MOP, 4, p. s/n.

A la vez que se excusa por no poder responder al empleo del material que recién comenzaba a producirse en el país, Briceño Arismendi delata su consideración del concreto como material con propiedades estructurales aún inciertas, intercambiable –de hecho– con la mampostería de demolición de los antiguos muros del cuartel, en tanto la resistencia del cemento nacional que se comprobaba por esos años no superaba a la de los muros de ladrillo.

Al director de la obras del Edificio de Telégrafos le acompañaría ... “en calidad de Ingeniero Auxiliar el señor Rafael Seijas Cook, colaborador muy eficaz en la sección artística de la obra” (Herrera Tovar, julio 1912, p. 335). Es inevitable pensar en una posible separación de los trabajos

entendidos como estructura (técnica) y decoración (arte), separando así lo referente a la construcción y a la composición y carácter de la edificación en el trabajo de estos profesionales, aun cuando puede suponerse que Seijas Cook conociera sobre el uso del concreto en la arquitectura, en tanto había participado en el concurso para el Edificio de Archivo y Registro Nacional<sup>7</sup>, cuyas bases exigían que el diseño estuviera concebido en ese material<sup>8</sup>.

Mientras experimentaba con el uso del concreto, con distintas técnicas para conformar fundaciones, muros y losas en edificios de académica composición, las consideraciones de Alejandro Chataing para la reforma del Panteón Nacional no dejan dudas respecto a su entendimiento

Plano 3  
 Instituto Anatómico, fachada Sur.  
 Ricardo Razetti-Carlos Martínez, 1911.



Fuente: Revista Técnica del MOP, 4, s/n.

Plano 4  
 Planta del Edificio para Telégrafos y Teléfonos Nacionales. Luis Briceño Arismendi, 1910-1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 7, pp. s/n

del carácter arquitectónico en tan importante monumento: “He procedido a las modificaciones de la fachada, tratando de imprimirle mayor carácter a su arquitectura, armonizando sus diferentes secciones y procediendo a pintarla con un tono apropiado al destino de la obra y a su situación con respecto a los edificios vecinos” (Chataing, abril 1911, p. 173)<sup>9</sup>.

El carácter, tal como en las doctrinas de la academia francesa, se vinculaba en las nociones de Chataing a la función del edificio, a su contexto urbano y seguramente a su propia expresión creativa.

### La contundencia de los materiales modernos

Una relación interesante entre la tradición estética y el uso de materiales modernos en el trabajo de Alejandro

Chataing se plantearía con la realización de la Biblioteca Nacional. Ya en 1895 se había resuelto su construcción ...” en el espacio que media entre los edificios de la Universidad Central y el Palacio de la Exposición, aprobándose los planos que a tal efecto levantó el ingeniero Juan Hurtado Manrique” (Memoria MOP 1896, p. x). Se trataba de un vacío tras la fachada continua que el mismo Hurtado había realizado en 1875 para el antiguo convento franciscano, convertido en universidad, extendida a todo el frente norte de la cuadra en que también se construiría su Museo Nacional, reconvertido para la celebración bolivariana de 1883.

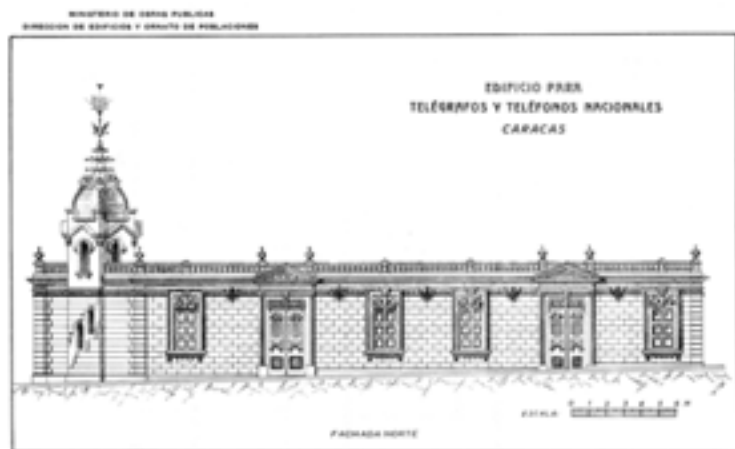
El espacio que tiempo más tarde estaría disponible para la biblioteca aparece identificado con el número 12, como “corral de animales y jaulas de pájaros” en la Planta del Palacio de la Exposición y demás edificios destinados a ella (Zawisza, 1989, vol. 3, p. 406). Se precisa en la

Plano 5  
Edificio para Telégrafos y Teléfonos Nacionales,  
fachada Este. Luis Briceño  
Arismendi-Rafael Seijas Cook, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 7, pp. s/n

Plano 6  
Edificio para Telégrafos y Teléfonos Nacionales,  
fachada Oeste. Luis Briceño  
Arismendi-Rafael Seijas Cook, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 7, pp. s/n



Memoria del MOP de 1883 que tiene veinticinco metros de ancho por cuarenta y dos de largo” (citado en Zawisza, 1989, vol. 3, p. 248).

Al diseñar la cubierta que permitiría usar el solar como biblioteca, Hurtado describe un salón de 30,80 metros x 19,50 metros, para un área cubierta de 600,60 m<sup>2</sup> con ...“ocho cúpulas de hierro que descansarán por medio de arcos en muy ligeras columnas del mismo metal fundido, ricamente ornamentado. Las columnas tendrán una altura de 10,75 metros y el edificio en general de 16,75 metros incluidas las linternas que le darán luz cenital” (Memoria MOP 1896, p. 285). La descripción del proyecto de Hurtado remite a París, a las nueve cúpulas de la Biblioteca Imperial, luego Nacional de Francia, realizada por Henri Labrousse a partir de 1862. Se trata de una cita casi textual de lo que podría ser la descripción de la obra del arquitecto francés, publicada en revistas como *Annales de la Construction* en 1869, además de haber tenido amplia

difusión junto con su Bibliothèque Sainte-Geneviève, también en París y que Hurtado tomaba como modelo veintiséis años después.

Veinte años más tarde, Chataing describe su proyecto para esa misma sala de lectura, con 28 metros por 15 metros y 11 metros de altura, reducida respecto a la propuesta de Hurtado, pues el discípulo configura un nuevo perímetro murario, seguramente para regularizar el espacio disponible entre los dos edificios franciscanos, asegurar el soporte a la cubierta propuesta y a los niveles de depósito en el perímetro. Los dibujos del proyecto dejan clara la descripción del arquitecto: “La cubierta de la sala es formada por un techo de estructura metálica, con vidrios en su porción central y tejas de cemento en el resto y debajo de este techo hay un plafond de vidrios esmerilados para el centro y de estuco en el resto” (Chataing, julio 1911, p. 325).

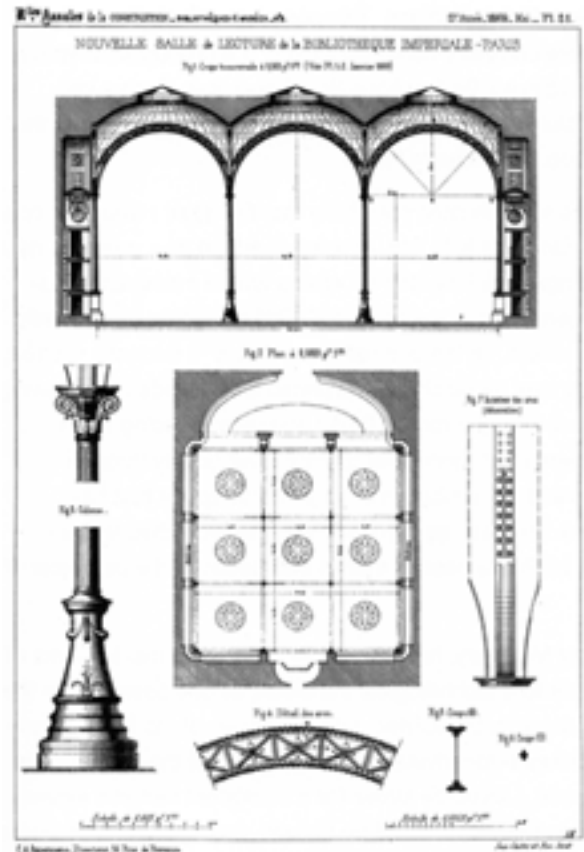
Ya con el Teatro Nacional Chataing había materializado lo que fuera un encargo a su maestro que no lle-

Plano 7  
Planta del Palacio de la Exposición y demás edificios destinados a ella, 1883.



Fuente: Zawisza, 1989, vol. 3, p. 406.

Plano 8  
Proyecto de la sala de lectura de la Biblioteca Nacional de Francia, obra de Henri Labrousse.



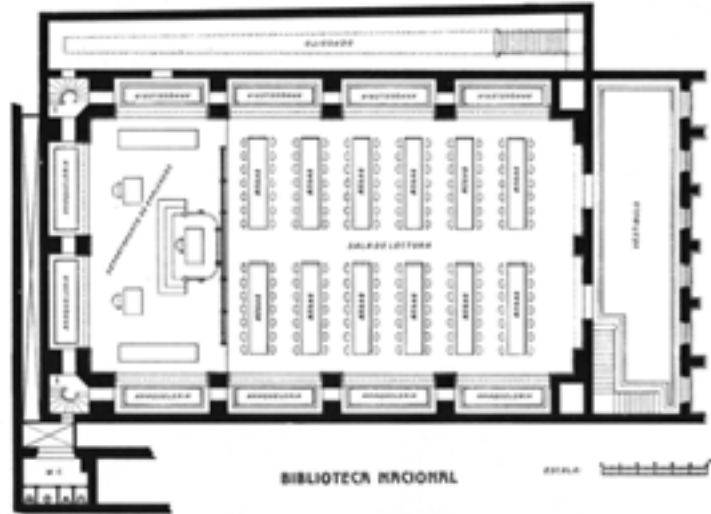
Fuente: Frampton, 1995, p. 47.



gó a ser realizado. Al no conocer documentación gráfica del teatro que se solicitaba a Hurtado hacia 1878, cuando estaba en conflicto la realización del Teatro Guzmán Blanco (luego Municipal de Caracas), es imposible establecer relaciones entre el proyecto de ambos arquitectos. Pero en la Biblioteca Nacional, la cubierta bajo la cual Chataing preveía instalar a los lectores es la protagonista del edificio y las referencias internacionales en su descripción pueden ser vistas como un tributo a los propósitos no realizados de su maestro. El arquitecto justifica su propuesta: “El problema más importante en esta clase de edificios es el de la luz, que ha de ser difusa, uniforme y llevada a todo el espacio de la sala. En el caso presente se ha resuelto obedeciendo

al principio que ha regido en la disposición de las salas de lectura más modernas y completas: la sala de lectura de la Biblioteca Nacional de París y la del Congreso de Washington; por medio de la cubierta de vidrio en la porción media de la sala, con un plafond debajo de vidrios esmerilados, a fin de dar entrada a la luz artificialmente; lateralmente tendrá entrada por las rejas-vidrieras que se colocarán en lo alto de los paramentos de la sala y que tendrán además de ese destino el de contribuir a la creación de la sala. La luz será, pues, un resultado de la entrada vertical y de la lateral, y no habrá por consiguiente sombra arrojada en ningún sentido” (Chataing, julio 1911, p. 326).

Plano 9  
Biblioteca Nacional, planta.  
Alejandro Chataing, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 7, pp. s/n.

Plano 10  
Biblioteca Nacional, sección transversal.  
Alejandro Chataing, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 7, pp. s/n.

Conocida la propuesta de Hurtado, no parece gratuita la mención que hace Chataing a la sala de lectura de Labrouste en París. Conocedor de las más notables obras en el extranjero, incorporará la referencia norteamericana a las de su maestro y así menciona también la sala de lectura del edificio Thomas Jefferson para la Biblioteca del Congreso, proyecto de John Smithmayer y Paul Pelz inaugurado en 1897. Como en ésta, considerado el primer edificio directamente vinculado a la tradición beauxartiana en Washington, la luz entraría por el centro y por los laterales de la gran cubierta.

El tipo estructural podría remitir más bien a su propia cubierta para el Teatro Nacional que, debido a las funciones en la sala y al carácter del edificio, no tendría la misma importancia técnica ni sería exhibida, como sí lo eran las cubiertas metálicas de los ejemplos citados por el arquitecto. De ahí que el espacio libre de apoyos rodeado de estanterías podría recordar también otro proyecto de gran significación en el siglo XIX parisino, como lo fue la Sala Oval en la misma Biblioteca Nacional francesa, diseño de Jean-Louis Pascal, decidida en 1878, aun cuando no comenzada antes de 1897 e inaugurada luego de su muerte en 1936 (Richard-Bazire, 2001).

El nuevo depósito de libros sería, básicamente el perímetro de la sala de lectura, cuya cubierta era el elemento fundamental de los proyectos de Hurtado y de Chataing. Éste último describe que los ... "locales de 2,30 metros de fondo y 5,50 metros de largo, divididos horizontalmente por dos entre-pisos (*sic*) y destinados todos a la colocación de las anaqueleras son de cemento armado apoyado en los muros que los limitan y en fuertes vigas de cemento armado, construidas a la faz de los paramentos de la sala de lectura" (Chataing, julio 1911, p. 235)<sup>10</sup>. El concreto sería la solución para lograr marco rígido, adecuado a recibir la estructura metálica. El carácter de esa arquitectura en la que se ensayaba nuevamente el cemento no dependía directamente del sistema o los materiales constructivos, sino de la luz cenital y de la colección de libros que se verían entre los pilares de soporte a la gran cubierta, tal como en la sala de lectura de Washington: "La disposición de las pilastras en el interior de la sala, con las barandas y las rejas-vidrieras a sus costados y unidas por el gran entablamento, coronado todo por el plafond mixto, decorado convenientemente, espero que tendrá el aspecto de elegancia que reclama el destino de tal edificio" (Chataing, julio 1911, p. 325).

Más allá de su intención celebrativa y del beneficio público que pudiera significar su construcción, el decreto de las llamadas obras del Centenario estaba resultando, entonces, una clave importante para los materiales y las técnicas constructivas empleadas en la arquitectura venezolana. En su texto se especificaba claramente que el edificio a prueba de incendios para la Oficina Principal de Registro Público y Archivo Nacional sería construido en concreto armado, por ser el material que mayores ventajas ofrecía a su uso, de resistencia a los sismos y a los incendios. Así era promovido internacionalmente, por ejemplo, el sistema de François Hennebique a través de la revista *Le Béton Armé*, así como por otras publicaciones, principalmente francesas, desde finales del siglo XIX (Van de Voorde, 2009). En ese sentido, parecían estar sumamente claras las necesidades para el nuevo edificio, tanto como luego lo estarían las respuestas a las mismas: "Para que el edificio de los Archivos resulte a prueba de fuego han quedado excluidos de su construcción todos los materiales combustibles, principalmente la madera, adoptándose para los muros, pisos y cubierta una construcción monolítica de cemento armado, reconocida universalmente como la más eficaz para el efecto, y la cual reúne la ventaja incuestionable de resistir mejor que ninguna otra a los movimientos sísmicos" (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 130).

Como los demás edificios decretados para el Centenario de la Independencia, el proyecto para el edificio de Registro Público y Archivo Nacional fue motivo de un concurso ordenado en el mismo Decreto Ejecutivo del 19 de marzo de 1910. El jurado quedó constituido por los ingenieros Alberto Smith, Ricardo Zuloaga, Roberto García y Felipe Aguerrevere, así como por Vicente Lecuna, quien sustituiría a Manuel Felipe Herrera Tovar, designado inicialmente pero dispensado de este nombramiento debido a su trabajo como jefe de la Sala Técnica del MOP. Sobradamente conocía Smith de cementos, junto a Ricardo Zuloaga, accionista de la fábrica en La Vega y de la Electricidad de Caracas. El veredicto inicial favoreció a Chataing, aunque el proyecto le fuera arrebatado casi inmediatamente: "A pesar de haberse abierto un concurso en que obtuvo el premio el proyecto del ingeniero Alejandro Chataing, y en el cual se adjudicó al del ingeniero Seijas Cook *accessit*; fue necesario elaborar nuevo proyecto por haber resuelto, con justificado motivo, el Ejecutivo Nacional, cambiar el sitio donde habrá de edificarse. La Sala Técnica quedó entonces encargada del nuevo proyecto, y ésta, inspira-

da en los mismos principios que habrían determinado la decisión del jurado del concurso, procedió a su estudio. Es el proyecto de la Sala Técnica el que se resolvió ejecutar” (Herrera Tovar, julio 1912, p. 335).

Así, aunque hubiera sido seleccionado el proyecto de Alejandro Chataing, termina siendo construido el proyectado en la Sala Técnica del MOP dirigida entonces por Manuel Felipe Herrera Tovar. Pero la obra que “hasta los días del Centenario corrió a cargo del ingeniero Luis Briceño Arismendi”, debió ser detenida mientras se confirmaba el conocimiento sobre el material y la técnica empleada, para luego ser concluida por el mismo Chataing: “Como para la fecha para la que se dio comienzo a los trabajos sólo se habían hecho en el país pequeñas obras de cemento armado, que apenas pudieran calificarse de detalles constructivos, quiso el ciudadano Ministro de Obras Públicas que se procediera sin tardanza a hacer experimentos sobre los materiales que comenzaban a emplearse entonces en la obra; y después de obtener los primeros resultados, ya seguros de la calidad del cemento armado que fácilmente podíamos alcanzar, fue que se decidió continuar el sistema de construcción iniciado por una parte, y por otra realizar una serie sistemática de ensayos, que sirvieran a los ingenieros de base en lo sucesivo...” (Herrera Tovar, julio 1912, p. 335)<sup>11</sup>.

El mismo Herrera Tovar, en su condición de jefe de la Sala Técnica del MOP, asumió la tarea de precisar las propiedades del cemento producido en La Vega. Su propio proyecto resultaba el conejillo de indias más adecuado y pocos eran los profesionales que podían hacerse cargo de un edificio experimental como aquel, que adoptaba “para los muros, pisos y cubiertas, una construcción monolítica de cemento armado” (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 132). Cuando el ingeniero expone la descripción del edificio, los muros del que sería el edificio más alto de Caracas –con sus cinco niveles de depósito– aún estaban en construcción. Describe los cálculos para la composición del concreto en los entresuelos y luego, al referirse a muros y tabique indica: “Estas mismas proporciones del concreto han sido usadas en los muros y tabiques, hasta la altura actual de cinco a seis metros, y la tasa de hierro usada en consolidarlos ... se ha aumentado en los lugares de mayor trabajo, de acuerdo con los resultados del cálculo” (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 132). El ingeniero diferenciaba estos muros de los tabiques en la parte administrativa del edi-

ficio, construidos en mampostería mixta aprovechando el material de demolición del antiguo edificio en el solar, del mismo modo en que su colega Briceño Arismendi había hecho en el edificio para Telégrafos y Teléfonos.

No es de extrañar la selección del proyectista ganador del concurso como constructor para la terminación del edificio, pues su experiencia con el uso de cementos importados se remonta a las primeras obras de su carrera y no había sido casualidad que ganara el concurso para un edificio concebido desde su comienzo en concreto armado. La obra volvía a las manos de Chataing por razones técnicas bajo las consideraciones proyectuales de otro.

La sección administrativa, hacia el frente, protagonizada por el vestíbulo y la escalera de acceso a las dependencias ubicadas en la segunda planta, tenía una distribución que se ajustaba, como todo el edificio, a la más estricta simetría compositiva. La arquitectura muraria del eclecticismo historicista había configurado un espacio de recepción que se adecuaba a las nuevas disponibilidades técnicas y constructivas en Venezuela en el siglo XX.

Por esos mismos años centenarios de Latinoamérica, Auguste Perret hacía dos escaleras lineales simétricas en el vestíbulo del Teatro Champs Elysées, de apariencia tan ligera como resultaba la notable estructura porticada del edificio. La experiencia técnico-constructiva se mantenía apegada a la tradición compositiva pero generaba un espacio enormemente diferenciado de otras grandes escaleras anteriores, con estructura de concreto, en la tradición académica, como el espacio para la celebrada escalera en el vestíbulo de la Académie Nationale de Musique-Théâtre de l’Opéra de París, edificio inaugurado en 1875 y realizado en un tiempo en que el material no era exhibido ni en su tectónica ni con grandes alardes estructurales, para entonces poco probables con la calidad del cemento disponible.

Con dimensiones notablemente ajustadas al espacio que la contiene, a la escala de la ciudad en que se construían, vestíbulo y escalera fueron proyectados en el edificio para Registro y Archivo de Caracas de acuerdo a esas imágenes de la arquitectura europea con evidentes intenciones representativas. Por ser esta primera sección el área para recepción de público, fue realizada con acabados y pinturas ornamentales en sus paredes así como con mayor altura entre pisos que el resto del edificio (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 131)<sup>12</sup>.

Detrás de esta primera sección se encuentra el área de archivos, que conserva la simetría que se evidencia desde la fachada y en toda la planta, con un diseño derivado estrictamente de la función del edificio (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 130). De uso reservado a los empleados, muestra cualidades ajustadas a las necesidades de almacenamiento, con la altura indispensable entre pisos para permitir la mayor acumulación de archivos y con los acabados más sencillos concebibles en un diseño de tradición ecléctica historicista<sup>13</sup>.

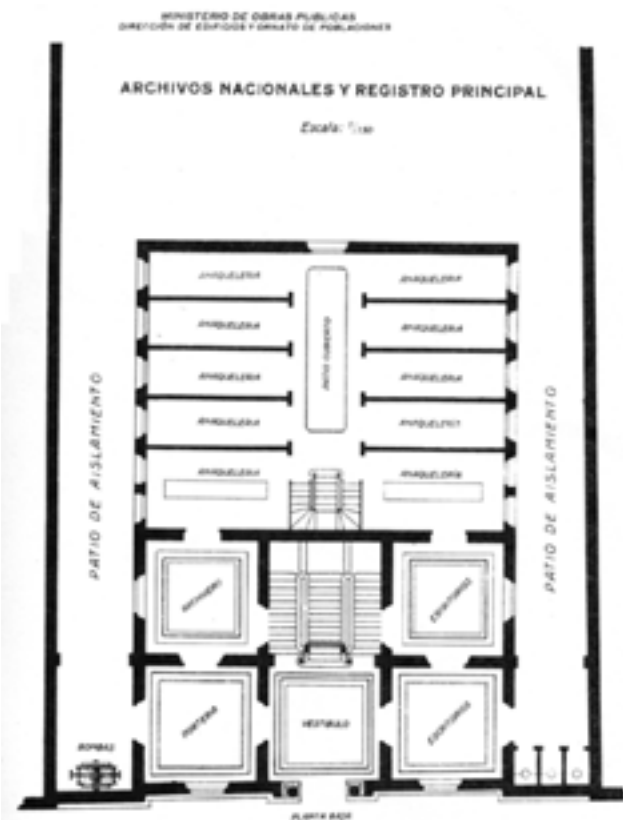
La simetría condujo a la composición, en esta segunda sección del edificio, de una escalera similar a la principal con un tramo central y dos laterales: “En la parte destinada al archivo, una cómoda escalera de cemento armado dará fácil acceso a los 5 pisos en que se halla distribuido” (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 132). Más que cómoda, terminaría siendo construida una escalera de dimensiones mínimas, apropiadas para la función que cumple y sin

nada más allá del “decoro” que debía tener como parte de los depósitos de un edificio público.

La separación del edificio en dos secciones programáticamente tan distintas resultó en dos áreas con diferentes alturas, calidades espaciales y acabados. Debido a la consideración del carácter en la sección destinada al público y la sencillez funcional del depósito, vuelve a ser difícil no pensar en la Biblioteca Nacional francesa, cuyo depósito ha sido visto como uno de los pioneros del funcionalismo en la arquitectura moderna (Giedion, 1941)<sup>14</sup>.

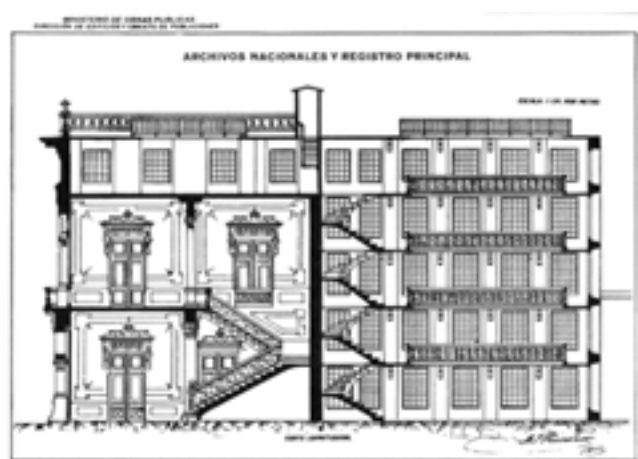
El Edificio para Registro Principal y Archivo Nacional destaca entre los construidos en su tiempo, tal como se expresa en la Revista Técnica del MOP una vez terminada la obra: “es, a nuestro juicio, la que tiene, bajo el punto de vista técnico, mayor interés, por ser la primera obra pública importante en que se ha empleado extensamente el cemento armado” (Herrera Tovar, julio 1912, p. 335). Efectivamente, habían pasado diez años desde los muros

Plano 11  
Edificio para Registro Principal y Archivo Nacional, planta. M.F.Herrera Tovar, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 3, pp. s/n.

Plano 12  
Edificio para Registro Principal y Archivo Nacional, sección. M.F.Herrera Tovar, 1911.



Fuente: Revista Técnica MOP, 3, pp. s/n.

de cemento en las casas que Alberto Smith construyera en El Paraíso, arquitectura de uso privado en la que el ingeniero utilizara materiales extranjeros. El Centenario de la Independencia, como parte de sus eventos conmemorativos, promovería la realización de un edificio público trascendental para la ciudad, que avanzaba en el empleo del concreto con cemento nacional por parte de dos notables profesionales en todo un ciclo de experiencias, pero siempre apegados a los cánones de la tradición académica.

En la descripción que hace Herrera Tovar de la fachada principal del edificio, se hace notar la evidente separación entre estructura y ornamento: "...en su composición se ha tenido especial esmero en poner de manifiesto el sistema de construcción empleado en cada una de sus partes, pues que prestándose el cemento armado para los detalles decorativos, se reservaron en la fachada partes lisas para ser construidas con aquel material, que sirviendo como de esqueleto sólido, constituyera la parte constructiva del edificio, y apoyadas en ella es que se construirán con materiales mejor apropiados las partes ornamentales que se agrupan principalmente alrededor de la entrada y de las luces en general. Este procedimiento, esencialmente racionalista ha permitido dar a la fachada un carácter especial bastante en armonía con el destino del edificio" (Herrera Tovar, mayo 1911, p. 134).

Los elementos ornamentales serían encargados, cuando la culminación de la obra estuviera en manos de Chataing, a Angel Cabré i Magriñá, quien ejecutaría una larga lista de ménsulas, balaustres, capiteles, molduras y porrones<sup>15</sup>. Los muros serían la base para la colocación de esas piezas, que incluían las 36 letras de 17 centímetros de alto con el nombre del edificio. Chataing proporcionaba a la terminación de la notable pieza experimental para el cemento venezolano no sólo su experiencia constructiva sino la gerencia de todos los acabados que producía un artista como Cabré o la fábrica de mosaicos y piedra artificial de Chelini, de la que él mismo era socio. Aun cuando terminara un edificio bajo proyecto ajeno, se beneficiaba de esa gran experiencia, de su significado entre los edificios públicos de Caracas y de la provisión de materiales y componentes para sus acabados definitivos.

Si bien para 1910 la arquitectura moderna internacional daba pasos hacia importantes cambios en el diseño, en Venezuela todavía pasarían algunos años para que estos nuevos conceptos afectaran el trabajo de los profesionales

de la construcción. Mientras tanto, convivirían las técnicas y los materiales más novedosos de la industria nacional con los conceptos representativos de la arquitectura decimonónica que continuaba manifestándose en el empeño de construir la imagen de una ciudad capital.

### Continuidad ecléctica y continua experimentación

Después de esos años, cuando se construyeron las obras comprometidas desde 1909 con la celebración del Centenario, se produjo un descenso notable en el presupuesto del Ministerio de Obras Públicas destinado a infraestructura urbana y edificaciones, para dar prioridad a las obras relativas a la infraestructura territorial. Además, con la crisis bélica de 1914 el acero se hizo escaso y costoso, no sólo para su uso en estructuras a la vista, sino para el armado del concreto, con lo cual su utilización se redujo al mínimo entre las escasas obras de arquitectura que permitía el presupuesto público. Pero pocos años después de construidos los edificios del Centenario, el Nuevo Circo de Caracas se gestaba como iniciativa privada del General Eduardo G. Mancera y un grupo de accionistas. Representó una de las pocas oportunidades para el proyecto y construcción de una obra de grandes dimensiones en la ciudad en años en los que, además, se instituía Maracay como capital política de Venezuela.

Iniciado en 1916 e inaugurado el 26 de enero de 1919, luego de dos proyectos, el Nuevo Circo sería víctima de numerosos contratiempos, económicos y técnicos. Para su construcción, bajo la segunda propuesta, con firma de Chataing, aun cuando desde el principio hubiera sido el elegido para la obra, se había designado también a Luis Muñoz Tébar (Marín, 2006, pp. 25-27), quien fallece en 1917. Inmediatamente después de confirmarse esta designación como arquitecto a cargo de las obras, un viaje a Estados Unidos no sólo proporcionaría materiales para la construcción del Nuevo Circo, sino su representación por parte de Chataing, anunciada en las páginas de la Revista del Colegio de Ingenieros en los años por venir. El arquitecto y constructor se afianzaba como empresario integral para las grandes obras públicas y privadas de la capital y sus alrededores.

A finales de 1916 llega a Caracas el acero negociado en Nueva York para armar el concreto en que se emplearía el cemento de la fábrica en La Vega. Citas de la prensa que reseñó su inauguración se refieren a que “toneladas de sacos de arena que las gradas sostuvieron durante las pruebas de resistencia, inconvencionales, son prueba de la solidez de la formidable estructura de hierro y cemento” (Montefusco, 1969, p. 35). Ésta, por primera vez en el país era un aporcado de concreto armado, una trama estructural consistente en tres vigas anulares concéntricas que soportan las vigas inclinadas, a pequeños intervalos, sobre las cuales se vació la gradería que permitiría las mayores concentraciones de personas hasta entonces vistas en Venezuela. Nuevamente la estructura se vinculaba inseparablemente a la composición beauxartiana. La geometría contribuía en gran medida a la configuración radial mientras el carácter del edificio, que anuncia su uso taurino, venía dado por una composición monumental, con un arco y dos torres protagonizando una fachada donde lo hispano árabe llamaba a la memoria de sus usuarios y de los ciudadanos que pasearan por aquel suburbio de Caracas.

Al haber logrado con el Nuevo Circo una innovación constructiva fundamental en el país, las obras de Chataing continuarían incluyendo el concreto armado como material constructivo básico, mantendrían las configuraciones murarias en una tradicional asociación entre forma y función, combinados con pórticos ajustados a la composición tradicional que siguieron conservando sus edificios. Casi diez años más tarde, su última obra, el Hotel Miramar en Macuto, así lo demuestra. Composición y carácter

seguían siendo las premisas fundamentales de una arquitectura que se apoyaba en los materiales más novedosos de la Venezuela de ese tiempo.

### Como provisoria conclusión

La experimentación con el concreto, mezcla del producto local con el acero extranjero para las armaduras, no sería lo más destacado en el discurso ni en la imagen de la arquitectura realizada con motivo del Centenario de la Independencia. De ahí que el trabajo de los profesionales venezolanos no pueda compararse con la imagen de las obras de algunos de sus contemporáneos europeos como las mencionadas de Auguste Perret o el Palacio para la Exhibición del Centenario en Breslau, hoy Bratislava, en el que Max Berg (1870-1947), contemporáneamente a los centenarios latinoamericanos, construía con 69 metros de diámetro la más ambiciosa cúpula con arcos radiales en concreto armado (Centennial Hall, 2007).

La voluntad experimental con las estructuras que predominó en el trabajo del arquitecto francés o del alemán es de radical vanguardia, mientras que el contexto venezolano mantuvo un tradicional apego a la construcción muraria. Sin embargo, aun cuando la arquitectura en el contexto en que trabajaron Chataing y sus colegas en el tiempo del Centenario de la Independencia estaba lejos de las experiencias con estructuras con grandes distancias sin apoyos intermedios que tempranamente tuviera Perret la oportunidad de ensayar, su obra puede ser vista como

Foto 1  
Prueba de carga en la gradería durante la construcción del Nuevo Circo.



Fuente: Rivero, 1992, p. 65

Foto 2  
Nuevo Circo de Caracas, vista. Alejandro Chataing, 1916-1919.



Fuente: Rivero, 1992, p. 65



una continua experimentación con las posibilidades que le ofrecían nuevos materiales y técnicas constructivas. Las prioridades de la formación profesional de Chataing condicionaban, desde la tradición académica del siglo XIX, una obra que buscaba la composición proporcionada, clara y funcional de las plantas, así como un carácter que, a través del eclecticismo historicista marcaba un sello personal a sus edificios y, por extensión, una nueva estética a la ciudad en la que éstos se multiplicaban.

En ese sentido, sí puede compararse el aporte de Perret, Berg, Herrera Tovar o Chataing al contexto arquitectónico en que desarrollaron su trabajo: la ligereza de las estructuras de concreto a la vista en París y el logro de una nueva monumentalidad en Bratislava, fueron aportes fundamentales como lo fue el empleo decidido del material nacional, así como la modernización de la figura del arquitecto, como constructor y empresario, en el panorama profesional de Caracas.

En Venezuela, la figura de Alejandro Chataing es de gran trascendencia para la historia de una arquitectura que, en los años por venir, dará prioridad al concreto armado como forma de expresión y como campo para el desarrollo técnico de la construcción. Su obra será reflejo de la tradición ecléctica decimonónica hasta su fallecimiento en 1928. Su relevo llegaría de Francia, con legítima formación en la École des Beaux Arts, pero la maduración en el uso del concreto llegará a la obra de Carlos Raúl Villanueva luego de trabajar con la estética y las técnicas constructivas murarias vinculadas a su formación y a la arquitectura que en primera instancia haría en Venezuela. Más tarde experimentará con otra estética y con la monumentalidad de las grandes estructuras, cuando esa fuera una opción escultórica plenamente manejada en la arquitectura internacional de su tiempo.

## Notas

- 1 Zawisza, L. (1989) *Arquitectura y obras públicas en Venezuela: siglo XIX*. Caracas: Presidencia de La República. Sobre las nociones de composición y carácter en la tradición arquitectónica francesa véanse: Banham, 1960; Drexler (edit.), 1977; Rowe, 1978.
- 2 La investigación más importante que sobre el arquitecto se ha publicado (Hernández de Lasala, 1990) no menciona si Malaussena empleó el concreto armado en sus obras. Algunos investigadores (Zawisza, 1989; Caraballo, 1983) se refieren al uso de cemento importado en pavimentos y otros elementos de mobiliario urbano durante los últimos veinticinco años del siglo XIX.
- 3 Desde entonces sería Eusebio Chellini gerente y director de la fábrica, con una junta directiva constituida por Juan Francisco Stolk, Isaac de Sola y Alejandro Chataing (Chellini, febrero 1912, p. 85).
- 4 Usos estructurales en obras de infraestructura previas fueron aislados y entre ellos destaca la combinación de hierro revestido con cemento, así como fundaciones de tubos de hierro rellenos con cemento en el muelle de Puerto Cabello, a cargo de Norbert Paquet (Arcila Farías, 1961).
- 5 Se ha precisado la fundación de la Fábrica Nacional de Cementos el 21 de noviembre de 1907, mientras en su informe, publicado en la Revista Técnica del MOP N° 3, Alberto Smith indica septiembre de ese año. La compañía se constituyó con 3.260 acciones con Smith como presidente y con una junta directiva constituida por Pedro Paúl, Pedro H. Salas Camacho, Rafael Mata y Ricardo Zuloaga (Rivero, 1992, p. 58). Smith viajaría a consultar a E. Candlot y a Schoch, visitando grandes centros productores de cemento portland como Alsen AG de Hamburgo y las fábricas en Rüdersdorf, así como en Boulogne sur Mer, para comprar los equipos en Krupp-Grusonwerk de Magdeburg (Smith, marzo 1911, pp. 140-149).
- 6 El decreto presidencial ordenaba, entre otras obras de infraestructura, la construcción de un edificio para la Biblioteca Nacional, un edificio a prueba de incendios para la Oficina Principal de Registro Público y Archivo Nacional, un edificio para Operaciones Quirúrgicas, en las inmediaciones del Hospital Vargas, y un edificio de Correos y Telégrafos Nacionales (Memoria MOP 1910, p. xxvi-xxvii). Otras también serían realizadas con cargo al presupuesto del Centenario, como el Instituto Anatómico, y las reformas del Panteón Nacional y de la casa natal del Libertador.
- 7 Nuestros grabados: Concurso oficial para el Centenario (1910), *El Cojo Ilustrado*, 448, 15 agosto, p. 479.
- 8 Decreto para la Celebración del Centenario de la Independencia (1910). Memoria del Ministerio de Obras Públicas, pp. XVI-XXXIII; El programa del Centenario (por el Ejecutivo Federal) (1910). *El Cojo Ilustrado*, no. 440, 15 abril, pp. 252-253.
- 9 El informe de Herrera Tovar indica que aún no es completamente satisfactoria la arquitectura del Panteón: "No tiene el Panteón, en verdad, una fachada adecuada, ni es fácil hacer en ella modificaciones que hagan presumir al que la contempla el destino del edificio; y bien que el proyecto presentado no realiza este ideal, sí logra, al menos, armonizar los diversos elementos y darle cier-



- ta unidad de que carece, a su estilo" (Herrera, julio 1911, p. 324). La imperativa necesidad de remozar el edificio para la fiesta patria no había dado la oportunidad para una reforma integral del edificio y así quedada abierto el camino a las modificaciones radicales que llegarían de la mano de Manuel Mujica Millán en 1930.
- 10 La cubierta de ese perímetro sería del mismo material, como también el "entrepiso del salón de adelante, encima del vestíbulo, que es formado por nervios de cemento armado, en forma de durmientes, y sobre ellos una plancha cortina de la misma construcción" (Chataing, julio 1911, p. 235).
  - 11 "No se creyó prudente pasar de la cifra 28 kilogramos para el concreto por tratarse del cemento nacional, cuyas constantes específicas no son suficientemente conocidas todavía; pero es justo hacer constar que experimentos posteriores de la serie comparativa que ha iniciado el Ministerio de Obras Públicas, permiten esperar que se puedan establecer cifras más altas en lo porvenir" (Herrera Tovar, marzo 1911, p. 131). Al tiempo que se construía el Edificio de Registro Público y Archivo Nacional, Herrera Tovar realizaba los ensayos con el cemento producido en el país, comparándolo con los cementos extranjeros a partir de los datos proporcionados por Alejandro Chataing y Germán Jiménez (Smith, marzo 1911, p. 149). Su publicación resumía el resultado de ensayos por flexión del material y serían un sistema de tablas para calcular su resistencia sumamente útil para los ingenieros venezolanos (Herrera Tovar, M.F. (octubre 1911) "Constantes específicas del cemento armado", Revista Técnica del MOP, 10. Caracas: Ministerio de Obras Públicas, pp. 465-478).
  - 12 La demarcación de usos y usuarios distintos a estas dos secciones del edificio es clara, como en el acabado de las paredes, también en los pisos, pues si bien la sección de archivos es de sencillo cemento pulido, "el pavimento del vestíbulo, así como el de las salas adyacentes, es de mosaico estampado, sistema y modelos últimamente introducidos en la industria nacional, con ventajosas condiciones de novedad, belleza y solidez" (Chataing, 1912, p. 201-202). Más información sobre estos materiales en: Chellini, febrero 1912, pp. 85-89.
  - 13 Los dibujos originales del Herrera Tovar expresan exactamente los criterios con los que se construiría el edificio en sus distintas etapas, cuando toda la secuencia de patios y celdas de almacenamiento estuviera terminada (previendo la primera de ellas con una vigencia de 60 u 80 años). La tercera sección del edificio es la ampliación construida en la década de los cuarenta, ya prevista en el proyecto de Herrera Tovar y que mantiene la composición de la segunda, en continuidad espacial y funcional.
  - 14 análisis reciente de esta valoración que ha marcado la obra de Labrouste puede verse en Moos, 2002.
  - 15 La lista de piezas encargadas a Cabré se encuentra entre los documentos sueltos referidos a la construcción del edificio en el Archivo General de la Nación en "Presupuesto para la ornamentación en cemento del edificio en construcción "Archivos Nacionales y Registro Principal", con fecha 4 de marzo de 1911.

## Referencias bibliográficas

- Banham, R. (1960) La tradición académica y el concepto de composición elemental en *Teoría y diseño en la era de la máquina*. Buenos Aires: Nueva Visión, 1971.
- Briceño Arismendi, L. (1911) Edificio para Telégrafos y Teléfonos Nacionales. *Revista Técnica del MOP*, 7, julio, pp. 326-329.
- Britton, K. (2001) *Auguste Perret*. Londres: Phaidon.
- Caraballo Perichi, C. (1983) Obras públicas en la Venezuela del Centenario del Natalicio del Libertador, en *Venezuela 1883*. Caracas: Congreso de la República, vol. 2, pp. 95-195.
- Centennial Hall* (2007) Disponible en <http://www.centennialhall.eu/>, recuperado el 5 de junio de 2009.
- Chataing, A. (1911) Edificio del Panteón Nacional. *Revista Técnica del MOP*, 4, abril, pp. 173-174.
- Chataing, A. (1911) Biblioteca Nacional. *Revista Técnica del MOP*, 7, julio, pp. 325-326.
- Chataing, A. (1912) Documento N° 184 (Informe de terminación del edificio para Registro Público y Archivo Nacional). *Memooria del MOP*, Vol. 2, pp. 201-202.
- Chellini, E. (1912). Fábrica Nacional de mosaicos, tubos de cemento y piedra artificial. *Revista Técnica del MOP*, 14, febrero, pp. 85-89.
- Drexler, A. (editor) (1977) *The architecture at the Ecole des Beaux Arts*. Nueva York: The Museum of Modern Art.
- Giedion, Sigfried (1941) *Space, Time and Architecture*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hernández de Lasala, S. (1990) *Malaussena. Arquitectura académica en la Venezuela moderna*. Caracas: Fundación Pampero.
- Herrera Tovar, M.F. (enero 1911). Edificio para Operaciones Quirúrgicas. *Revista Técnica del MOP*, 1, pp. 35-36.
- Herrera Tovar, M.F. (1911) Edificio para Registro Público y Archivo Nacional. *Revista Técnica del MOP*, 3, marzo, pp. 130-134.

- Herrera Tovar, M.F. (1911). Edificio del Panteón Nacional. *Revista Técnica del MOP*, 7, julio, p. 324.
- Herrera Tovar, M.F. (1912). Sala Técnica del MOP. Sección de edificios y ornato de poblaciones. Informe anual para la Memoria de 1912. *Revista Técnica del MOP*, 19, julio, pp. 334-344.
- Marín, O. (2006) *Nuevo Circo de Caracas*. Caracas: Instituto Metropolitano del Patrimonio Cultural de Caracas.
- Martínez, C.A. (1911). Instituto Anatómico. *Revista Técnica del MOP*, 4, abril, p. 176.
- Montefusco, M. (1969) Los 50 años del Nuevo Circo. *Elite*, febrero, 2262. Caracas, pp. 34-37.
- Richard-Bazire, A. (2001) Jean-Louis Pascal et la création de la salle des périodiques de la Bibliothèque nationale (1883-1936). *Li-vraisons d'histoire de l'architecture*, 1. Extraído el 10 de enero de 2009 de <http://lha.enc.sorbonne.fr/document175.html>
- Rivero, A. (1992) *La Vega, en concreto*. Caracas: Empresas Delfino.
- Rowe, C. (1978) Carácter y composición o algunas vicisitudes del vocabulario arquitectónico del siglo XIX, en *Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Silva Contreras, M. (2001). El concreto en Venezuela: las décadas de ensayo, en revista *Tecnología y Construcción*, 17-III. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV, pp. 9-26.
- Smith, A. (1911). Fábrica Nacional de Cementos. *Revista Técnica del MOP*, 3, marzo, pp. 140-149.
- Van de Voorde, S. (2009) Hennebique's Journal Le Béton Armé: A close Reading of the Genesis of Concrete Construction in Belgium. *Proceedings of the III International Congress on Construction History*, Cottbus, vol. 3, pp. 1.453-1.461.
- Zawisza, L. (1989) *Arquitectura y obras públicas en Venezuela: siglo XIX*. Caracas: Presidencia de La República.

# PUBLICACIONES CDCH - UCV 2008

• Bifano, José Luis  
**LUCES ENTRE SOMBRAS.**  
La UCV, el CDCH y la investigación universitaria

• Borges Iturriza, Julio, Mario De Bastos y Maritza Cotúa  
**SITUACIONES CLÍNICAS EN NEUROLOGÍA**

• Durand Parodi, Mario  
**TOMA DE DECISIONES  
EN EL PACIENTE CON ASCITIS**

• Hernández, Ángel G.  
**EL DESARROLLO COMO PROBLEMA**  
¿Igualdad de qué?

• Nikken, Pedro  
**CÓDIGO DE DERECHOS HUMANOS**  
(1ª. reimpresión de la 2ª. edición)  
(Coedición con Editorial Jurídica Venezolana)

• Rangel, Ana Lisett, Rosa Lacasella,  
María Teresa Guevara y Miriam Dembo  
**GUÍA DE ACTIVIDADES: DRAMATIZACIÓN.**  
**PARA EL DESARROLLO TEMPRANO**  
**Y OTROS PROGRAMAS DE ATENCIÓN AL NIÑO**

• Rangel, Ana Lisett, Rosa Lacasella,  
María Teresa Guevara y Miriam Dembo  
**GUÍA FUNCIONAL: DISCRIMINACIÓN.**  
**PARA EL DESARROLLO TEMPRANO**  
**Y OTROS PROGRAMAS DE ATENCIÓN AL NIÑO**

• Rangel, Ana Lisett, Rosa Lacasella,  
María Teresa Guevara y Miriam Dembo  
**GUÍA FUNCIONAL: LENGUAJE.**  
**PARA EL DESARROLLO TEMPRANO**  
**Y OTROS PROGRAMAS DE ATENCIÓN AL NIÑO**

• Rangel, Ana Lisett, Rosa Lacasella,  
María Teresa Guevara y Miriam Dembo  
**GUÍA FUNCIONAL: NÚMERO.**  
**PARA EL DESARROLLO TEMPRANO**  
**Y OTROS PROGRAMAS DE ATENCIÓN AL NIÑO**

• Rosales, Elsie, Carmelo Borrego y Gilda Núñez  
**SISTEMA PENAL Y ACCESO A LA JUSTICIA**

• Texera A., Yolanda  
**EL SURGIMIENTO DE LA BIOLOGÍA ACADÉMICA**  
**EN VENEZUELA 1946-1958**



Nuestras publicaciones pueden ser adquiridas en el Departamento de Relaciones y Publicaciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, ubicado en la Av. Principal de La Floresta, Quinta Slenia, La Floresta, Caracas.

Teléfonos: 286.8648 (Directo) 284.7077 – 286.7666 • Fax: Ext. 244 • E-mail: [publicac@movistar.net.ve](mailto:publicac@movistar.net.ve)

Igualmente, están a la venta en la librería de la Biblioteca Central, PB. Ciudad Universitaria, UCV y en el portal [www.lalibreriadelaucv.com](http://www.lalibreriadelaucv.com)  
Toda la información inherente al Programa de Publicaciones puede ser consultada en [www.cdch-ucv.org.ve](http://www.cdch-ucv.org.ve)

## Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción Trabajos de la V Especialización

*Beatriz Hernández*

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

En el marco del Programa de Postgrado que lleva a cabo el Instituto de Desarrollo Tecnológico de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela se ha dado la V cohorte de Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (2008-2009). En esta oportunidad se ha contado con un nutrido proceso de desarrollo de proyectos, caracterizados por la resolución de problemas constructivos y su aplicación en el contexto que actualmente demanda la construcción edilicia de nuestra sociedad.

Cabe destacar que es cada vez más inminente en los profesionales que cursan nuestro postgrado, adquirir y profundizar los conocimientos necesarios para la solución racional y adecuada para la construcción sostenible en aquellos ámbitos en los cuales es necesario.

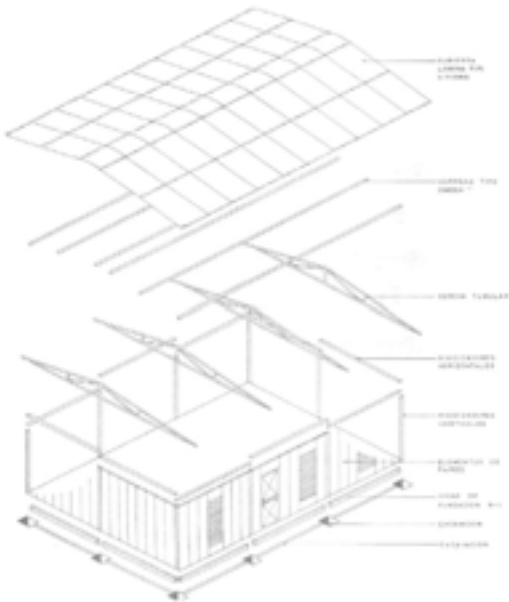
Conducidos bajo esta visión, los proyectos son dirigidos bajo conceptos básicos, entre otros: construir bien desde el principio, disminuir el consumo energético, y cero desperdicios además de contribuir con mejoras en la habitabilidad de las edificaciones, como visión integral de la arquitectura. Estos proyectos tienen entre sus características el uso de materiales como el acero, el concreto o el poliestireno expandido, propios de nuestra industria básica en temas como el crecimiento de la vivienda progresiva. Así mismo, el tema de las fachadas en oficinas para el trópico ha sido un proyecto desarrollado en esta ocasión con posibilidades y alcances interesantes en la combinación de iluminación y ventilación pasiva conjuntamente con el estudio arquitectónico y constructivo de la madera, con características locales, determinantes para su desarrollo. Otro concepto que no podemos dejar de lado es el reciclaje como tema inserto en la reutilización constructiva como, por ejemplo, el uso de los contenedores metálicos de transporte marítimo después de las entregas en puerto. En este sentido se estudia una posibilidad de convertirlos en espacios acondicionados y habitables para diversas funciones necesarias en las capitanías de puertos.

### *Resumen de los proyectos.*

En la oferta que el Programa ofrecerá en el corto y mediano plazo se dará continuidad con mayor profundidad al desarrollo de proyectos de construcción sostenible así como también a cursos para aquellos profesionales interesados en cursos de Especialización y de Maestría, como también Cursos de Ampliación de Conocimiento (CAC) y Diplomas de Perfeccionamiento Profesional (DPP), estos dos últimos acreditables a los distintos postgrados, según el área que se escoja. Los DPP vendrán a complementar aquellos estudios de cuarto nivel para profundizar en un tópico o área de estudio que se requiera en corto plazo, sin producir trabajos finales de grado o especiales para egresar del curso.

### Desarrollo vertical a dos niveles de viviendas unifamiliares con el sistema constructivo Viposa.

*Alberto Rodríguez. Tutor: Alfredo Cilento S.*



Las necesidades sociales, en este caso la de la vivienda es un factor de progreso técnico. En este trabajo poniendo énfasis en el concepto de desarrollo del Sistema Viposa a dos niveles y la progresividad de la vivienda, se aborda el desarrollo incremental del Sistema Constructivo Viposa. Enfocado en el desarrollo y crecimiento vertical de viviendas unifamiliares hasta dos niveles, por medio de la composición de pórticos (columnas-vigas) y paneles modulares de cerramiento, colaborantes, sin pérdida de su código estructural y portante en los cerramientos.

Se organiza la composición del sistema con uniones mixtas (uniones secas entre sus componentes de columnas-vigas exceptuando las uniones entre paneles (uniones húmedas).

La influencia de estos componentes colaborantes en la composición estructural de los cerramientos, combinados con nuevos elementos de concreto, aportan así una nueva estructura sismo-resistente, flexible, confiables en su control de calidad, promoviendo el campo de estudios y propuestas arquitectónicas en viviendas, dentro del Sistema Constructivo Viposa.



### Reutilización de contenedores marítimos para inspectorías de pesca

*Gladys C. Hernández. Tutor: Idalberto Águila*

El presente trabajo aspira aplicar un proyecto arquitectónico específico en la propuesta de reutilización de contenedores de transporte marítimos provenientes de la construcción de plantas procesadoras de pescado adquiridas en compra internacional por el Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) a través del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, para el diseño de Inspectorías de Pesca pertenecientes al mismo Instituto, las cuales funcionarán como oficinas públicas para el control de actividades pesqueras y acuícolas a nivel nacional.

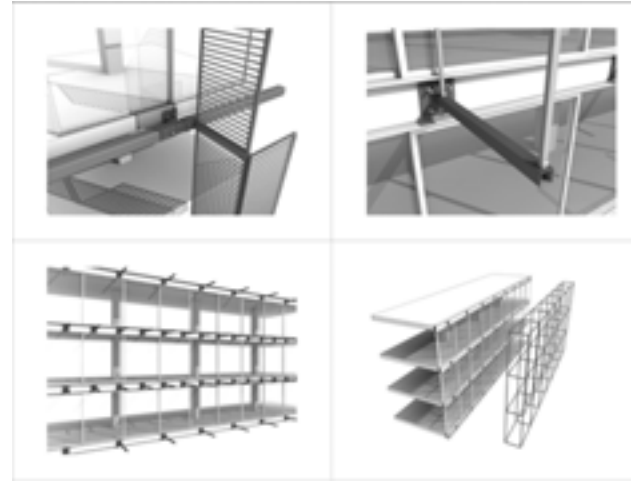
Se desea realizar un planteamiento basado en atacar el problema del impacto ambiental del transporte de mercancía internacional, específicamente contenedores marítimos de ISO 20' Y 40', beneficiándolos a través de la construcción, aplicando el conjunto de estrategias generales para lograr una arquitectura sostenible.

Se toman en cuenta aspectos tales como costos de aplicación, forma y tiempo de instalación, factibilidad de la misma, compatibilidad dimensional y modular, así como aspectos de habitabilidad y sostenibilidad. El trabajo aporta varias soluciones aplicables a variadas combinaciones constructivas con los contenedores, dependiendo del lugar donde serán instaladas dichas Inspectorías, a pesar de que se enfoca en el caso de estudio ubicado en Capure, municipio Pedernales, estado Delta Amacuro.

## Sistema de parasoles en madera para fachada de edificios de mediana altura.

Tomás L. Méndez. Tutor: Argenis Lugo

El objeto de estudio del presente trabajo es afrontar el problema del ahorro energético de los edificios de oficina a través del desarrollo de una opción de tratamiento de fachadas que disminuya el consumo energético en la edificación. Estudiando las principales causas del gasto energético en oficinas se llega a identificar a los sistemas de acondicionamiento de aire y las fachadas de alta transmisividad de cargas solares como un problema común y determinante en la arquitectura venezolana de los últimos años. Se acompaña a esta reflexión el uso cada vez más frecuente de materiales provenientes de materias primas no renovables, de alto consumo energético en su producción. Dentro de este panorama actual, resulta necesaria una propuesta tecnológica de fachada que siga los lineamientos de desarrollo sostenible y que atienda las exigencias estéticas y arquitectónicas del mercado venezolano. Se propone un sistema de parasoles en madera capaces de mitigar las cargas solares efectivamente reduciendo la necesidad de altos consumos energéticos para el acondicionamiento del aire, sin que esto vaya en detrimento de la iluminación natural de los espacios de las edificaciones.



## Losas de entrepiso y techo para estructuras metálicas

Elio Cabrera. Tutor: Alfredo Cilento

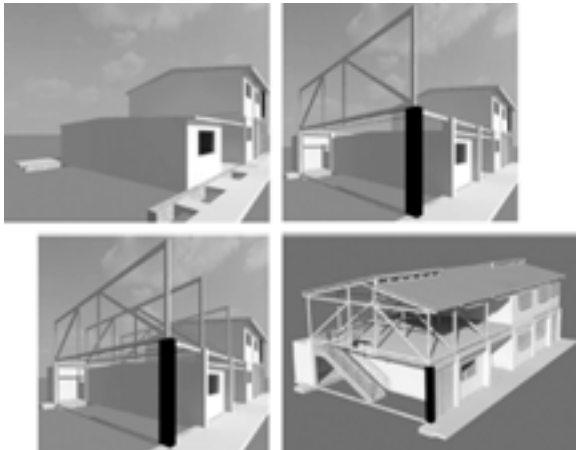
El trabajo consiste en el desarrollo de dos componentes destinados a ser utilizados como losas de entrepisos y techos en estructuras metálicas cuyas características principales estarán orientadas a cumplir con las determinantes siguientes: livianos, de construcción seca, de fácil montaje, ejecutados por etapas, desmontables y lo más importante, económicos. Todo ello, bajo los criterios de sostenibilidad.

Para cumplir con este propósito, se ha seleccionado como caso de estudio el Sistema de Estructura Metálica IDEC-SIDETUR, desarrollado de manera conjunta por el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción y la empresa Siderúrgica del Turbio C.A., a fin de analizar sus componentes y determinar las mejores opciones dimensionales y de soporte para el nuevo elemento a diseñar.

Una vez analizado el sistema constructivo, se estudiarán y se seleccionarán diversos materiales, componentes o sistemas existentes en el mercado, que puedan ser utilizados en el diseño y la fabricación de las losas inicialmente descritas.

Finalmente, se construirá un prototipo de cada una de las propuestas definitivas, sin descuidar aspectos relacionados con su resistencia estructural, factibilidad constructiva y económica.



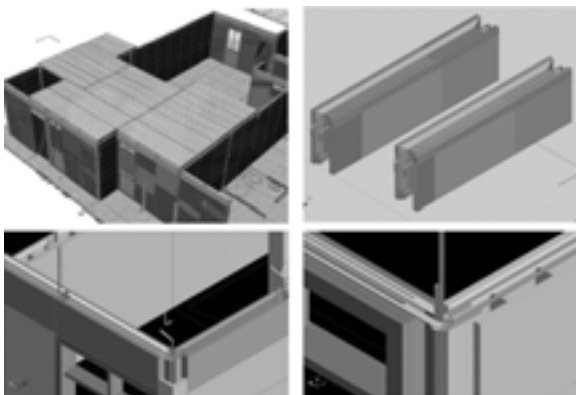


**Crecimiento vertical de viviendas en estructura metálica. Caso: Sector El Entable II. Veredas 2 y 3. Urb. Los Cueros. Mérida.**

*Jesús Angulo. Tutor: Beatriz Hernández*

El desarrollo de este trabajo de Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción está dirigido a la utilización de tecnologías constructivas aplicadas a barrios o sectores populares, en un sector de la ciudad de Mérida conocido como El Entable II, donde se determinaron los factores predominantes del sector, observando como principal agente crítico el hacinamiento familiar dentro de viviendas con ambientes inadecuados debido especialmente a las dimensiones de la propiedad, por lo que se plantea un desarrollo armónico y sostenible a través de un crecimiento vertical sobre la vivienda existente a través de un modelo estructural.

La intención es diseñar un sistema estructural que permita el crecimiento vertical hasta un segundo piso, para su posterior rehabilitación. El modelo estructural está diseñado para no desocupar la vivienda original durante la construcción del crecimiento vertical, utilizando perfiles y materiales locales que estimulen el valor agregado nacional.



**Desarrollo y aplicación del sistema constructivo Vivienda de componentes de concreto y aníme, VICOCA**

*Jaime Villarroel. Tutor: Idalberto Águila*

El presente proyecto consiste en el desarrollo de una propuesta arquitectónica que ofrezca una solución técnica real al problema de la construcción de viviendas de bajo costo, expresado en el desempeño integral de la misma. Este proyecto se centra en la identificación, formulación y resolución de problemas concernientes al tema de la vivienda en lo que respecta a sus aspectos técnico constructivos. En consecuencia, se basa en un enfoque que contempla aspectos tales como el desarrollo de detalles constructivos, aplicación de estrategias para reducir el impacto ambiental en el ciclo de vida útil de las viviendas, elementos de control ambiental, análisis comparativos en cuanto a costos, entre otros.

Los detalles constructivos se consideraron con base en un conjunto de estrategias para una construcción sostenible. En este sentido, se consideraron aspectos ampliamente debatidos en el IDEC, tales como “hacer más con menos”, “disminuir el consumo energético”, “construir bien desde el principio”, “contribuir a la biodiversidad” y “cero desperdicio”.

La aplicación de este sistema tecnológico al desarrollo de viviendas progresivas y de bajo costo nos conduce al diseño de modelos o alternativas concebidas bajo la filosofía de estos importantes preceptos. En este sentido, se ha desarrollado un conjunto de modelos de viviendas sobre la base del concepto de crecimiento progresivo, aspecto que constituye una práctica común en los niveles sociales de menores recursos.



# Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica

*Hebe Vessuri*

## I. Los riesgos de la tecnología

Hoy en día vivimos en un mundo en el que advertimos más y más riesgos y peligros. Las tendencias se asocian a la expansión demográfica y la urbanización, y se perciben como un aumento de la incertidumbre debido a la interconectividad y a los rápidos cambios globales, a los fuertes vínculos entre los riesgos físicos, económicos y sociales, al aumento de la vulnerabilidad respecto de los riesgos tecnológicos, sociales y naturales de potencial catastrófico, a la imprecisión en relación con los patrones y la frecuencia de desastres naturales debidos al cambio global, al aumento exponencial en los pagos de seguros para compensar a las víctimas de tales desastres, a la emergencia de “nuevos” desastres sociales (terrorismo, desencanto, sublevaciones, estrés, aislamiento, depresión), a la creciente importancia de las connotaciones simbólicas de los riesgos, y al elevado potencial, tanto para la amplificación como para la atenuación social de todo lo anterior.

En un estudio reciente sobre la gestión de los riesgos publicado por el Consejo Internacional de Gobernabilidad del Riesgo (IRGC), Renn (2005) sostiene que la evaluación de los riesgos enfrenta tres desafíos principales que pueden ser descriptos usando los términos de “complejidad”, “incertidumbre” y “ambigüedad”. Los desafíos no se relacionan tanto con las características intrínsecas de los riesgos sino más bien con el estado y la calidad del conocimiento disponible acerca de riesgos y peligros. Puesto que los riesgos son constructos mentales la calidad de su poder explicativo depende de la exactitud y validez de sus predicciones (reales). A diferencia de otros constructos científicos, validar los resultados de las evaluaciones de riesgos resulta algo particularmente difícil porque, en teoría, se necesitaría esperar indefinidamente para verificar si las probabilidades asignadas a un logro específico fueron correctamente evaluadas. La complejidad se refiere a la dificultad de identificar y calificar vínculos causales entre una multitud de agentes causales potenciales y efectos observados específicos. La naturaleza de esta dificultad puede rastrearse a efectos interactivos entre estos agentes (sinergismo y antagonismos), largos períodos de retardo entre causa y efecto, variación inter-individual, variables intervinientes, y otras. La incertidumbre es diferente de la complejidad, pero a menudo resulta de una reducción incomple-

<http://www.cinvestav.mx/Portals/0/Publicaciones%20y%20Noticias/Revistas/Cinvestav/enemar%202006/4%20gobernabilidad.pdf>

Hebe Vessuri es investigadora titular y jefa del Departamento de Estudio de la Ciencia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Su vinculación con los temas de riesgos e incertidumbres derivados del desarrollo tecnocientífico se relaciona con su pertenencia al Comité Científico del Consejo Internacional de Gobernabilidad del Riesgo (IRGC) con sede en Ginebra. Es, además, miembro del Consejo de Gobierno de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y preside el Comité Científico Latinoamericano del Foro UNESCO sobre Educación Superior, Investigación y Conocimiento. Para más información sobre sus publicaciones y otras actividades académicas consultar [http://www.ivic.ve/estudio\\_de\\_la\\_ciencia/](http://www.ivic.ve/estudio_de_la_ciencia/)

ta o inadecuada de la complejidad en la modelación de las cadenas de causa-efecto. En el contexto de la evaluación de riesgos es esencial reconocer que el conocimiento humano es siempre incompleto y selectivo, y de esta forma contingente en cuanto a supuestos, afirmaciones y predicciones inciertas (Funtovicz & Ravetz, 1992). Mientras que la incertidumbre se refiere a la falta de claridad respecto a la base científica o técnica para la toma de decisiones, la ambigüedad (interpretativa y normativa) es un resultado de perspectivas divergentes o competitivas sobre la justificación, severidad y “significados” más amplios asociados con una cierta amenaza. En la perspectiva de la gobernabilidad del riesgo, la ambigüedad se entiende como “dando lugar a varias interpretaciones significativas y legítimas de resultados de evaluaciones de riesgos aceptados”.

Por consiguiente, la percepción del desarrollo tecnológico incorpora componentes de incertidumbre, ambigüedad y complejidad, al mismo tiempo que surge cada vez con mayor fuerza la necesidad de aplicar el principio de precaución en la evaluación y el manejo de riesgos que pudieran resultar del propio desarrollo científico-técnico. Examinemos más de cerca este fenómeno a través de un ejemplo.

## II. El caso de las nanotecnologías y la convergencia tecnológica

Las nanotecnologías (NnT) son un conjunto de técnicas que se utilizan para manipular la materia a escala de átomos y moléculas. “Nano” no es un objeto, es una medida. A diferencia de la biotecnología, donde “bio” indica que se manipula la vida, las NnT nos hablan de una escala. Un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro. El verdadero poder de las ciencias de lo nanoscópico reside en la convergencia que se observa como tendencia de la biotecnología, las neurociencias, la informática, la robótica y otras tecnologías (Nordmann, 2004; Ribeiro, 2005). Pese a que la nanotecnología ya está ampliamente en contacto con nuestra vida cotidiana son pocos los estudios sobre sus potenciales efectos negativos en materia de salud y ambiente, y más escasos aún son los referidos al impacto político y militar en las economías, sobre todo de los países del sur.

La constitución social de las tecnologías convergentes plantea un número de cuestiones, en particular: las consecuencias inesperadas y los intereses de quienes poseen y controlan las nuevas tecnologías. El volumen y la historia de las transnacionales implicadas en el desarrollo de la nanotecnología hacen pensar que la batalla por los mercados quedará en manos de las más grandes y agresivas. El factor crucial *a priori* será quién controlará las patentes sobre aspectos clave para el desarrollo de la nanotecnología. Entre 2000 y 2003 las patentes nanotecnológicas otorgadas por la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos aumentaron 50%, llegando a 8.630 en 2003. Los cinco países que lideran la carrera son: Estados Unidos (5.228 patentes), Japón (926), Alemania (684), Canadá (244) y Francia (183). Las cinco corporaciones con mayor número de patentes son IBM, Micron Technologies, Advanced Micro Devices, Intel y la Universidad de California. Actualmente, junto a un número de empresas pequeñas que comenzaron con sectores de la industria nanotecnológica, se encuentran otras como: Exxon Mobil, IBM, Dow Chemicals, Xerox, 3M, Alcan Aluminium, Johnson & Johnson, Hewlett-Packard, Lucent Technologies, Moto-

rola, Sony, Toyota, Hitachi, Mitsubishi, NEC, Toshiba, Phillips, Eli Lilly, DuPont, Procter & Gamble, Kraft Foods, General Mills, Nestlé, PepsiCo, Sara Lee, Unilever, ConAgra, L'Oreal, Bayer y BASF. Hacia el año 2014 se espera que el mercado de la nanotecnología sea del orden de 2,6 billones de dólares americanos, equivalentes a 10 veces el de la biotecnología, e igual a la suma combinada de los mercados de la informática y las comunicaciones.

El interés demostrado por las transnacionales en una etapa tan temprana del desarrollo de las nanotecnologías obedece a su promesa, ya que responden a propósitos muy variados, con aplicaciones o impactos sobre grandes porciones de la sociedad y la economía, con mucho espacio para mejoras inicialmente, con fuertes complementariedades con otras tecnologías y, debido a los efectos de largo plazo sobre los valores, con repercusión potencial sobre las estructuras de poder y las ideas. Incluso, si la nanotecnología se quedara en su primer estadio —la fabricación de nanopartículas de diferentes elementos— se espera que tenga impactos económicos impresionantes. No sólo mediante las patentes, sino también por la sustitución de materias primas. Las nuevas aleaciones de metales con nanotubos y otras nanopartículas están cambiando la aeronáutica, la construcción de automóviles y otras industrias. Ya está avanzada la sustitución del caucho en el área de los neumáticos y del algodón en cuanto a los textiles. En el caso del algodón con la fabricación de tejidos sintéticos más resistentes y, a diferencia del nylon, con la sensación de suavidad y frescura de las fibras naturales. ¿Cuál es el problema? Además de los efectos desconocidos de su interacción con el medio y los organismos (Swiss Re, 2004), en la producción, y quizá también en el uso, casi con seguridad tendrá un fuerte impacto económico negativo sobre los países productores de algodón (Ribeiro, 2005; Etc Group, 2005; Foladori e Invernizzi, 2005).

De hecho, todo lo vivo y lo no vivo está compuesto de átomos y moléculas, y es potencialmente susceptible de ser modificado, manipulado o recreado, transformando sus propiedades y encontrando nuevos usos. La nanotecnología se considera una “plataforma tecnológica” sobre la cual se puede transformar drásticamente el actual estado del arte de casi todos los sectores industriales, incluyendo las áreas biomédica, farmacéutica, cosmética, informática, aeronáutica, automotriz, textil, del caucho, agrícola, alimentaria, de la construcción, la industria química y de materiales, etc. En el mercado existen ya unos 500 productos que usan nanotecnología: protectores solares, cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, textiles (por ejemplo en camisas y pantalones), barnices, recubrimientos y membranas que se aplican a artículos del hogar, chips electrónicos, sensores y dispositivos para diagnóstico. La Fundación Nacional de la Ciencia (NSF) de Estados Unidos estima que en 2012 la mitad de la industria farmacéutica se basará en la nanotecnología (Roco, 2005).

Si los productos que ya están en el mercado generan alarma porque se soslayan sus posibles impactos negativos en la salud y el ambiente, los impactos económicos y de formación de nuevos monopolios transectoriales deberían suscitar más incertidumbre todavía. Para entender de forma simplificada cómo nos afectarán las patentes nanotecnológicas pensemos que fuera posible patentar la letra ‘a’. En ese caso, todos los que usen esa letra deberían obtener permiso y pagar regalías al dueño de la patente. El patentamiento de elementos, átomos o construcciones moleculares tendría ese efecto. Cuanto más pequeño es el objeto de la patente mayores pueden

ser los campos que afecta. El premio Nóbel de Física Glenn Seaborg sentó un peligro precedente al patentar en 1964 dos elementos de la tabla periódica: el Americio (95) y el Curio (96).

En un informe conjunto de la Royal Society y la Royal Academy of Engineering del Reino Unido, de 2004, se concluye que las nanopartículas y los nanotubos se deben considerar como nuevas entidades químicas, y como tales deben ser objeto de evaluación y precaución. Cientos de productos que contienen nanotubos o nanopartículas de diferentes elementos circulan en el mercado sin etiquetado ni advertencia, ya que prácticamente no existen regulaciones sobre este tipo de partículas. Es preocupante porque pueden estar en contacto con nuestra piel, por medio de cosméticos y bloqueadores solares; también en los campos agrícolas, como plaguicidas nanoencapsulados; en nuestros refrigeradores, como aditivos alimentarios, y en nuestro cuerpo, como vehículos para la administración de medicamentos. Además, están presentes en materiales que componen muchos objetos de uso cotidiano, como prendas de vestir (camisas y pantalones "que no se manchan"), artículos de cocina de teflón, filtros de lavarropas, coberturas de hornos, neumáticos de automóviles, pantallas de televisión, teléfonos celulares y muchos más.

Aunque en la naturaleza existen nanopartículas, por ejemplo, en cenizas volcánicas o en nanocristales de sal en el aire del océano, nunca antes habíamos estado expuestos a las nanopartículas artificiales que se están produciendo ahora. Uno de los problemas es el tamaño de tales nanopartículas. Con la miniaturización aumenta la superficie de contacto, y por tanto el potencial reactivo o catalítico de los elementos. Mientras más pequeña es una partícula mayor es su reactividad, por lo que una sustancia que es inerte e inocua en la escala macro o micro puede mostrar características dañinas en la escala nano. Por su tamaño, pueden penetrar a través de la piel y llegar así al torrente sanguíneo, sin que el sistema inmunológico las reconozca. Al entrar en contacto con los tejidos vivos las nanopartículas pueden dar origen a la aparición de radicales libres, causando con ello inflamación o daño a los tejidos, y propiciando posteriormente el crecimiento de tumores (Borm, 2004).

### III. Las perspectivas para la gobernabilidad del riesgo

#### *La ciencia en la economía del conocimiento*

Los países más industrializados usan la ciencia para controlar la economía mundial, convirtiéndola en negocio. Vivimos en sociedades crecientemente fragilizadas. La matriz específica del contexto cambia rápidamente como resultado, por ejemplo, de la pérdida de poder en general de instituciones sociales modernas y cruciales, como el Estado, la iglesia, las corporaciones y la ciencia, aunque pese a sus crecientes debilidades éstas continúan presentándose a sí mismas como sistemas de control social efectivo.

El mayor riesgo en esta materia es el de la ignorancia. Al igual que ha sucedido con el caso de los organismos transgénicos, pero en una escala mucho mayor porque toca prácticamente todos los sectores industriales, las empresas y los gobiernos con frecuencia ignoran el principio de precaución que debería guiar la liberación al consumo y al medioambiente de compuestos construidos artificialmente y sin eva-

luación de sus potenciales impactos negativos. Basta ver cómo las transnacionales farmacéuticas se comportan frente a las necesidades de salud pública, sobre todo en el Tercer Mundo.

Los riesgos para los países en desarrollo son enormes cuando se carece aún de regulación a escala mundial y los intereses de las empresas multinacionales dirigen el rumbo de estas nuevas tecnologías en alimentos, cosméticos y medicamentos, entre otros productos, con un uso tan vasto de un instrumento de apropiación monopólica como en el caso de las patentes nanotecnológicas (Etc Group, 2005). Los argumentos apoloéticos sobre las promesas benéficas, tales como hipotéticos ahorros de energía y de recursos, o aplicaciones médicas, o de beneficio para los pobres, deberían ser sometidos a escrutinio cuidadoso en vista de las experiencias del pasado. En este sentido, se plantean elecciones de política para los gobiernos en relación con las tecnologías convergentes. ¿Debiera el Estado comprar la idea, haciendo así de las tecnologías convergentes un bien público y, en tal caso, en qué etapa? ¿Puede o debe el Estado no comprarla? ¿Debiera haber un "espacio neutral" más allá del alcance del Estado para la experimentación y el desarrollo antes que se tomen decisiones de política pública acerca de tecnologías particulares? ¿Es posible determinar los impactos de la tecnología sobre la cultura, y viceversa?

### *Gobernabilidad del riesgo*

Los esfuerzos relacionados con el uso de la ciencia y la tecnología para el logro de la sustentabilidad ambiental y económica son relativamente nuevos, porque el sistema científico y la sociedad, como un todo, durante mucho tiempo no podían imaginar que seríamos capaces de amenazar las fundaciones mismas de nuestra existencia. Se vuelve difícil generar escenarios robustos para la política del conocimiento, y éstos no son de ninguna manera obvios (Stehr, 2005). Con el aumento en la capacidad de la ingeniería y la ciencia aplicada para construir sistemas crecientemente complejos, los ingenieros, científicos y gerentes han abierto cada vez más la caja de Pandora de la complejidad tecnológica. Como resultado, están teniendo que responder a una crisis de control. La expansión irrestricta del conocimiento científico conduce a demandas de que el nuevo conocimiento y su impacto sean regulados, gestionados de alguna manera, o incluso suprimidos (OECD, 2003).

Los riesgos deben ser manejados de manera explícita y sistemática. Entre las preguntas necesarias de formular en este nuevo campo del quehacer científico-técnico están las siguientes: ¿Cuán fuerte es la base de conocimiento? ¿Qué nuevas investigaciones serían las más importantes? ¿Es posible internalizar el riesgo y la vulnerabilidad en evaluaciones más ampliamente integradas? ¿Qué enfoques sintéticos importantes han evolucionado? El riesgo y la vulnerabilidad han sido concebidos erróneamente. Aparecen en lo residual, o en lo que queda del análisis de los impactos. En cambio, debieran estar en el frente y el centro mismo, y ser analizados antes que evaluar los impactos.

En relación con la necesaria evolución de un marco regulatorio hay un serio déficit de conceptualización adecuada. Falta claridad acerca de los riesgos y hay dificultades para aprehender su naturaleza, así como una ausencia de resultados de estudios de impacto acerca de las implicaciones de la metaconvergencia industrial, e ignorancia de las implicaciones legales y de la contraparte financiera de los seguros. Además,

si el exceso de regulación tiene un efecto negativo sobre la innovación, la ausencia de regulación daña directamente al mercado (Dupuy & Roure, 2004).

### La gestión de la complejidad

La base de conocimiento acerca de estos asuntos es altamente desperejada, constreñida y limitada por el estado subdesarrollado del campo y por la carencia de un marco conceptual general para integrar el conocimiento fragmentario al respecto. Es difícil encontrar marcos conceptuales comunes cuando se tratan diferentes contextos y arenas de riesgos, y cuando hay diferentes áreas y escalas de análisis y distintas fuentes teóricas de los abordajes metodológicos. No obstante, los incipientes marcos conceptuales se están haciendo más amplios en sus bases y más sintéticos e integrados en sus enfoques, permitiéndonos esperar innovaciones gerenciales que surjan de esta actividad de construcción de sistemas.

Será necesario movilizar la ciencia y las tecnologías apropiadas, de manera que se eviten las trampas de agendas de investigación y desarrollo particularistas tanto de los propios grupos de científicos, como de las instituciones o grupos industriales, y contar con instituciones que seleccionen la experticia más apropiada disponible. Esto significa que la política de desarrollo científico y tecnológico a seguir deberá tener un pie en la definición política del problema y el otro en el mundo de la ciencia y la tecnología. Los científicos debieran preocuparse por la percepción social de los riesgos. Tal como lo demostró el caso de los alimentos genéticamente modificados, el público puede preocuparse mucho y boicotear nuevos productos sin que necesariamente tenga una evidencia cuantificada acerca de los riesgos. “Lo que el hombre desea no es conocimiento sino certeza”, afirmó en algún momento Bertrand Russell. Los responsables de las políticas nacionales no pueden producir certezas, pero pueden ayudar a la gente a desarrollar mecanismos para manejar con prudencia la incertidumbre inevitable que se requiere para que las sociedades puedan progresar.

### Referencias bibliográficas

Borm, P.J.A., Nanomaterials: potential human health risks and benefits. Nanotechnology Conference, Swiss Re Centre for Global Dialogue, Ginebra, 6-7 diciembre, 2004.

Dupuy, J. P. & Roure, F., Les nanotechnologies: éthique et prospective industrielle, T 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'Information, Section Innovation et Entreprise, París, 15 noviembre 2004.

Etc Group, Nanotech's "Second Nature" Patents: Implications for the Global South, marzo/abril y mayo/junio, Etc Group Special Report, núms. 87 y 88, 2005 (<http://www.etcgroup.org>).

Foladori, G. y N. Invernizzi, "Nanotecnología: ¿beneficios para todos o mayor desigualdad?", Redes 21, vol. 11, núm. 21, pp. 19-54, 2005. Funtowicz, S. & J. Ravetz, "Three types of risk assessment and the emergence of post-normal science", en S. Krinsky y D. Golding (eds.), Social Theories of Risk, Praeger, Londres, 2002. Nordmann, A., Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies, S&T Foresight Unit of Research Directorate General, Directorate K- Social Sciences and Humanities, Foresight. European Communities, Bruselas, 2004.

OECD, *Emerging Risks in the 21st Century – An Agenda for Action Report*, OECD Publications, París, 2003.

Renn, O., *White Paper on Risk Governance. Towards an Integrative Approach*, International Risk, Governance Council, Ginebra, 2005.

Roco, M. C., “The challenge of transforming and responsible nanotechnology”, Trabajo presentado en el North-South Dialogue on Nanotechnology, Trieste, febrero, 2005.

Ribeiro, S., “Los problemas de la nanotecnología”, serie de artículos basados en el trabajo colectivo del Grupo Etc. La Jornada, México, 29 de septiembre y 4 de octubre, 2005.

Royal Academy & Royal Society of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, Londres, 2004 ([www.royalsoc.ac.uk/policy](http://www.royalsoc.ac.uk/policy) y también [www.raeng.org.uk](http://www.raeng.org.uk)).

SciDev.Net, *Quick Guide on Nanotechnologies*, 2005 ([www.scidev.net](http://www.scidev.net)). Stehr, N., *Knowledge Politics, Governing the Consequences of Science and Technology*, Paradigm Publishers, Boulder y Londres, 2005. Swiss Re, *Nanotechnology. Small matter, many unknowns*, serie “Percepción de Riesgos”, 2005 ([www.swissre.org](http://www.swissre.org)).





## II Congreso Venezolano de Redes y Energía Eléctrica Margarita - Edo. Nueva Esparta. Junio 2009

*Ernesto Lorenzo*

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

El Comité Venezolano del Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas (CIGRE), con el propósito de brindar un foro de encuentro nacional, nutrido de experiencias y conocimientos en las diversas áreas relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, llevó a cabo entre los días 3 y 5 de junio de 2009 en el Hotel Hilton Margarita de la ciudad de Porlamar, estado Nueva Esparta, el II Congreso Venezolano de Redes y Energía Eléctrica, contando con la participación de 134 ponentes y 8 conferencistas nacionales e internacionales.

La Jornada de Inauguración del congreso contó con un brindis patrocinado por el grupo energético español, líder en energía eólica, IBERDROLA, a la vez que se realizó la apertura de una exposición industrial que contó con la participación de 27 empresas proveedoras de productos y servicios vinculados a las áreas de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

En las ponencias presentadas se profundizaron aspectos de interés como la operación y control de los sistemas eléctricos, los mercados y su regulación, nuevos materiales, tecnologías emergentes para sistemas de potencia, energías alternativas y eficiencia energética, siendo este último rubro, el objeto del trabajo presentado titulado: "Ahorro energético en edificaciones mediante la utilización de sistemas pasivos de climatización", el cual tuvo gran aceptación entre los asistentes por considerarlo pertinente en la mitigación de la crítica situación que atraviesa el país en cuanto a la imposibilidad de cubrir la demanda energética nacional, así como por sus repercusiones ambientales.

Como temas de mayor interés destacaron las ponencias relacionadas con la generación de energía eólica en el país. El trabajo titulado "Desarrollo y avances de la energía eólica. Experiencias latinoamericana y europea", a cargo de Guillermo García (UNRC, Argentina), Luis Imaz (España) y Roberto Alves (USB), así como el titulado "Análisis de estabilidad transitoria de sistemas eléctricos de potencia con alta penetración de energía eólica, caso isla de Margarita" presentado por Miguel Sepúlveda, donde se resume un trabajo desarrollado por la Universidad Simón Bolívar (USB), como parte de un acuerdo binacional entre Venezuela y Portugal, que busca concretar una instalación piloto de 72 megavatios (MW) de energía eólica en el país de los cuales 24 MW serán instalados en la isla de Margarita, con instalaciones en Manzanillo, Punta de Piedras y Macanao.

Finalmente, y luego de una cena ofrecida a todos los asistentes y en compañía de diversos representantes del folklore nacional y de la isla de Margarita, se procedió al cierre exitoso del evento al final de la noche del 5 de Junio de 2009.



## I Congreso Internacional de Investigación en Edificación COINVEDI Universidad Politécnica de Madrid – EU Arquitectura Técnica. Madrid. Junio 2009

Ernesto Lorenzo, Mailing Perdomo, Mary Ruth Jiménez.

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

La Universidad Politécnica de Madrid, a través de su Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica, llevó a cabo durante los días 24, 25 y 26 de Junio de 2009 el Primer Congreso Internacional de Investigación en Edificación, con el propósito de que se convirtiera en un foro de encuentro de diversas investigaciones del sector edilicio, a la vez de estimular el estrechamiento de lazos entre el mundo empresarial y el entorno universitario, acercando los resultados de la investigación a las empresas y creando un marco de colaboración que facilite la transferencia de tecnología.

El evento se organizó en torno al desarrollo de cinco áreas temáticas: "Materiales y Sistemas Constructivos", "Tecnologías en Edificación", "Energía y Sostenibilidad", "Rehabilitación, Patrimonio y Mantenimiento" y "Gestión", buscando así abarcar todas las ramas asociadas al proceso edificatorio, partiendo desde la creación de nuevos materiales, las técnicas y sistemas constructivos, los elementos arquitectónicos, la eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación hasta la planificación de obra o la legislación de la que depende toda construcción.

La inauguración del evento estuvo a cargo de la licenciada Beatriz Corredor Sierra, actual Ministra de Vivienda de España, junto al rector de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), doctor Javier Uceda Antolín, el presidente de la Conferencia de Directores, doctor Antonio Ramírez de Arellano, el presidente del Consejo General de Arquitectura Técnica de España, doctor José Antonio Otero Cerezo y la directora de la escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la U.P.M. doctora Mercedes del Río Merino, quienes dieron la bienvenida a los asistentes augurando un intercambio de provecho para todos.

Dentro del área de Energía y Sostenibilidad, se presentó en modalidad de *posters* el trabajo titulado: "*Passive cooling of buildings through underground pipe system in humid tropical climate*", a cargo del Arq. Ernesto Lorenzo Romero, generando gran interés por especialistas en el área Geotérmica, lo que permitió establecer contactos de

interés para el enriquecimiento de las distintas líneas de investigación llevadas a cabo dentro del IDEC.

Así mismo, en el área temática de Materiales y Sistemas Constructivos, se presentó de forma oral el trabajo titulado: "*Construction techniques for coatings and finishes on walls conformed by thin sheets of galvanized steel. Case technology Sipromat*", a cargo de la Arq. Mailing Perdomo Fernández, basado en la investigación y posterior trabajo especial de grado de la ponente acerca de nuevos revestimientos y acabados en paredes exteriores conformadas con la tecnología constructiva Sipromat. Dicha presentación permitió la aproximación con instituciones como el Instituto Torroja y con empresas españolas de producción de componentes.

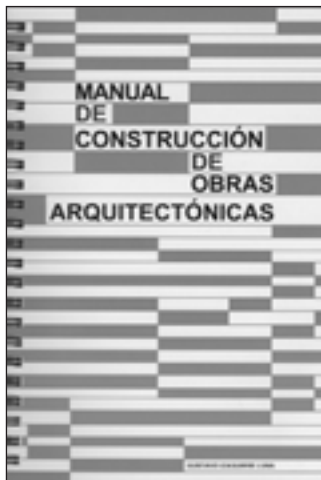
Por su parte y en el marco de la Gestión, la Arq. Mary Ruth Jiménez López presentó una aproximación del desarrollo, estrategias y lineamientos de acción de un sistema de difusión de los productos generados en Institutos de desarrollo tecnológico en la construcción, trabajo que tituló "*Management and Diffusion of Researches and Development (RD) Results with the help of new information and communication technologies (NICT)*". Su intervención buscó aportar una visión actualizada de lo que acontece en los procesos de gestión de información y difusión en el área de la innovación y el desarrollo tecnológico.

Tras una plenaria de cierre el día 26 de junio en la cual se lograron resumir los aportes del Congreso, el Vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, el doctor Gonzalo León Serrano, llevó a cabo la clausura del mismo indicando la gran calidad de los trabajos presentados, por lo cual hizo entrega de cinco accésit y tres premios en metálico a las mejores comunicaciones orales. Por último, se agradeció a todos los asistentes por haber hecho posible el éxito del evento y se invitó a un próximo encuentro en el segundo Congreso Internacional de Investigación en Edificación a celebrarse en Valencia-España en el año 2012.



José Enrique Blondet Serfaty. *Los Jardines de la Casa del Real Amparo. Un modelo del siglo XVIII en Caracas*. Ediciones Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico y Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. 2009. 86 pp. ISBN: 978-980-002558-1

Investigación del profesor J.E. Blondet que ofrece un recorrido por documentos cartográficos, literarios y fotográficos para acercarse a un antecedente ignorado en nuestra historia del jardín y del espacio recreacional en la Caracas colonial. La utilización de la geometría y la simetría en su composición evidencian la adopción lógica de esa tipología en el diseño, que pudo además haberse convertido en una referencia estética para otros jardines de la ciudad.



Gustavo Izaguirre Luna. *Manual de construcción de obras arquitectónicas*. Ediciones Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 2009, 126 pp. ISBN 978-980-12-3900-0

Como parte del arte y oficio de proyectar y ejecutar edificios, el arquitecto debe tener la habilidad de proyectarlos eficientemente y tener la comprensión integral de las diferentes etapas de ejecución de una obra, por ello este manual desea facilitar al proyectista de arquitectura las especificaciones técnicas basadas en las Normas MOP 62 para acabados, revestimientos y pavimentos, las normas COVENIN 3400:1998 para impermeabilización de edificios, norma COVENIN-MINDUR 2002-88. Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones y las especificaciones generales para edificios, parte 11, COVENIN-MINDUR 1750-87 correspondientes a albañilería, revestimientos, pavimentos, impermeabilización, herrería, carpintería, vidrios, accesorios para puertas y ventanas, acabados de pintura.

Construcción. Revista de la Cámara Venezolana de la Construcción, Caracas, Venezuela, No. 391, diciembre 2009, 72 pp. ISSN 0798-7881

Construcción es una publicación destinada a reseñar temas de relevancia e interés para el sector. En este número correspondiente a Octubre-Diciembre 2009 se reseñan temas de actualidad como el progreso vial del estado Zulia, la Ley de Tierras Urbanas y el derecho a la vivienda digna, línea 2 del Metro Los Teques y la represa Tocoma entre otros.



Revista Técnica. Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Diciembre 2008, Vol. 31. Edición especial. 146 pp. ISSN 0254-0770

Este volumen especial corresponde a trabajos presentados en el 1er Congreso Internacional Científico Técnico de Ingeniería CICTI-2007, realizado en noviembre 2007 en Maracaibo, bajo el auspicio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia.

El objetivo general del Congreso fue la integración científica y tecnológica entre las diferentes universidades y la industria; a corto plazo, mediante el intercambio y la presentación de trabajos que reflejasen las experiencias y conocimientos tanto desde el punto de vista académico o de investigación como práctico.

Con esta edición especial, la Revista Técnica está contribuyendo a que trabajos de alto grado científico-técnico que se presentaron en este primer congreso, sean difundidos a grupos de empresarios, industriales, técnicos y científicos regionales, nacionales e internacionales.



Año 2006

22-I



- Para razonar un desastre. La comunicación Caracas-La Guaira, la autopista, los viaductos y la ingeniería nacional. *Alfredo Cilento / Juan José Martín*
- La reutilización con cambio de uso de la vivienda tradicional en el Barrio Obrero de la ciudad de San Cristóbal. *Dulce Marín*
- OMNIBLOCK®: validación para su comercialización. *Mercedes Marrero*
- Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV). *María Eugenia Sosa / Geovanni Siem / Tibisay Alizo*

22-II



- Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales. *Francisco Vecchia / Gabriel Castañeda / Jaime Andrés Quiroa*
- Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV) Programa de Cooperación PCU-ECOSNORD-FONACIT *Geovanni Siem / María Eugenia Sosa*
- Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo de desarrollo progresivo sobre suelo retro-expansivo. *Augusto J. Márquez*
- Evaluación del flujo de agua superficial y subterránea en la Ciudad Universitaria de Caracas. Resultados en avance. *Víctor Obregón / Iván Saavedra / Melín Nava*
- Estudios, proyectos y obras. La experiencia de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda. *Carlos Angarita*

22-III



- Tendencias tecnológicas. Desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en el sector construcción de Maracaibo. *Carmen Araujo*
- Étude de la demande énergétique de climatisation pour une construction urbaine de type méditerranéenne. *Emmanuel Bozonnet / Rafik Belarbi / Francis Allard*
- Planteamientos para una gestión pública en el sector vivienda y hábitat. *Alfredo Roffé*
- Comportamiento térmico de un sistema de techo alternativo para vivienda social en Tuxtla Gutiérrez (Chiapas, México) *Gabriel Castañeda / Francisco Vecchia*

Año 2007

23-I



- El programa de habilitación de barrios en Venezuela. Ejemplo del control del proceso de construcción y de administración de los recursos por parte de comunidades organizadas. *Josefina Baldó Ayala*
- Desarrollo tecnológico y construcción de los hospitales venezolanos en el siglo XX. *Sonia Cedrés de Bello*
- Utilización eficiente de madera machihembrada para techos. *Ricardo Molina Peñaloza*
- Zonas climáticas para el diseño de edificaciones y diagramas bioclimáticos para Venezuela. *Luis Rosales*

23-II



- El lugar como hecho sociofísico: lectura de una casa-patio en Venezuela. *Yuraima Martín*
- El ordenamiento urbano, el diseño y la gestión de las redes sanitarias: el caso de Cantaura, municipio Freites del estado Anzoátegui. *Róger Martínez*
- The Mexican Construction Industry at the Starts of the Twenty-first Century: trends and outlook. *Priscilla Connolly*
- La experiencia venezolana en la fabricación de vigas laminadas encoladas. *Eric Barrios / Milena Sosa / Wilver Contreras*

23-III



- La construcción ligera. Invenciones en la arquitectura primogénita. *Nelson Rodríguez*
- Calidad en las construcciones en Chile. *Gustavo Izaguirre*
- Caracterización de una microdispersión de caucho reciclado de neumáticos en asfalto. *Eva Sosa / Cecilia Soengas / Hugo Gerardo Botasso*
- Vigas compuestas de madera de sección Doble T y sección cajón para uso en viviendas. *Luis Leiva*
- El agua: fuente de vida y un recurso estratégico por preservar. *Héctor Massuh / Paula Peyloubet / Tomás O'Neill / Germán Barea / Tomás Verdinelli*

- Preferencias residenciales en dos grupos sociales diferentes, habitantes de San Cristóbal, estado Táchira (Venezuela). *Fabiola Vivas*
- Tierra armada y su comportamiento térmico, dos experiencias en Brasil y México. *Rosana Parisi / Gabriel Castañeda / Francisco Vecchia*
- Desarrollo experimental de un prototipo del sistema de tubos enterrados. *Ernesto Lorenzo / María Elena Hobaica / Antonio Conti*



24-I

- Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos. *Enrique Orozco*
- Superbloques y masificación: vivienda Banco Obrero en Venezuela (1955-1957). *Beatriz Meza*
- Políticas de alojamiento en Venezuela: aciertos, errores y propuestas. *Alfredo Cilento*
- Tecnología Constructiva Sipromat: pasado, presente y futuro. *Alejandra González / Mailing Perdomo*



24-II

- Digestión de aguas residuales en cámaras modulares compactas por acción conjunta anaeróbica y aeróbica *Bernardo Espinosa Fernández / Adrián Contreras Manzanilla / Antonio Bojórquez Carvajal*
- Determinación de las propiedades de resistencia de los tableros aglomerados de partículas, fabricados con vástago de plátano y adhesivo fenol formaldehído (R10/R13%). *Wilver Contreras / Mary E. De Contreras Yoston Contreras / Darío Garay*
- Tendencias de investigación y desarrollo en el área de diseño y construcción de edificaciones. *Milena Sosa / Geovanni Siem / María E. Sosa Carmen Barrios / Gloria Aponte / Carmen Marrero*
- Variables cualitativas y cuantitativas que inciden en la transformación de los Block de departamentos. El caso chileno. *Rebeca Velasco*



24-III

- La capacidad mecánica y respuesta ante acciones sísmicas en la evaluación de edificios patrimoniales. El caso de Bodega Arizu - Godoy Cruz - Mendoza. *Silvia Cirvini / José Gómez*
- Implicaciones del sistema Kiron en la dimensión simbólica de las edificaciones. *Ernesto Curiel*
- Diagnóstico de la calidad de iluminación en una edificación educativa patrimonial. Caso: Universidad Central de Venezuela. *Tibisay Alizo / María Eugenia Sosa / Geovanni Siem*
- La transición en procedimientos de construcción de viviendas en la ciudad de San Cristóbal, hasta mediados del siglo XX. *Enrique Orozco*



25-I

- Relación entre el cumplimiento de los requisitos de un sistema de gestión de la calidad en empresas promotoras de viviendas y la satisfacción de los usuarios. *Frank Aranguren / María Ysabel Dikdan*
- Cerro Piloto: el Plan Extraordinario de Vivienda para Caracas, 1954. *Beatriz Meza*
- Efectos de la promoción privada en la producción de vivienda de interés social en México. *René Coulomb / Pedro León / Claudia Puebla / José Castro*
- La calidad en las empresas dedicadas a la construcción y el mantenimiento de carreteras. Caso de estudio: estado Lara (Venezuela). *Gloria Escobar / Germán Martínez / Francisco Alegre*



25-II

- Cabriadas de "par y tirante" con madera *Pinus Elliottii*. *Héctor Massuh / Paula Peyloubet / Tomás O'Neill / Tomás Verdínelli / Germán Barea*
- Utilización del espacio en salas de emergencia. *Sonia Cedrés*
- Pavimentación con Adocreto, una tecnología amistosa con el medio ambiente. *Pedro Andrés Orta*
- Alejandro Chataing: ensayos con el cemento nacional en las obras del Centenario de la Independencia. *Mónica Silva*



25-III

Para consultar el índice completo: <http://www.fau.ucv.ve/idec/revista.htm>

*Tecnología y Construcción* es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura y la Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción, especialmente: tecnologías constructivas; sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción; informática aplicada al diseño y la construcción; análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción y la sostenibilidad de los asentamientos humanos.

Se incluyen trabajos resultados de investigaciones originales, proyectos de desarrollo tecnológico, ensayos científicos y revisiones bibliográficas, que constituyan un aporte en el campo de la arquitectura y la tecnología de la construcción.

Además de los artículos se aceptan otros materiales como: documentos, reseñas bibliográficas y de eventos, etc. que resulten de interés para la revista, a juicio del Comité Editorial y que no serán sometidos a arbitraje.

Los trabajos presentados para su publicación como artículos deben atender a las recomendaciones siguientes:

El autor (o los autores) debe(n) indicar título completo del trabajo, en español e inglés, acompañándolo de un breve resumen en ambos idiomas (máximo 150 palabras), el cual debe ir acompañado por una lista de hasta 5 palabras clave, también en ambos idiomas. Debe anexarse una síntesis curricular, de cada autor, que incluya:

- 1- Nombre y Apellido:
- 2- Títulos académicos (pre y postgrado), Institución y Año
- 3- Cargo actual e institución a la que pertenece
- 4- Área de investigación
- 5- correo electrónico

Los trabajos deben ser entregados en cd, indicando el programa y versión utilizados, o enviados al Comité Editorial como documento a través del correo electrónico de la revista ([tyc\\_idec@fau.ucv.ve](mailto:tyc_idec@fau.ucv.ve)), acompañados de una versión impresa con una extensión no mayor de treinta (30) páginas escritas a doble espacio en tamaño carta incluyendo notas, cuadros, gráficos, anexos y referencias bibliográficas.

En el caso de que el trabajo contenga cuadros, gráficos, diagramas, planos y/o fotos, éstos deben presentarse en versión original impresa, numerados correlativamente según orden de aparición en el texto. Lo mismo es válido en el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.

Las citas deben ser incluidas en el texto con el sistema (autor, fecha), por ejemplo: (Hernández, 1995). Las citas textuales solo se utilizarán en casos plenamente justificados. Toda obra citada en el texto debe aparecer referenciada al final del artículo.

Las referencias deben incluir los datos completos de las publicaciones citadas, organizados alfabéticamente según primer apellido del autor y en su redacción deben seguirse las indicaciones de las normas APA.



## **En el caso de libros:**

Autor. (Año). *Título: Subtítulo*. Lugar: Editorial

### **Ejemplo:**

Wittfoht, H. (1975). *Puentes: Ejemplos internacionales*. Barcelona: Gustavo Gili.

## **En el caso de artículos de revistas:**

Autor. (Año). Título: Subtítulo. *Nombre de la revista, Volumen(número), Páginas*.

### **Ejemplos:**

Cilento, A. (2002). Hogares sostenibles de desarrollo progresivo. *Tecnología y Construcción*, 18(III), 23-28.

Lee, C., Abou, F. y López, O. (2007). Riesgo sísmico en edificaciones escolares del tipo antiguo II. *Revista de la Facultad de ingeniería - UCV*, 22(2), 99-109.

## **En el caso de artículos tomados de internet:**

Debe agregarse la fecha de acceso y el sitio web.

### **Ejemplos:**

Burón, M. (2007). El uso de nuevos concretos estructurales. *Construcción y Tecnología*, 2007(Mayo). Extraído el 3 de Julio de 2008 de <http://www.imcyc.com/ct2008/index.htm>

González, F.J. Lloveras J. (2008). Mezclas de residuos de poliestireno expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción. *Informes de la Construcción*, 60(509), 35-43. Extraído el 23 de Junio de 2008 de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/589/671>.

- Se aceptarán trabajos escritos en español o inglés.
- Los trabajos deben ser inéditos y no haber sido publicados en otra(s) revista(s).
- Las colaboraciones presentadas no serán devueltas.
- El Comité Editorial someterá los trabajos enviados a la revisión crítica de por lo menos dos árbitros escogidos entre especialistas o pares investigadores. La identificación de los autores no es comunicada a los árbitros, y viceversa. El dictamen del arbitraje se basará en la calidad del contenido, el cumplimiento de estas normas y la presentación del material. Las sugerencias de los árbitros, cuando las haya, serán comunicadas a los autores con la confidencialidad del caso.
- La revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.
- Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista en el cual haya sido publicada su colaboración. Por su parte, los árbitros, en compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista con el cual contribuyeron con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo sometido a su consideración haya sido favorable o no.
- El envío de un texto a la revista y su aceptación por parte del Comité Editorial representa un contrato por medio del cual se transfieren los derechos de autor a la revista Tecnología y Construcción. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.

## Listado de evaluadores 2008-2009

**Florinda Amaya**  
Universidad Central de Venezuela

**Carlos Angarita**  
Universidad Central de Venezuela

**Alfonso Arellano**  
Universidad Nacional Experimental  
del Táchira. Venezuela.

**Manuel Barreto**  
Universidad Bolivariana de Venezuela

**Paola Cano**  
Universidad Central de Venezuela

**Gabriel Castañeda**  
Universidad Autónoma  
de Chiapas. México

**Argimiro Castillo**  
Universidad de los Andes. Venezuela.

**Javier Cerisola**  
Universidad de los Andes. Venezuela.

**Alfredo Cilento**  
Universidad Central de Venezuela

**Edgar Cristo**  
Arquitecto - Venezuela

**Antonio Conti**  
Universidad Central de Venezuela

**Nancy Dembo**  
Universidad Central de Venezuela

**José Ignacio Llorens**  
Universidad Politécnica de Cataluña

**Gustavo Flores**  
Universidad Central de Venezuela

**José García**  
Universidad Central de Venezuela

**Norma García**  
Universidad Nacional Experimental del  
Táchira. Venezuela.

**María Helena Hobaica**  
Universidad Central de Venezuela

**Ricardo Huete**  
Universidad de Sevilla. España.

**Rafael Lacruz-Rengel**  
Universidad de los Andes. Venezuela.

**Glenda López**  
Universidad Nacional Experimental del  
Táchira. Venezuela.

**Dulce María Marín**  
Universidad Nacional Experimental del  
Táchira. Venezuela.

**Luis Marcano**  
Universidad Central de Venezuela

**Angelo Marinili**  
Universidad Central de Venezuela

**Omar Miratía**  
Universidad Central de Venezuela

**Ricardo Molina**  
Universidad Central de Venezuela

**Bernardo Moncada**  
Universidad de los Andes. Venezuela.

**Melín Navas**  
Universidad Central de Venezuela

**Enssa Negrón**  
Universidad Central de Venezuela

**María Virginia Najul**  
Universidad Central de Venezuela

**Enrique Orozco**  
Universidad Nacional Experimental  
del Táchira. Venezuela.

**María E. Porras**  
Universidad Nacional Experimental  
del Táchira. Venezuela.

**Alonso Romero**  
Universidad Central de Venezuela

**José Rosas**  
Universidad Andrés Bello. Chile.

**Luis Rosales**  
Universidad Central de Venezuela

**Alberto Sato**  
Universidad Andrés Bello. Chile.

**Geovanni Siem**  
Universidad Central de Venezuela

**Mónica Silva**  
Universidad Simón Bolívar

**Iván Useche**  
Universidad Nacional Experimental del  
Táchira. Venezuela.

**Francisco Vecchia**  
Universidad de São Paulo. Brasil

**Fabiola Vivas**  
Universidad Nacional Experimental del  
Táchira. Venezuela.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

**Rectora**

Cecilia García Arocha

**Vice-Rector Académico**

Nicolás Bianco

**Vice-Rector Administrativo**

Bernardo Méndez

**Secretario**

Amalio Belmonte

**CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**

**Coordinador**

Félix Tapia

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**Decano**

Guillermo Barrios

**Director de la Escuela de Arquitectura**

“Carlos Raúl Villanueva”

Gustavo Izaguirre

**Directora del Instituto de Urbanismo**

María Isabel Peña

**Directora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**

Idalberto Águila

**Directora-Coordinadora de la Comisión de Estudios de Postgrado**

Iris Rosas

**Coordinador administrativo**

Marieva Payares

**Coordinadora de investigación**

Yuraima Martín

**Coordinadora de extensión**

Maya Suárez

**Coordinador de Docencia**

Alejandra González

**INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC**

**Directora**

Idalberto Águila

**Investigación**

María Eugenia Sosa

**Docencia**

Beatríz Hernández

**Extensión**

Geovanni Siem



UNIVERSIDAD DEL ZULIA

**Rector**

Leonardo Atencio Finol

**Vice-Rector Académico**

Rosa Nava Rincón

**Vice-Rector Administrativo**

Jorge Palencia Piña

**Secretaria**

Judith Aular de Durán

**CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**

José Colina Chourio

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

**Decano**

Ramón Arrieta

**Coordinador del programa de arquitectura**

Alberto Stanford

**Coordinador del programa de diseño gráfico**

Claudio Ordoñez

**Coordinadora de estudios para graduados**

Jane Espina

**Coordinadora de extensión**

Dinah Bromberg

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO / IFAD**

**Director**

José Indriago

**Subdirector**

Ramón Reyes

**Áreas prioritarias**

**de Investigación API:**

*Confort y Sostenibilidad*

*del Ambiente Construido*

Gaudy Bravo

*Infonomía para la Gestión*

*de Espacios Antropizados*

Carmen Cecilia Araujo

*Territorio, Ciudad y Comunidad:*

Hugo Rincón



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

**Rector**

José Vicente Sánchez

**Vice-Rector Académico**

Carlos Chacón

**Vice-Rector Administrativo**

Doris Avendaño

**Secretario**

Oscar Medina

**DECANATO DE INVESTIGACIÓN**

**Decano**

José Luis Rodríguez

**Coordinador**

Iván Useche

**Socio-Económico-Cultural**

**Coordinadora Industrial**

Cora Infante

**Coordinador Agropecuario**

Armando García

**Coordinador de Ciencias Naturales y Exactas**

Gilberto Paredes

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN ARQUITECTURA Y SOCIEDAD / GUIAS**

**Jefe**

Luis Villanueva

**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA**

**Jefe**

Alfonso Arellano

---

Esta revista se terminó de imprimir en abril de 2010 en los talleres de Editorial  
Ignaka C.A. Caracas. Telf/Fax: 237.73.03-237.95.57-237.95.71. Ejemplares 500.