



**T . I . D . E .**

**TALLER DE INVESTIGACIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

**1992-2022**

## estructuras

Año 5 - N° 9 y 10 **Número Doble, "30 años del T.I.D.E."** - Diciembre 2022

ISSN N° 2591-6513

ISSN Digital N° 2718- 8272

### **Coordinación General**

Silvina Prados

### **Diseño Gráfico y Edición**

Yohana Cicaré

### **Comité de referato**

**Docentes TIDE-FAUD:** **Silvina Prados** (Prof. Titular Estructuras 2B), **María del Carmen Fernández Saiz** (Prof. Titular Estructuras 4), **Raquel Fabre** (Prof. Titular Estructuras 1A), **Gabriela Culasso** (Prof. Titular Estructuras 1B), **Gustavo González** (Prof. Titular Estructuras 3B), **Carolina Ponssa** (Prof. Adjunta Estructuras 2B), **Gabriela Asis** (Prof. Titular Estructuras 2A), **Cecilia Nicasio** (Prof. Adjunta Arquitectura 6C y 6D- Asesora Estructuras)

**Evaluadores Externos:** **Daniel Quiroga** (Prof. Titular Facultad de Ingeniería-UNCuyo), **Horacio Saleme** (Prof. Titular FAU- UNT) **Sara Gonorazky** (Prof. Consulta FAUD-UNC) **Daniel Moisset de Espanés** (Prof. Emérito FAUD-UNC), **Isolda Simonetti** (Prof. EDIEST-FAUD-UNC)

### **Dirección de edición:**

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.  
Av. Vélez Sársfield 264. 5000. Córdoba. Te. +54 0351 4332091. Correo electrónico:  
revistaestructuras@faud.unc.edu.ar

### **En este número:**

#### **Editorial**

Silvina Prados

#### **Autores**

Daniel Moisset de Espanés  
Noemí Goytía  
Pedro Pablo Arroyo Alba  
María del Carmen Fernández Saiz  
Karin Klein  
Isolda Simonetti  
Raquel Fabre  
Silvina Prados  
Yohana Cicaré

#### **Redactoras de síntesis**

María Luz Roda  
Nelly Yuca

#### **Colaboradores**

José Luis Gómez  
Nicolás Juárez

#### **Fotografías**

Cedidas por los autores

**Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad de los autores; por tanto, los puntos de vista expresados no necesariamente representan la opinión del Comité de referato de esta revista.**

© Todos los derechos reservados. Todos los materiales publicados en **Estructuras** se encuentran protegidos por copyright y otras leyes de la propiedad intelectual y de los pactos internacionales.

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares de **Estructuras**.

# EDITORIAL

## HOMENAJE.

Según la real academia española su significado es: acto o serie de actos que se celebran en honor de alguien o de algo. Nada más preciso para describir esta edición especial.

Quizás para muchos de ustedes el año 1992 no sea relevante, pero, para quienes enseñamos estructuras en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, sí. Ese año se institucionaliza el Taller de Diseño Estructural, TIDE, a través del nombramiento del Arq. Daniel Moisset como encargado del mismo, luego de 27 años de venir trabajando junto con otros docentes de la casa en el Laboratorio de Estructuras. En el taller, cual efecto dominó, se formaron quienes nos formaron, aprendimos nosotros y, seguramente, se formarán los docentes de estructuras de mañana.

Muchas cosas se hicieron en estos 30 años de existencia que queremos compartir con todos nuestros lectores, actividades académicas, creación de carreras, publicaciones, proyectos de investigación, actividades de extensión y servicio a la comunidad, eventos científicos y tantas cosas más. Pero, sobre todo, queremos aprovechar para celebrar y homenajear a nuestros maestros y maestras, a los que enseñaron, a los que enseñan y a los que enseñarán estructuras en nuestra facultad y a los estudiantes que nos acompañan desde hace 30 años en esta noble tarea de aprender y enseñar.

**Ing. Silvina Prados**  
**Prof. titular Estructuras 2B**  
**FAUD – UNC**

# ÍNDICE

**9** RESEÑA HISTORICA DEL T.I.D.E.

**22** RUEDA GIGANTE

**12**

LÍNEA DEL TIEMPO 1992-2002

**14**

CONCURSOS DE PUENTES

**28**

VIVIENDA SEMILLA

**30** DISEÑO ESTRUCTURAS LAMINARES

**38** PROGRAMA INTERCAMPUS

**44** ESCULTURAS URBANAS

**48**

LÍNEA DEL TIEMPO 2002-2012

**50**

LOS APORTES DE SARA GONORAZKY. EL LEGADO DE LA FORMACIÓN DE DOCENTES

**56** CREACIÓN DE MATERIAS ELECTIVAS

**58**

ADAPTACIÓN DEL REGLAMENTO BRASILEIRO EN ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

**62**

RECUPERACIÓN DE LA CAPILLA DOMÉSTICA DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS

**68** EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y RECOMENDACIONES DE ACTUACIÓN PARA SU MANTENIMIENTO DE LAS ESTANCIAS JESUÍTICAS EN ALTA GRACIA, JESÚS MARÍA Y SANTA CATALINA

**72**

RECUPERACIÓN ESCALERA TORRE CÉSPEDES EN JESÚS MARÍA

**76**

ENCUENTROS DE DOCENTES E INVESTIGADORES. I JORNADAS ESTRUCTURAS EN ARQUITECTURA

**78**

ESTUDIO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA IGLESIA SAN FERNANDO DE CATAMARCA Y PROYECTO DE LA CÚPULA

**86**

LÍNEA DEL TIEMPO 2012-2022

**88** LOS CONCURSOS ALACERO COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

**92** BLOG PRAXIS

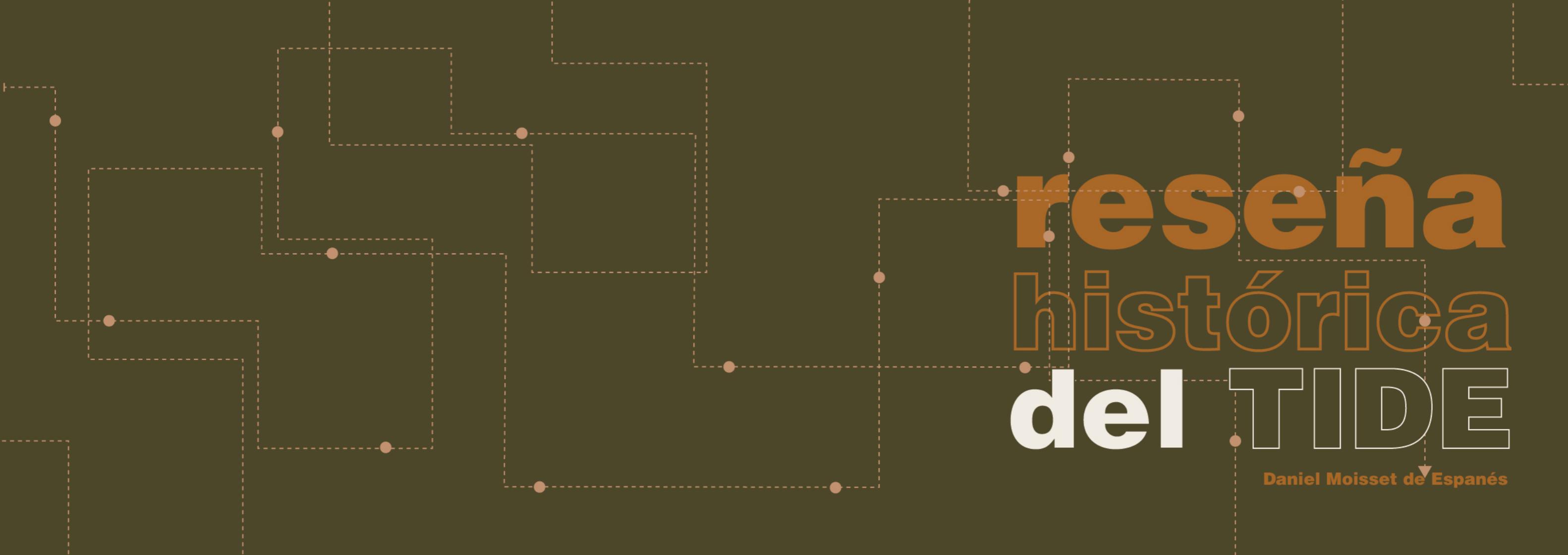
**96** LA FORMACIÓN EN POSGRADO

**100** REVISTA ESTRUCTURAS: OTRA FORMA DE VER Y CONTAR LA ESTRUCTURA

**104** PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN INTERCARRERAS: ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL

**108**

DETERMINACIÓN DE LA CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL, ESTADO DE CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LA ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO MANUEL BELGRANO.



**reseña**  
**histórica**  
**del TIDE**

**Daniel Moisset de Espanés**

## RESEÑA HISTÓRICA DEL TIDE

Daniel Moisset de Espanés

El TIDE, Taller de Investigación de Diseño Estructural, se crea el 26 de octubre de 1992 por Resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo N° 190/92.

En el Anexo I de dicha resolución se fijan los objetivos, recursos y metodología de trabajo. Dentro de los recursos, además del personal docente de la Cátedra de Estructuras IV, “se le agrega la participación del personal del Gabinete de Modelos Estructurales con todo su equipamiento”. Este gabinete, preexistente, es la base fundacional del TIDE. Es necesario conocer sus 27 años de historia para entender en qué condiciones nace el TIDE.

En octubre de 1960 es elegido como Decano el Arquitecto Luis Rébora. Él siempre demostró su interés por la importancia de las estructuras en el diseño arquitectónico y la generación de una enseñanza de una materia en arquitectura que se diferenciara en objetivos y métodos de la que se había heredado de las facultades de ingeniería.

Es así que en los primeros años de su gestión realiza la compra de un cierto equipamiento de laboratorio con la intención de iniciar la investigación de modelos. Esta idea se frustra por el alejamiento del Ing. Carlos Enet que era el encargado de llevarla adelante.

En 1963, el Arq. Rébora, acoge con entusiasmo la idea del Ing. Atilio Gallo de Buenos Aires, transmitida por el Ing. Oscar Ferreras, y organiza la 1ª Conferencia de Profesores de Estabilidad y Arquitectura del Cono Sur, que se realiza en Córdoba en los primeros días de julio de ese año.

En su discurso inaugural dice el Arq. Rébora: “Se trata de discutir, sobre la base de las experiencias ya realizadas, el mejor camino a seguir para el estudio de las estructuras, por los estudiantes de arquitectura. Esta temática plantea de inmediato tres circunstancias que serán necesario analizar:

- 1- Un objetivo: la obra arquitectónica.
- 2- Una técnica: la estructura, sea de cualquier material.
- 3- Una mentalidad: la del estudiante de arquitectura.”

Es evidente su claridad y pragmatismo en la búsqueda de una nueva manera de estudiar y aplicar las estructuras en arquitectura.

En ese mismo año apoya mi traslado al Instituto Eduardo Torroja de Madrid para realizar estudios de especialización en el Curso de Estudios Mayores de la Construcción.

Es a mi regreso, en 1964, cuando el decano eleva al consejo superior la solicitud para el mejoramiento de mi dedicación docente y se me contrata con dedicación exclusiva “...para la organización y puesta en marcha del Gabinete Experimental de Estructuras”.

Esta resolución, firmada por el Rector el 8 de febrero de 1965 (Exp. 66201), puede considerarse como la fundación del Gabinete de Estructuras.

Lo primero que se hizo fue presentar al Consejo directivo de la facultad un plan de trabajo, conseguir un local, recuperar el instrumental guardado en un depósito, lograr un presupuesto de funcionamiento y la designación de ayudantes alumnos.

Con estos elementos y a lo largo de 27 años se fueron realizando las siguientes acciones:

Se comenzó poniendo el acento en la confección de modelos estructurales. Algunos cualitativos de finalidad didáctica. Vigas y pórticos flexibles para visualizar deformaciones. Cáscaras esféricas, paraboloides, etc. en acrílico. Losas y cúpulas piramidales en microhormigón con resultados cuantitativos como verificación de las teorías de rotura incipientes en la época. Modelos de cabezales de pilotes, con estudio fotoelástico y en rotura.

Otra línea de trabajo fue la organización y dictado de cursos de actualización profesional y de profundización de conocimientos para docentes.

El primero de estos cursos fue sobre cálculo en rotura en 1966. Desde entonces y hasta su transformación al TIDE, en octubre de 1992, el Gabinete de Estructuras dictó, organizó o participó en un total de 40 cursos. No solamente dentro de la FAU sino en colaboración con asociaciones profesionales de muchas provincias argentinas y también con universidades argentinas y latinoamericanas. Sería muy largo mencionarlos a todos, pero es conveniente destacar los temas que en su momento eran de avanzada: arquitectura sismorresistente, aplicación de mini-calculadoras TI-59 y HP-41C al cálculo de estructuras y procesos de diseño estructural en arquitectura.

Otra actividad en la que participó activamente el gabinete fue en la realización de investigaciones y en su presentación en congresos científicos de la especialidad y en otros referidos a las experiencias docentes. Fueron 11 congresos en ese periodo.

Paralelamente hubo una cantidad de publicaciones de esos aportes. En total 28.

Finalmente, resultó de trascendencia la formación de recursos humanos. Se centró principalmente en el comienzo de la carrera docente con la incorporación de ayudantes alumnos y becarios de iniciación en la investigación.

Hay que tener en cuenta que en la época del gabinete no existían carreras de posgrado en la FAU. De los múltiples ayudantes alumnos y becarios que pasaron por el gabinete me voy a detener en los tres que se mantuvieron en la facultad llegando a tener una actuación relevante.

Rosendo Dantas se inicia como ayudante alumno en los 60´ teniendo especial interés en la confección de modelos estructurales, llegó a filmar en formato Super-8 una película sobre interacción entre pórticos y tabiques que recorrió todo el país en cursos y congresos. Ese tema fue centro de preocupación y discusión durante varios años

antes de la generalización de los programas de cálculo en PC. Los hornos para deformar láminas de acrílico bajo cargas y generar nuevas formas de estructuras laminares de alta eficiencia fueron obra de él.

Hugo Bonaiutti también ayudante alumno en los 60´ continuó toda su carrera como profesor de estructuras en la FAU. Tuvo relevante participación en los programas para las HP-41C, antes de la llegada de las PC, y en los cursos de diseño de edificios en altura. Fue secretario académico y decano, y desde el punto de vista del aporte a las estructuras, la promoción y dirección de la carrera de especialización EDIEST ya tiene resultados actuales y proyección de futuro.

María del Carmen Fernández Saiz inicia su formación como becaria de investigación, 1988-90. Mantiene su permanencia docente en la FAU con aportes a investigación y extensión. Actualmente es profesora titular y directora del TIDE, por concurso.

Se ve entonces que cuando se crea el TIDE en 1992 no era un bebé que tenía que aprender a dar sus primeros pasos, sino que era un adulto de 27 años con local, equipamiento, recursos humanos y una larga trayectoria con gran reconocimiento. Es la transformación de una institución, el gabinete, para adaptarse a una nueva realidad acorde a los cambios que se estaban produciendo en ese momento en la FAU. En sus comienzos, se amplían los objetivos y los recursos humanos promoviendo la participación de todas las cátedras de estructuras, se oficializan nuevas metodologías como las materias electivas, la participación en concursos, se incorporan las actividades de extensión, etc.

# 1992

Daniel Moisset de Espanés

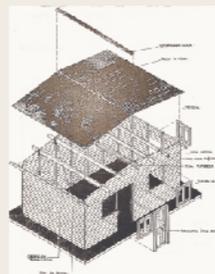
CONCURSOS DE PUENTES PARA ESTUDIANTES (1992)



RUEDA GIGANTE (1992)



VIVIENDA SEMILLA (1993)



DISEÑO DE ESTRUCTURAS LAMINARES - MODELOS FÍSICOS (1994)

DISEÑO COMPUTACIONAL DE ESTRUCTURAS LAMINARES (1998)

PROGRAMA INTERCAMPUS (1995)



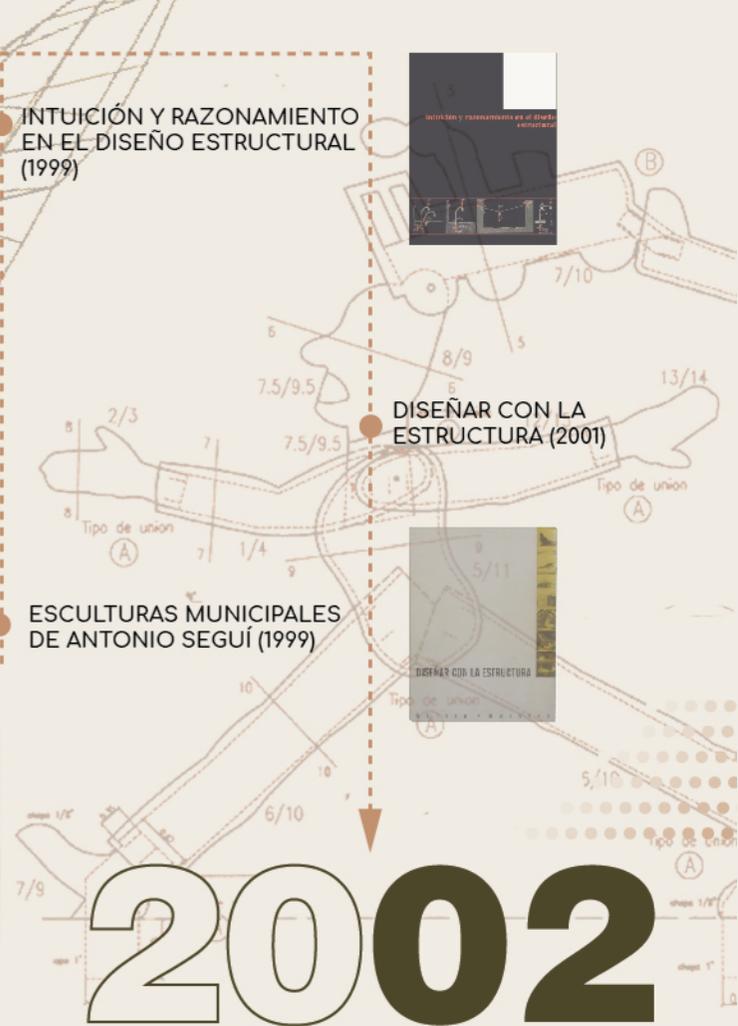
INTUICIÓN Y RAZONAMIENTO EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL (1999)



ESCULTURAS MUNICIPALES DE ANTONIO SEGUÍ (1999)



DISEÑAR CON LA ESTRUCTURA (2001)



# 2002

# Concurso de Puentes

Daniel Moisset de Espanés

Concursos de diseño de modelos de puentes para estudiantes de arquitectura e ingeniería. Asociación de Ingenieros estructurales (AIE) 1991-92-93.

En 1991 la AIE, en base a experiencias en universidades norteamericanas, organizó el primer Concurso Nacional de Modelos Estructurales.

El primero de los concursos fue en 1991, antes de la creación del TIDE, y se llevó a cabo en el Gabinete de Estructuras que funcionaba en la facultad desde 1965. Las siguientes ediciones, 1992 y 1993, la participación ya fue desde el TIDE.



Izquierda: Artículo publicado en la Voz del Interior el 13 de noviembre de 1991

Derecha: Artículo publicado en la revista "Presupuestos + CAD" Nº 3, mayo de 1993



Artículos completos AQUÍ

El concurso realizado en Buenos Aires en septiembre de 1992, dio motivo a varias reflexiones por parte del presidente de la AIE en ese momento, el Ing. Máximo Fioravanti, de cuyo discurso de cierre en las Jornadas se extraen los siguientes párrafos:

"Felicitó a los esforzados alumnos que aceptaron el desafío de competir sanamente a través de la construcción de un pequeño puente, que se agranda significativamente si se lo interpreta como un nexo entre las teorías y la práctica".  
"Creo que no es casual que el ganador haya sido nuevamente un grupo de alumnos de la Universidad de Córdoba. Basta caminar por sus calles para respirar el ambiente universitario, el compañerismo juvenil en un ambiente solidario y todos los otros ingredientes que han creado el espíritu necesario para un eficaz trabajo en equipo. Los porteños deberíamos preguntarnos si no es hora de cambiar algo nuestro sectorio e individualista estilo de vida".

Discurso de cierre de la AIE en 1992 a cargo del Ing. Máximo Fioravanti

En el Boletín de la AIE Nº 88 de Sept-Oct 1993, el Ing. Fioravanti publicó el artículo "La enseñanza de estructuras en Arquitectura y en Ingeniería":

Se destaca que la idea de este concurso se desarrolla en la AIE y es apoyada por el

Consejo Profesional de la Ingeniería Civil de Buenos Aires (CPIC) con el fin de introducir un motivo más de atracción e interés a las tradicionales Jornadas de Ingeniería Estructural y también para rescatar el valor de los desarrollos empíricos como instrumento de formación, procedimiento que ha sido sin duda menoscabado en los últimos tiempos en nuestro medio

aduciendo falta de rigor científico. El primer objetivo fue completamente alcanzado en los tres concursos realizados hasta el presente, dada la numerosa y entusiasta concurrencia que presenció los ensayos en dichas oportunidades. En cuanto al segundo objetivo, es evidente que la supremacía establecida por tercer año consecutivo, en los niveles de eficiencia





alcanzados, por los alumnos de arquitectura de la Universidad de Córdoba, nos señala que tal vez para encontrar su explicación debemos realizar un análisis crítico de la formación que se entrega a nuestros estudiantes en sus pasos por las aulas de ingeniería.

Es evidente que se preparan profesionales donde la "forma" es un dato del problema a

resolver, pues en el proceso de enseñanza se privilegia el análisis de solicitaciones y dimensionamiento a través de modelos matemáticos más o menos aceptables, sin hacer todo el esfuerzo necesario para que el alumno comprenda en forma acabada el comportamiento de la estructura, antes de comenzar a cuantificar la misma.

En tal sentido, algunos pretenden que los

alumnos comprendan tal funcionamiento a través del análisis de una función matemática, en lugar de "ver" físicamente el comportamiento de la misma.

Lo curioso es que luego nos ofendemos cuando nos llaman "calculistas", siendo como somos, producto de una formación matemática por la cual denominamos elegante a una solución cuando la misma se expresa en la forma más compleja posible.

El resultado es que nuestros estudiantes quedan la mitad de las veces desorientados o perdidos buscando la fórmula salvadora, cuando como en casos como el presente concurso, es necesario pensar lógicamente y obrar en consecuencia, trabajando también con las manos y no sólo con papel y lápiz.

Es decir, luego de formar a nuestro producto, le hemos recortado prolijamente buena parte de lo que en él había de "ingenio" sin ocuparnos demasiado en fomentar tal habilidad: es posible que, de continuar por este camino, debemos pensar en cambiar el nombre de nuestra profesión.

Por otra parte, también nos quejamos cuando nuestros "primos", los arquitectos, pretenden ocupar primero y desalojarnos luego de un campo que hasta no hace mucho tiempo nos pertenecía con exclusividad.

Deberíamos preguntarnos cuánto mérito nos corresponde en tal actitud, pues la

formación que reciben nuestros estudiantes los incita a la actitud pasiva de recibir directivas sobre un proyecto decidido previamente a su intervención.

No los capacitamos para tener la habilidad de realizar un planteo global del problema estructural, ya que no se enfatiza en el proyecto de la estructura sino en su cálculo, es decir los adiestramos para realizar lo que otros quieren delegar, luego que los mismos han decidido la concepción estructural, muchas veces en forma desacertada.

Como resumen, sería deseable que los matriculados interesados en el tema hagan llegar su opinión a este CPIC, por ser un punto a debatir por los profesionales de ingeniería y de lograr el consenso necesario, proceder a plantear su solución, para luego solicitar a las autoridades correspondientes la modificación de los planes y metodologías de estudio, si así se creyera conveniente."

Para completar la información sobre los concursos se me ocurrió pedir colaboración a los que fueron ganadores de tres concursos en los que participamos en aquellos años. Conseguí contactar a varios de

ellos, no todos, que contestaron las preguntas que les formulé a modo de encuesta.

Imaginen la sorpresa de cada uno de ellos cuando recibían mi llamada por WhatsApp después de 30 años.

Del concurso de 1991 tengo respuestas de Pablo Delvalle, Juan Manuel Juárez y Pablo Picchio.

Del concurso de 1992 me llegaron respuestas de Sandra Marchesini y de Diego Vázquez. Y del de 1993, tengo las de Silvina Angiolini, Cesar Mirolo y Hugo Periale.

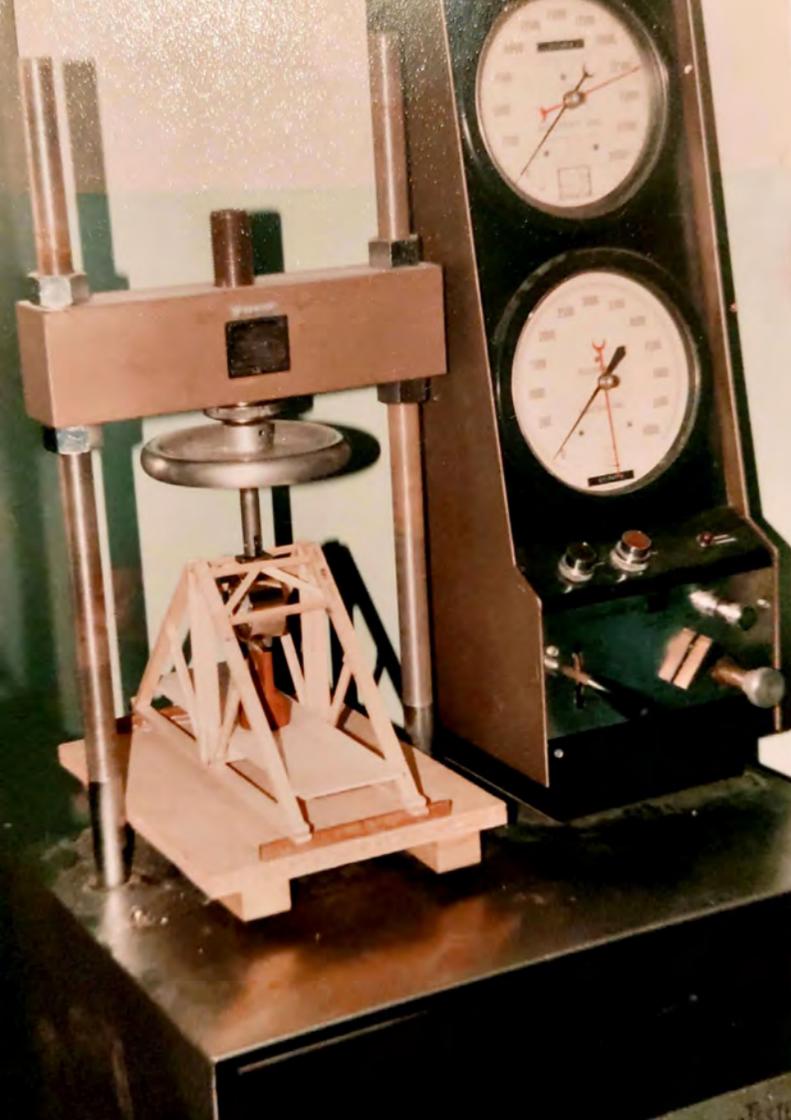
Por razones de extensión y limitación del espacio disponible me he visto en la obligación de extraer y reducir algunas de las respuestas. He evitado así algunas repeticiones. Espero contar con la comprensión de los que sufrieron esos recortes.

Las tres preguntas y sus respuestas fueron:

**1) ¿Cuál fue la motivación para aceptar el desafío del concurso de diseño de modelos de puentes?**

**Juan Manuel Juárez.** Desde un comienzo me pareció un desafío muy interesante, un sistema de aprendizaje diferente para arribar a un resultado





eficiente y exitoso, investigando directamente con el material, en este caso la madera balsa, los pegamentos, las uniones, las secciones de las diferentes piezas. Un punto muy importante era comprender el ejercicio, que consistía en aplicar una fuerza puntual, vertical y constante al modelo a desarrollar hasta la rotura y sacar conclusiones razonando conceptualmente a partir de la prueba y error.

**Francisco Picchio.** La motivación para aceptar el desafío fue variada. Una fue realizar una experiencia práctica, con elementos tangibles fuera de la pura teoría. Por último, la experiencia de cercanía y aprendizaje entre equipos de compañeros y el docente fuera de la rutina habitual.

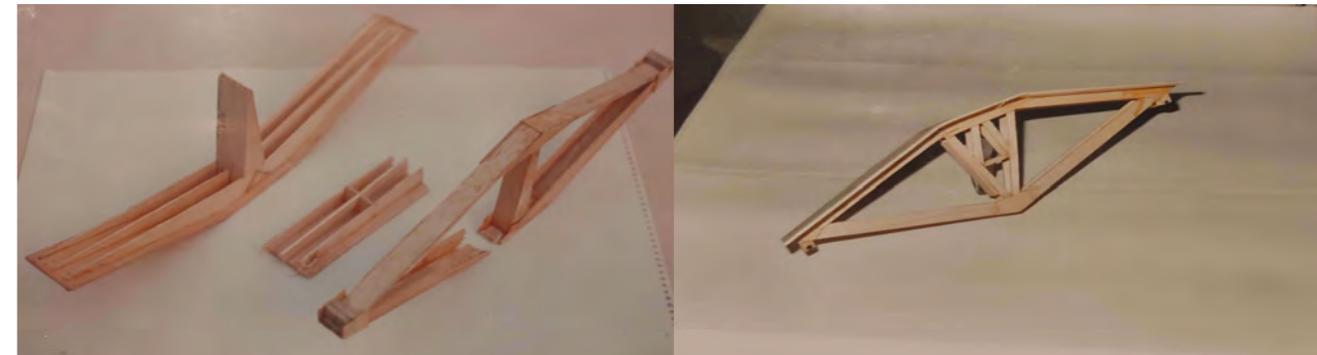
**Sandra Marchesini.** Entender y experimentar con nuestras propias manos en esta especie de laboratorio el comportamiento de los materiales, y el diseño con los mismos, fue algo alucinante.

**Silvina Angiolini.** Creo que una de las cosas que nos motivó a inscribirnos fue que era un concurso, lo que suponía una cursada diferente a la de una materia de dictado tradicional.

**César Miroló.** La victoria de un equipo de estudiantes de la FAUD del primer concurso de modelos estructurales fue una noticia ampliamente difundida en los medios de comunicación, causando una gran agitación en el resto de los estudiantes. El que se repitiera la situación al año siguiente me impulsó a animarme a experimentar, entendiendo además que el desafío era abordar el tema "estructuras" partiendo del diseño y posteriormente el cálculo.

**2) ¿Qué vivencias puedes recordar del periodo en que hicieron el trabajo en equipo hasta el conocimiento de los resultados?**

**Pablo Devalle.** Los alumnos que decidimos participar, nos



organizamos en varios grupos de trabajo, y desarrollamos varias fases de investigación; hubo grupos que trabajaron sobre los pegamentos, otros, desarrollando estudios de la madera y sus resistencias a la compresión, tracción y flexión, otros investigaron sobre tratamientos de la madera, etc.

Cuando tuvimos que enviar el Puente al Concurso, nuestro equipo, Pancho, Lucas, Juan Manuel y yo, decidimos construir y enviar dos modelos, por lo que pudiera pasar. Efectivamente, además de la eficiencia, este fue nuestro gran acierto, ya que uno de nuestros modelos fue el primero que se sometió a carga, y como era el primero y no había experiencia, se colocó mal la carga y no rompió como debería, por lo que contábamos con el segundo modelo, que fue el que alcanzó la mayor eficiencia.

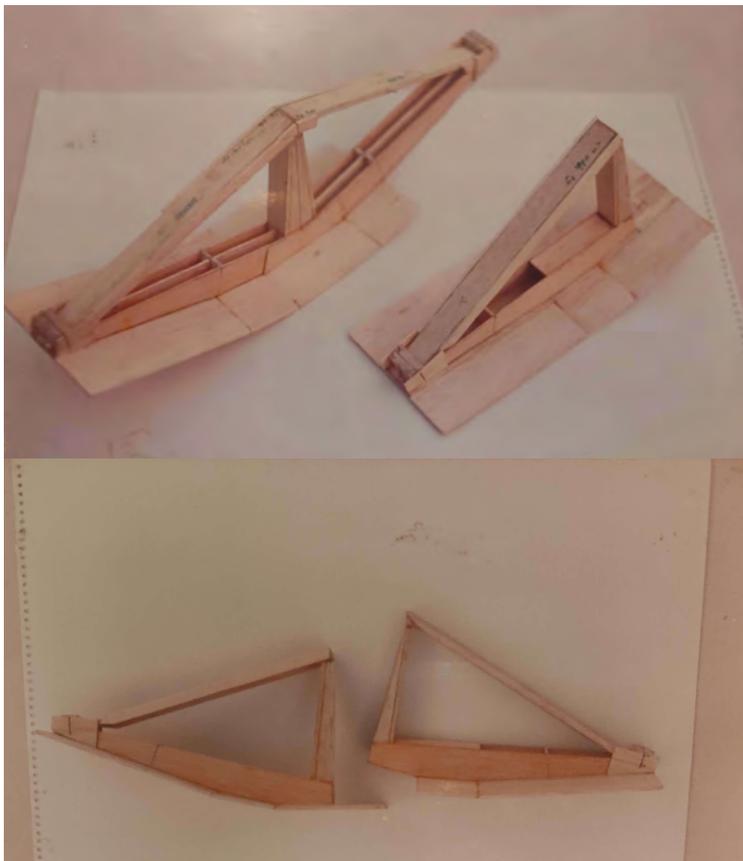
Recuerdo llegar a Buenos Aires, a la Facultad de Ingeniería, un edificio neoclásico imponente, y nosotros, cuatro estudiantes de arquitectura hablando ante todos los ingenieros que había, que nos trataron muy bien, unos estudiantes de arquitectura del interior, allí en ese edificio monumental, y ante ese auditorio tan solemne, fue muy entretenido.

**Francisco Picchio.** El trabajo cercano con el Arq. Daniel Moisset de Espanés, transmitiéndonos conocimientos y experiencias en un ámbito fuera del rutinario, puramente de investigación con aplicación práctica de la teoría. Las horas de ensayo de rotura, fueron muy motivadores, siendo esperados estos días con grandes ansias.

**Sandra Marchesini.** Recuerdo muchas vivencias, elegir y palpar las maderas cuidadosamente. Seleccionarlas, verificar su resistencia y guardar para el modelo final las que más resistían eran decisiones que había que tomar a diario.

Recuerdo puntualmente un día que dudaba pensativa entre una madera u otra y el Arquitecto Daniel, que nos dirigía me dijo: "todo en la vida es decidir, optar" y eso me quedó grabado a fuego. Aunque reconozco, que es algo que siempre me costó: decidir... y hablar en público... me dio alegría que esta entrevista sea escrita para poder compartir mis vivencias de un modo relajado.

El trabajo en equipo fue fantástico, ya que compartíamos las experiencias de uno y otro equipo. Aunque como grupo, compartíamos los resultados de nuestras experiencias, incluso lo hacíamos, con



el otro equipo contra quien competíamos. Éramos un gran equipo de trabajo asesorado permanentemente por el arquitecto Daniel Moisset.

**Diego Vázquez.** Muchas y hermosas situaciones vividas en torno a este desafío, viven en mi memoria.

Saber que tomábamos un camino distinto, al resto de estudiantes, para llegar al mismo lugar y saber que íbamos de la mano de uno de nuestros mejores guías. Eso fue sin duda uno de los privilegios de los que les comenté. Sólo faltaba la charla en privado para comenzar a dar los lineamientos del método a seguir, para luego adentrarnos al proceso del concurso.

Perdimos la noción del tiempo, terminamos nuestros trabajos y las tareas ya habían llegado a su fin. Nuestra vida universitaria seguía como todos los días y teníamos obligaciones como estudiantes de la FAUD.

Hasta que una mañana en los pasillos de la Facultad de Arquitectura, en Avenida Vélez

Sarsfield, de la Ciudad de Córdoba, nos llega la noticia que debíamos viajar a Buenos Aires a recibir el premio como ganadores del concurso de puentes.

Los abrazos, la emoción y la incertidumbre de viajar a Buenos Aires.

Viajamos, no llegamos a las pruebas obviamente, pero pudimos ser parte de la cena de gala de la AIE en la Capital Federal. Fue un honor ser parte de esa cena.

**Silvina Angiolini.** Pasamos muchas vivencias... mucho trabajo en grupo, frustración cuando algo no salía como esperábamos, incertidumbre sobre lo que planteábamos, desarrollamos ingenio para hacer pruebas, cansancio, paciencia para hacer modelos, ¡y finalmente mucha alegría y satisfacción! ¡Hasta fiesta hicimos luego del concurso! Jajaja.

**César Mirolo.** El trabajo en equipo fue fundamental, principalmente al debatir y poner

en común las experiencias particulares, quedando evidenciado en la posición de los estudiantes de la FAUD en los primeros puestos, lo cual fortalece la idea del aprendizaje como tarea colectiva.

**Hugo Periale.** Fue apareciendo un mayor interés y más atención día a día, apelando al factor sorpresa.

La búsqueda constante para acercarnos a los resultados de la prueba, superándonos en cada momento, conocer mejor los materiales y avanzar en cada modelo estructural de prueba.

Participar de forma directa nos ponía a los estudiantes como protagonistas de la experiencia y nos daba mucho estímulo. Trabajamos más por entusiasmo restando importancia a las evaluaciones del curso propio de una asignatura.

**3) ¿Qué pudiste rescatar de esta experiencia dentro de la formación de la carrera, cuando concluyó el proceso?**

**Pablo Devalle.** Esta Experiencia, lógicamente fue muy buena para mi formación Profesional, y me ha enseñado a no dejarme intimidar por ningún tema, ni asunto profesional. He intentado siempre, abordar cada nuevo problema, con una visión en perspectiva, a verlo desde diferentes ángulos y a analizarlo detalladamente, proponiendo siempre ideas creativas e innovadoras.

**Juan Manuel Juárez.** Que todo desafío a futuro se puede resolver, con aprendizaje, esfuerzo y dedicación. Analizando, observando el problema y buscando dar solución de la forma más eficiente.

**Francisco Picchio.** De esta experiencia pude rescatar que más allá de la currícula ordinaria, en la facultad existe la posibilidad del aprendizaje a través de la investigación mediante la ejecución de proyectos paralelos que son complementarios y aportan otra visión de la academia y el aprendizaje.

**Sandra Marchesini.** Pude rescatar que no hay nada como el trabajo en equipo. Los ingenieros competían contra un gran laboratorio de arquitectos.... un equipo más grande que el propio, eso nos hizo ganar. Qué puente salió primero, fue producto de esas decisiones últimas y la mano de cada participante. Mi puente ganó. Y el de Diego salió segundo. Pero estos resultados fueron gracias a este gran laboratorio a cargo de Arquitecto Daniel Moisset.

**Diego Vázquez.** Situaciones donde los procesos y los métodos forman parte de la formación académica, tornan muy interesante la vida del estudiante, y a futuro la de un arquitecto, como la de cualquier otro profesional. Vivir experiencias como la de este concurso generan emociones en todos los sentidos.

Hasta el día de hoy lo recuerdo y tengo las vivencias a flor de piel. Puedo transmitirles, de hecho, lo estoy haciendo en este escrito.

**Silvina Angiolini.** El proceso que llevamos a cabo, combinaba diseño, estudio de materialidad, construcción de modelos, verificación, etc.

**César Mirolo.** En la formación profesional fue fundamental abordar el aspecto estructural de la arquitectura desde la deducción del funcionamiento, y el diseño como respuesta, considerando especialmente que, para los arquitectos, el cálculo estructural "matemático" resulta absolutamente abstracto.

**Hugo Periale.** El trabajo en equipo es uno de los factores prioritarios para llegar a un determinado fin, la constancia de trabajo. Mejorar la comunicación tanto con el área docente haciéndola más interactiva y con el resto de los grupos que participamos compartiendo cada uno las experiencias en cada prueba previo al concurso.

# Rueda Gigante

Noemí Goytía  
Daniel Moisset de Espanés

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Sobre este tema la Arquitecta Noemí Goytía presentó un trabajo en las Jornadas de Mercosur - ICOMOS - Córdoba - noviembre de 1998. De él extraemos los siguientes párrafos, hasta el informe técnico.

*Se trata de un elemento de esparcimiento y mirador privilegiado del paisaje urbano y las sierras en la lejanía, instalado en un promontorio del Parque, propiedad desde su origen del gobierno provincial.*

*Atribuida popularmente a Gustave Eiffel, sin ningún fundamento sólido apoyado en documentación que así lo acredite, se la valora dentro del mito colectivo por el prestigio que suponía poseer un presunto progenitor de prestigio internacional vinculado a todo lo que se hacía de hierro en la época.*

*La investigación que he realizado en archivos de Córdoba, Tucumán, su antiguo asiento y también sobre el tipo de objetos que fabricaban los Talleres de Eiffel, me permite pensar que lamentablemente Eiffel, nada tuvo que ver con la rueda del Parque Sarmiento, ni tampoco con ninguna rueda del mundo.*

*Más allá de que su autor sea conocido o no y que su origen no vaya más lejos de los talleres metalúrgicos de la Argentina, muy en condiciones en 1915-16 de fabricarla, el artefacto no hay duda que posee un valor importante.*

*Si bien la rueda ha perdido vigencia como objeto*

*estimulante de emociones por su novedad tecnológica, o por el vértigo de su movimiento, y si al mismo tiempo no es un elemento de fundamental valor patrimonial en sí mismo, conserva en cambio su carácter de testimonio de uno de los procesos de cambio más profundos de nuestra sociedad de su cultura y de los modos de vida, donde la ciudad, su escenario también se transformaba.*

*La Rueda Gigante, hoy colapsada, con la mitad de sus fierros en el suelo, ha pasado a ser una escultura que recuerda un momento clave de nuestra cultura, el cambio de aldea heredada de la época colonial a la ciudad moderna.*

*Reproduzco un resumen del trabajo académico de investigación, avalado y apoyado por CONICOR, realizado en 1992, en conjunto con el arquitecto Daniel Moisset, especialista en estructuras. El trabajo tomaba en cuenta tanto los aspectos históricos como los técnicos: el diagnóstico de su colapso, y la factibilidad de su reconstrucción. Incluye los planos para la restauración, los pliegos técnicos correspondientes, y el presupuesto (que no pasaba de los 10000 pesos), para levantarla y rearmarla. En numerosas oportunidades se ha ofrecido dicho material en forma desinteresada a autoridades y a empresarios particulares que, si bien en un primer momento se sienten atraídos por el proyecto, pronto al saber la dudosa autoría de Eiffel, enfrían su entusiasmo.*

*En nuestra propuesta no es la intención reconstruirla para que cumpla su función original de ver la ciudad desde lo alto, puesto que las condiciones visuales han variado, pero sí en cambio rescatar a un testigo querido por los cordobeses, aparentemente más fácil de materializar, al tratarse de un bien pequeño del estado. Pretendemos que a la vez que produzca beneficios económicos, como elemento para la publicidad, entre vuelta y vuelta, dibujando su curso con luces y colores, recuerde a todos, las huellas del pasado, un pasado que se va borrando en casas y barrios, en espacios urbanos y en costumbres, mucho más difíciles de conservar por la variedad de intereses involucrados y fundamentalmente por los montos que se*

*requieren.*

*Veamos entonces las características de la Rueda, el diagnóstico de su colapso y la factibilidad de su reconstrucción según nuestro trabajo.*





*La rueda tiene un diámetro de 23,5 m. Su altura total desde el nivel del piso es de 27 m.*

*Estaba compuesta originalmente de 20 vagones con capacidad para 6 personas cada uno. En algún momento de su vida posterior a 1938 le fueron quitados 10 coches, hecho verificado a través de fotos. Su motor eléctrico era de 15 HP. Poseía una boletería de madera y cristales estilo kiosco de la que no queda nada.*

INFORME TÉCNICO. Arq. Daniel Moisset de Espanés  
Estado en que se encuentra; octubre de 1991.

*La construcción metálica se encuentra en estado de colapso parcial, tal como puede apreciarse en las fotografías. La mitad que se ubica por encima del eje se ha vencido y ha quedado colgando por debajo del nivel de apoyo del eje. Como el acero con que está construida es un material dúctil el colapso no ha significado fracturas o desprendimientos sino solamente dobladuras y deformaciones importantes en algunas piezas de unión.*

*El estado de conservación del acero es bastante bueno. La corrosión no lo ha afectado prácticamente nada, estando aún cubierta por restos de pintura en su mayor parte. Los perfiles tienen medidas métricas por ejemplo se advierte la marca PN 10 en un perfil U de 10 cm., lo que descarta la hipótesis de que pueda haber sido construida en Inglaterra, sino que el material tiene que provenir de Europa continental: Francia, Alemania, Bélgica.*

*De la instalación eléctrica sólo quedan algunos aisladores de porcelana.*

*No hay vestigios de los mecanismos, motores, ni noticias en los depósitos oficiales de las barquillas u otras partes componentes.*

*No hay descensos ni giros apreciables en las fundaciones. Los documentos existentes en el Ministerio de Obras Públicas indican que después de iniciadas las excavaciones previstas se pidió un*

*refuerzo presupuestario importante porque todavía no se había logrado llegar a terreno firme. Esto hace suponer que se pudo haber alcanzado finalmente una cota de fundación adecuada, que en esas zonas de la ciudad bien puede oscilar entre 15 y 20 metros de profundidad.*

*Los documentos encontrados indican que desde el comienzo de su instalación la estructura misma de la rueda tuvo problemas que hicieron que varias veces se interrumpiera su servicio y se contrataran obras de reparación (1919, 1926, 1938). Lo que no señalan esos documentos es cual era el tipo de falla ni las medidas que se tomaban para corregirlas.*

*Actualmente aparecen cortadas con soplete las barras de acero que sostenían las barquillas, una de por medio. Esto indica que una de las últimas soluciones que se intentó fue suprimir la mitad de las góndolas para mitigar los problemas.*

*Sin embargo, la verdadera causa de los problemas estructurales de la rueda debe buscarse en la configuración inestable que tiene, al ser los rayos todos concéntricos. El estado actual y todas las fotografías anteriores muestran esta disposición.*

*Siempre se ha comparado a la rueda gigante con una de bicicleta, pero cualquiera que observe detenidamente una rueda de bicicleta verá que los rayos se cruzan entre sí y no se dirigen al centro. De esta manera, los rayos tienen un cierto brazo de palanca con respecto al eje y las fuerzas que se producen en ellos pueden generar momentos, o pares de fuerzas, que impiden el giro de la llanta exterior respecto al centro. Este sistema puede verse en la Rueda Gigante del Prater de Viena de 65 m. de diámetro, obra del arquitecto inglés Basset de 1856 y también en la de París del Campo de Marte de 1900 de 100m. de diámetro.*

*Otra manera de lograr estabilidad rotacional es la construcción de rayos rígidos, como la que poseía el Parque Japonés de Buenos Aires. Cualquiera de las dos alternativas es válida y las distintas ruedas de parques de diversiones muestran que se opta por una*



de ellas.

*El sistema de equilibrio con rayos concurrentes es más vale indiferente que inestable. Debido a los efectos de arranque o frenado, la maza gira con respecto a la rueda exterior y los rayos dejan de ser concurrentes y se puede lograr el equilibrio, pero esto se da a costa de grandes esfuerzos en los rayos que llevan a deformaciones permanentes y a tirones y golpes cada vez que se invierte el sentido de la tendencia a girar (arranque-frenado). El aflojamiento de los rayos genera posteriormente una inestabilidad lateral que es la que ha producido el colapso actual.*

*Es difícil suponer que el fabricante haya cometido este error de diseño. Es más probable que al trasladarse desarmada desde Tucumán, se haya rearmado mal en Córdoba.*

*La reparación deberá tener en cuenta esta situación y producirse el cruce de los rayos como se indica en los planos de detalles.*

#### EPILOGO 1

Afortunadamente la rueda fue reconstruida y hoy se luce en el Parque Sarmiento. Según el artículo de Wikipedia (9 de julio 2022).

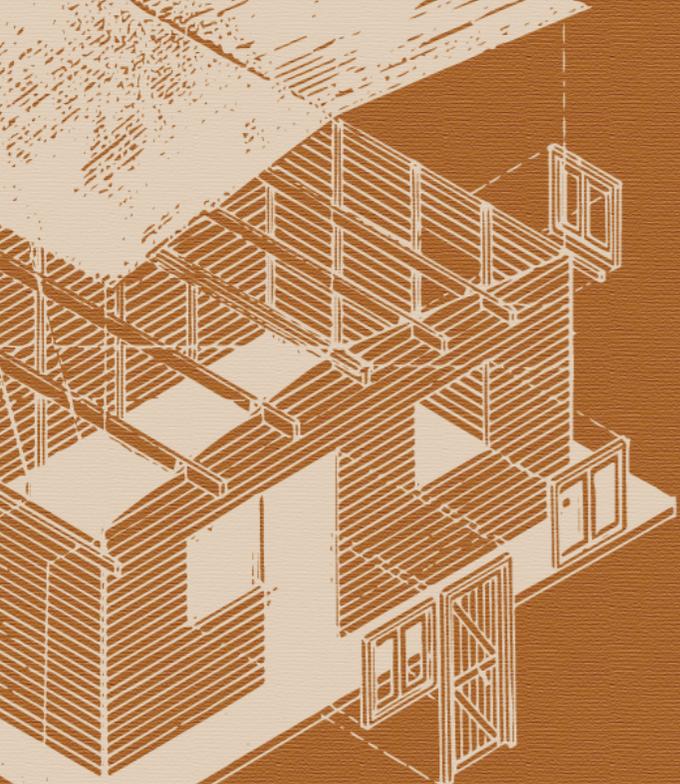
Los trabajos de reconstrucción fueron llevados a cabo por la empresa de Ingeniería Lozada Chávez, en la cual se reconstruyó la mayor parte de la estructura de un modo artesanal permaneciendo como partes originales las dos "patas". De tal modo la antigua "Vuelta al Mundo de Córdoba" fue reconstruida, aunque ya sin girar ni llevar

pasaje, transformada en una escultura pintada de verde oscuro que fue inaugurada como tal en diciembre de 2003. Uno de sus valores estéticos e históricos es que resulta ser ejemplo del proceso de modernización que a inicios del pasado siglo XX se dio en la hasta entonces muy tradicionalista ciudad argentina de Córdoba.

#### EPILOGO 2

Posteriormente pudimos encontrar fotografías publicadas en el diario La Nación de la Exposición Internacional de 1910 en Buenos Aires. Allí se puede ver la existencia de una rueda idéntica a la que hoy está en Córdoba y que, cuando se desmontó la exposición, bien podría haber sido trasladada a Tucumán para los festejos del Centenario de 1916. En este caso, el recorrido total sería Buenos Aires, Tucumán, Córdoba. En los archivos de la exposición de 1910 se podría también encontrar datos ciertos del constructor. Dejamos a los investigadores interesados la pista para que busquen si existen documentos que puedan avalar esta hipótesis.





# Vivienda Semilla

Daniel Moisset de Espanés

Dentro de los planes de investigación del CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica – CONICET) se encuentra el denominado Vivienda Semilla. Consistía en construir un prototipo mínimo de alrededor de 20 metros cuadrados que pueda servir de alojamiento transitorio a personas que no tienen ninguna otra posibilidad de acceder a una vivienda. Se llama Semilla porque se considera que puede dar origen a una construcción progresiva, con los ocupantes habitando, llegando a ser una casa completa con sus instalaciones y envolvente tradicional de mampostería, como es una aspiración generalizada.

Existía un anteproyecto de 20 metros cuadrados a construir con paredes de madera machihembrada de media pulgada de espesor para su posterior recubrimiento exterior con mampostería de ladrillo de 15 centímetros.

Los alumnos del curso del TIDE debían completar este anteproyecto, o formular alternativas, en un plazo de cuatro semanas. El cronograma contemplaba que en la primera semana de septiembre se debían construir las fundaciones de hormigón, y en la semana del estudiante se construirían las paredes y el techo de la vivienda.

El terreno, los materiales, los equipos y herramientas eran provistos por el CEVE. El proyecto definitivo y la mano de obra, por estudiantes de arquitectura. Era importante que la mano de obra no fuera especializada porque se suponía que la participación de los usuarios en la construcción es fundamental para la disminución de costos.

Para poder experimentar diversas situaciones estaba previsto que dos caras de la construcción se construyeran con un máximo de preparación en taller y un mínimo en obra, y las otras dos caras con una relación inversa.

Para que la investigación tuviera utilidad posterior se debían registrar todos los tiempos e inconvenientes durante el proceso de ejecución, y en todo momento se evaluaba y se proponían alternativas superadoras que mejoraran el rendimiento.

El aprendizaje de los alumnos incluía entonces, aspectos de: proyecto, detalles constructivos, cómputos, ejecución de obra, mediciones y evaluaciones del proceso constructivo, valoración de resultados y propuestas para nuevas experiencias.

Para desarrollar el proyecto se planteó un esquioc de tipo competitivo entre los ocho grupos de alumnos que integraban el curso. Se tomo como base la idea de la vivienda semilla, con un máximo de 20 metros cuadrados de superficie cubierta y las limitaciones económicas propias del tema.

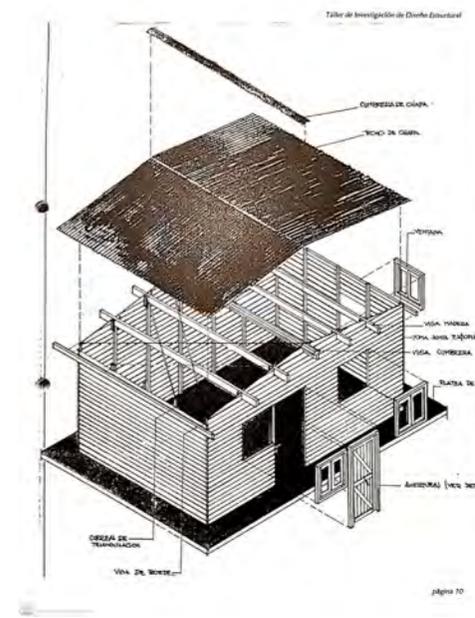
Dentro de los ocho trabajos presentados aparecieron dos grupos con ideas que significaban avances importantes en relación a los antecedentes que se tenían. La primera fue la de colocar horizontalmente el revestimiento de tablas y evitar todas las barras horizontales del entramado, sin perder rigidez frente a las acciones perpendiculares al panel. La segunda fue la de poner el entablonado en la superficie externa del panel, con lo que se simplificaba y abarataba el relleno posterior entre mampostería y panel, se mejoraba el mantenimiento del entablonado mientras permaneciera a la intemperie y se lograba un mejor aspecto interior.

Durante la discusión en forma de seminario que se hizo de todos los proyectos, apareció también la posibilidad de evitar las triangulaciones dentro de los paneles si se realizaban uniones con dos clavos entre cada tabla y los parantes verticales (sistema aporticado). Como no había antecedentes teóricos que pudieran avalar esta situación se encomendó a un grupo que ensayara paneles hechos de este modo; posteriormente también se ensayaron encolando las uniones además de los clavos. También se convino, en base a la experiencia acumulada por el CEVE, que la solución con techo a dos aguas, que no aparecía en ninguna de las propuestas por un hecho económico, era la de mayor aceptación por el usuario.

Finalmente, se llegó a la conclusión que era preferible desechar la idea de un proyecto ganador; en cambio, se encargó a los dos grupos mencionados anteriormente que unieran sus esfuerzos e iniciativas,

recogieran las ideas válidas de los otros proyectos y de la crítica colectiva, y se encargaran de la redacción de un proyecto superador a construir. Así lo hicieron, y son los que finalmente tuvieron a su cargo el capítulo Legajo Técnico del informe realizado. Los demás grupos recibieron distintos encargos y los desarrollaron como se ve en los capítulos siguientes del mismo.

Es así que lo que comenzó como un ejercicio competitivo terminó siendo un verdadero trabajo en equipo, en el que a veces se hace difícil reconocer los méritos individuales.



# Diseño de Estructuras Laminares

Daniel Moisset de Espanés

Las estructuras laminares se caracterizan por su escaso espesor en relación a sus otras dimensiones. Esto las hace muy eficientes por su reducido consumo de material cuando se trata de cubiertas de grandes dimensiones.

Para poder construir con pequeños espesores en relación a la luz libre es necesario evitar los esfuerzos de flexión. Esto se logra con adecuadas relaciones entre las cargas, la posición y tipo de apoyos y, fundamentalmente, la configuración geométrica de la cáscara. Las formas que cumplen las condiciones anteriores se consideran óptimas y el proceso de encontrarlas se llama optimización.

Desde el siglo XIX el cálculo funicular da la solución para el problema de barras en el plano y Gaudí, a comienzos del siglo XX, logró importantes avances en el diseño experimental de complicados entrecruzamientos de arcos con modelos funiculares de hilos y pesas, dando origen a obras tan notables como la basílica de la Sagrada Familia y la capilla Güell en Barcelona. Esta línea experimental de modelos físicos, dedicada a obtener la configuración geométrica de las formas óptimas, ha sido continuada por Oscar Andrés, profesor consulto de la Universidad Nacional del Sur (Argentina), que ha desarrollado un método propio designado como de modelos homeostáticos que da solución a problemas de superficies continuas en el espacio. Utiliza para ello láminas planas de acrílico que al cargarse y calentarse en un horno adoptan variadas formas que se acercan rápidamente a soluciones membranales.

A partir de 1994, el Taller de Investigación de Diseño Estructural de la Universidad Nacional de Córdoba, con la colaboración del Prof. Andrés, construyó un horno e implementó, con tecnología propia, los demás elementos auxiliares para comenzar la experimentación en este tema. Gracias a estos nuevos equipamientos, en el TIDE se comenzaron a dictar cursos de Diseño Experimental de Estructuras Laminares. La gran actividad en el campo del diseño, se debía a que se trataba de un área nueva que merecía su investigación tanto por su originalidad como por sus posibles aplicaciones prácticas en la

construcción de este tipo de estructuras.

Simultáneamente con el aspecto experimental que sirve para la generación formal, se realizó la verificación estática y resistente de los modelos propuestos para acciones gravitatorias simples. Para esto se utilizó el programa ALGOR, con aplicación del método de elementos finitos para el cálculo estructural, que resuelve problemas estáticos y dinámicos, de primer y segundo orden.

Posteriormente se desarrolló un método propio en el que se simulan con computadora, las grandes deformaciones que sufre una lámina plana cuando es sometida a grandes cargas, que le producen un cambio total en la geometría. Las sucesivas formas que va tomando el modelo computacional se utilizan como formas estructurales y resultan intrínsecamente de una gran eficiencia.

Todas estas experiencias llevadas a cabo desde el TIDE fueron divulgadas en cursos así como también en presentaciones a jornadas científicas, como por ejemplo, en las jornadas de la AIE en 1998. A continuación una breve reseña de todas ellas.

## Curso Diseño de Estructuras Laminares

### PROGRAMA

- Inventario. Desarrollo histórico reciente de la optimización de las formas laminares. Obras de Gaudí, Torroja, Nervi, Candela, Dieste y Calatrava.
- Bases teóricas y experimentales. Concepto de eficiencia. Influencia de la escala. Los métodos funiculares. El método homeostático de deformación por calor.
- El método de grandes deformaciones por simulación en computadora. Los programas de elementos finitos. Métodos lineales y no lineales. Uso del programa ALGOR para generación y verificación de formas estructurales. Control de tensiones y deformaciones.
- Análisis crítico. Diseños realizados por estudiantes de arquitectura

con los métodos de optimización descriptos. Análisis y evaluación de resultados.

### METODOLOGÍA

- Se impartirán clases y conferencias sobre el objeto del seminario. El disertante utilizará abundante material audiovisual para desarrollar el contenido propuesto.
- Cada grupo de participantes realizará su propia experiencia de diseño y optimización de la forma estructural, aplicando el método computacional descripto bajo la dirección y tutela del profesor invitado.
- Se realizarán sesiones de análisis crítico y una evaluación final de los proyectos a los que se deberá arribar.



### ANTECEDENTES

Desde que Gaudí desarrolló sus modelos funiculares para el trazado geométrico de sus bóvedas, quedó planteada la posibilidad de generar formas estructurales de alto valor arquitectónico a partir de modelos deformables que garantizan la máxima eficiencia. El Prof. Oscar Andrés ha ideado y puesto a punto un sistema de modelos homeostáticos que en vez de hilos utiliza láminas continuas de materiales plásticos que sometidas a cargas dan origen a formas estructurales de gran originalidad. Este método tiene ya



reconocimiento internacional y su autor fue galardonado con el premio al mejor trabajo de investigación en el concurso iberoamericano que otorgó el Instituto Eduardo Torroja en 1993.

Una vez en posesión de la tecnología y equipamiento necesario para comenzar la experimentación solo resta la creatividad e imaginación de los estudiantes de arquitectura para obtener resultados insospechados.

#### OBJETIVOS

Capacitar al alumno de arquitectura para utilizar la experimentación física como una posibilidad de dar origen a formas arquitectónicas.

#### ACTIVIDADES

- Previo al comienzo del curso el personal del TIDE prepara los instrumentos necesarios para la experimentación (horno, manto de carga, etc.)
- El curso comienza con instrumentación teórica a cargo del profesor invitado. Se plantean problemas de diseño de edificios a ser cubiertos por estructuras laminares.
- Se definen geoméricamente las superficies obtenidas para lo que se considera útil el uso del AutoCAD.
- Se realizan cálculos simples de predimensionado en base a instrumentación teórica y bibliografía existente.
- Se investiga la posibilidad de aplicación de programas de PC de elementos finitos para el análisis estructural.

#### RESULTADOS OBTENIDOS

- La búsqueda de un proceso de diseño experimentalista e innovador en la concreción formal de la idea generadora, ha permitido obtener resultados creativos y originales.
- Estos proyectos no se explican solamente a partir de maquetas sino que se continúan hasta la verificación y evaluación del comportamiento estructural.
- El resultado final es el producto de una estrategia que vincula la disciplina compositiva con las leyes de la estática y se logran formas y construcciones que se destacan por su dinamicidad. Ejemplo de ello son los trabajos de alumnos que a continuación se presentan:

#### Tema: Gimnasio cubierto

Alumnos: Gustavo González, Pablo Miraglia, Guillermo Castro.

El proyecto consiste en una cubierta para gimnasio multiuso. Las condicionantes funcionales marcaron la necesidad de una zona de actividad deportiva de superficie libre de 30 m x 25 m, con una altura mínima de 12 m en la parte central y un sector de tribunas.

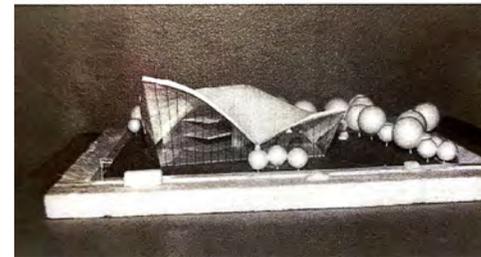
Se partió de aproximaciones formales, dibujadas en Autocad, y se realizaron sucesivos ensayos en el horno hasta obtener los resultados deseados.



#### Tema: Centro de exposición

Alumnos: Silvio Barrera, Marcelo Schwander, Miguel Dragone.

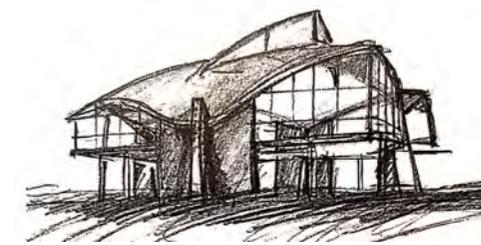
Ubicados sobre el sector comercial de Av. Colón y Sagrada Familia, la búsqueda de una "prefiguración" que respondiera a la metáfora formal y premisa: "el objeto ha de ser un hito más en el eje y su forma serán las velas infladas al viento", es el origen de esta propuesta.



#### Tema: Intercambiador de transporte

Alumnas: Nilda Molina, Claudia San Martín.

Sobre un trabajo de arquitectura ya resuelto, se reelabora el edificio conector de los distintos medios de transporte. Se respeta el perímetro del proyecto existente y se propone iluminación natural en el centro del espacio. Es el primer trabajo que plantea interrupciones en la superficie continua de la lámina y logra un excelente comportamiento estructural.



## MÉTODO HOMEOSTÁTICO (MH)

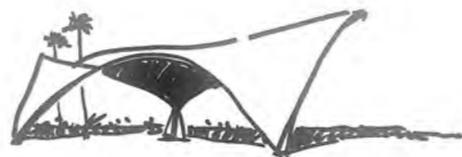
La idea de obtener superficies membranales a través de modelos físicos, para ampliar el repertorio de formas estructurales, tiene varios antecedentes. Se puede mencionar a Isler, en Suiza, que congelaba la forma que adopta un pañuelo húmedo al ser suspendido de varios puntos. Oscar Andrés, de Bahía Blanca, ha desarrollado en el año 1993 el Método Homeostático (MH), consistente en deformar placas de acrílico sometidas a carga uniforme dentro de un horno. El calentamiento a unos 100° C hace entrar en fluencia al material, se flexiona libremente la superficie buscando un estado tensional más eficiente y casi sin momentos. Las formas así generadas pueden considerarse como superficies "funiculares". Las posteriores verificaciones con programas de elementos finitos demuestran que efectivamente tienen un comportamiento cuasi membranal.



Intercambiador de transporte. Se han utilizado las posibilidades de láminas con bordes libres para construir grandes voladizos. Las discontinuidades permiten aberturas para iluminar el interior.

En el TIDE, con el asesoramiento del Ing. O. Andrés, se desarrolló un proyecto de investigación, para estudiar las posibilidades de diseñar formas estructurales a partir del MH.

En ese tiempo, se obtuvieron numerosos trabajos realizados por alumnos avanzados de arquitectura, con formas logradas experimentalmente en el laboratorio y verificados posteriormente de forma numérica. Se destaca la enorme posibilidad creativa tanto en el campo de las formas que siguen leyes geométricas más o menos simples, como en el de las formas orgánicas o naturales.



Stand para exposición de veleros. La metáfora de la vela inflada por el viento se logra con una extrema sencillez de recursos.



Museo paleontológico. Los autores se propusieron evocar la idea del cráneo de un animal prehistórico como forma estructural de alta eficiencia y expresividad.

## METODO DE LAS GRANDES DEFORMACIONES (MGD)

Este método surge con posterioridad al MH a partir de la incorporación de los procesadores al TIDE. Gracias a ellos se desarrolló un método propio, totalmente computacional, que en alguna medida simulaba el proceso de deformación que se producía en el horno. Este método se denominó como método de las grandes deformaciones (MGD).

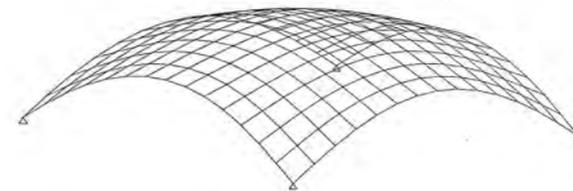
El MGD consistía en producir una deformación de una superficie inicialmente plana, o no, por acción de cargas hacia arriba, inversas al peso. Para mantener la validez de la hipótesis de linealidad del software utilizado, los desplazamientos producidos deberían mantenerse relativamente pequeños para no alterar significativamente la geometría original. No obstante, si se multiplican los desplazamientos por un factor de escala convenientemente elegido, eventualmente grande, las superficies deformadas adquieren formas y proporciones que bien pueden ser empleadas como envolventes de espacios arquitectónicos.

La extrapolación lineal realizada carece del sentido físico del MH, el cual es un proceso no lineal, tanto en lo geométrico como en las características del material. A pesar de esta aparente incongruencia, se ha podido verificar por medio de elementos finitos que, en la generalidad de los casos, el comportamiento para cargas similares a las iniciales es prácticamente membranal.

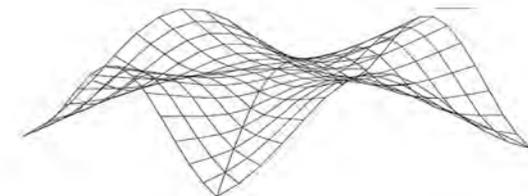
Si las tensiones o desplazamientos resultaran excesivos, se corrige la primera forma obtenida cargando nuevamente la estructura hacia arriba, para producir ahora pequeños desplazamientos, y la nueva superficie así obtenida es una segunda aproximación. El proceso puede repetirse iterativamente hasta llegar rápidamente, con una variación casi asintótica, a un punto a partir del cual las siguientes correcciones carecen de interés práctico. Este procedimiento de corrección de la geometría sí es un proceso de no linealidad geométrica, que corrige el resultado inicial de las grandes deformaciones.

Lo más llamativo del caso es que para producir la gran deformación elástica inicial se pueden usar elementos rigidizadores auxiliares que luego se quitan para configurar la estructura definitiva. A pesar de haber eliminado los rigidizadores el comportamiento cuasi membranal de la superficie se mantiene. Con distintas posiciones y momentos de inercia de los rigidizadores se pueden obtener diferentes diseños para la cáscara.

A continuación, se muestran algunas de las formas logradas con el MGD.



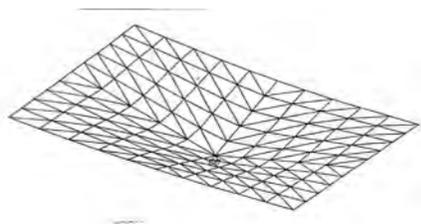
Cúpula sobre planta cuadrada sin elementos de borde. Se obtuvo con el MGD a partir de una placa cuadrada apoyada en sus cuatro vértices, con carga uniforme hacia arriba en toda la superficie. Esta forma es muy similar a la que se obtiene por el MH.



Bóveda sobre planta cuadrada. Tiene el mismo origen que la de la figura anterior, con el agregado de dos nervios rigidizadores auxiliares, que no existen en la cáscara final. Variando la rigidez y posición de las vigas pueden obtenerse infinitas alternativas.

Con este método también se han logrado reproducir algunos diseños ya consagrados, como los paraboloides hiperbólicos de Candela o las bóvedas gaussas de Dieste.

Para generar una sombrilla de planta rectangular y un único apoyo central, como las que ha utilizado Candela, se parte de una losa plana con un solo apoyo. Si se carga uniformemente hacia arriba los bordes se curvan. Para obtener bordes rectos es necesario colocar en la periferia y también en las aristas internas vigas auxiliares de gran rigidez, teóricamente infinita. Todas estas vigas se articulan en los extremos para permitir los quiebres buscados. Cargando hacia arriba se obtiene una superficie idéntica a la de la obra de Candela. Una verificación de tensiones y deformaciones por un programa de elementos finitos 3D demuestra el excelente comportamiento de la cáscara, aún sin ninguno de los refuerzos iniciales. Los refuerzos en las aristas internas que usó Candela son convenientes para evitar la concentración de tensiones que se da en las cercanías del apoyo y también para reducir el nivel de deformaciones.

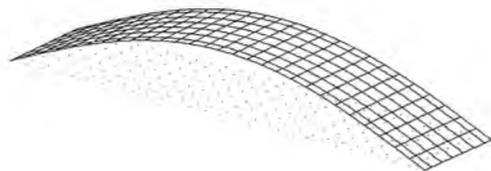


Sombrilla similar a las utilizadas por Candela.

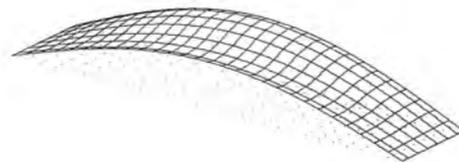
Para obtener las bóvedas de Dieste, se podría partir de una placa rectangular apoyada en los dos bordes de menor longitud. Se obtendría entonces, por un rápido proceso iterativo, una bóveda cilíndrica con forma de catenaria. El problema es que al carecer de curvatura transversal el sistema es muy sensible al pandeo y a la

flexión producida por cualquier otro tipo de carga distinta a la del peso propio.

Para lograr doble curvatura se puede partir de una serie de vigas paralelas, unidas por bielas transversales. Las vigas tienen distintos momentos de inercia para lograr flechas distintas que varían entre un máximo y un mínimo. La curva en S que tiene transversalmente la clave de la bóveda se elige para generar el desagüe pluvial, por ejemplo, recibir el aventanamiento entre bóvedas, además de aumentar suficientemente la rigidez.



Bóveda catenaria de simple curvatura, sin rigidez flexional. Peligro de pandeo.



Bóveda gaussa al estilo Dieste. Se parte de vigas paralelas de distinto momento de inercia, unidas por bielas. La superficie final se materializa con una cáscara que prescinde de vigas y bielas.

## CONCLUSIONES

Hasta principios de los noventa, el equilibrio estático del cuerpo rígido y las ecuaciones diferenciales de la elasticidad sólo pudieron dar solución a unas pocas formas geométricas simples y con determinadas condiciones de contorno. Cuando se intentaron formas más libres, para lograr estados tensionales “calculables”, se debió recurrir a enormes vigas de borde, caso de la terminal aérea de la TWA de Saarinen, o a complicados sistemas de pretensado como en la cúpula ferial de Páez, en Barcelona.

Desde el año 1994, tanto el MH como el MGD tienen el valor de permitir al diseñador una gran libertad y creatividad formal, garantizando al mismo tiempo un excelente comportamiento estático y una alta eficiencia.

# Programa Intercampus

Daniel Moisset de Espanés  
Pedro Pablo Arroyo Alba

La década de los 90' fue muy proactiva en la apertura al mundo y en intercambios de docentes y estudiantes de nuestro país con el extranjero.

Entre los programas de la época se puede mencionar "Intercampus AL-E". Financiado por el gobierno español permitió la estadia de estudiantes españoles en Argentina y de docentes argentinos en España.

El Arq. Moisset y la Arq. Gonorazky del TIDE fueron tutores de varios estudiantes españoles por un periodo de dos meses cada uno. Ambos docentes tuvieron como contrapartida la posibilidad de dictar cursos, conferencias y compartir investigaciones en universidades de Barcelona, Madrid y Sevilla.

De los becarios españoles el que se destaca es el Arq. Pedro Pablo Arroyo Alba que ya tenía el título de grado cuando vino a Argentina y estaba cursando su doctorado en España.

Su aporte al programa de investigación del TIDE sobre diseño de estructuras laminares por computadora fue importante y de un valor tal que fue reconocido como crédito en su carrera de doctorado.

Conseguí contactar recientemente con él y accedió gentilmente a recordar y narrar su experiencia personal y académica en el TIDE.

A continuación, se transcribe (parcialmente por limitaciones de espacio) el informe que me hizo llegar en julio de 2022.

## MEMORIAS DEL DR. ARQ. PEDRO PABLO ARROYO ALBA (2022)

### ANTES DE LLEGAR

Conocía el Programa Intercampus por otros compañeros que lo habían disfrutado cuando yo era todavía estudiante. Con los referentes de Rafael Gustavino, Félix Candela y Eladio Dieste, una estancia en América me parecía la oportunidad perfecta para profundizar en un tema que me había apasionado durante el tramo final de la carrera:

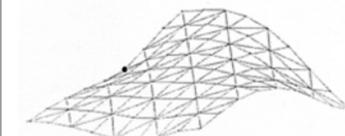
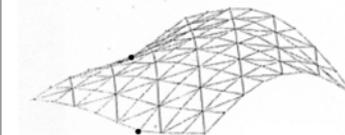
las estructuras. Me interesaban mucho los programas de análisis por el Método de Elementos Finitos (FEM), que habíamos visto en las últimas asignaturas de la Especialidad de Edificación. De hecho, con ANSYS (programa para cálculo de estructuras) ayudé a varios compañeros a diseñar las estructuras de sus Proyectos de Fin de Carrera.

Aunque imagino que los lectores están familiarizados con el trabajo del Profesor Moisset, me permito resumir el estado del arte en aquel momento. En el TIDE se buscaba un método genérico que, a través de la manipulación de la forma por medios informáticos, consiguiera estructuras laminares óptimas, es decir, sin sollicitaciones de flexión.

Como es ampliamente sabido, Antonio Gaudí diseñaba las estructuras a compresión de sus edificios en piedra mediante la inversión de la geometría en equilibrio de modelos funiculares con pesos. Para replicar este proceso en estructuras bidimensionales continuas, al principio se usaron placas de termoplástico que se cargaban y posteriormente se deformaban en el interior de hornos. La aparición de softwares específicos posibilitaba un número de ensayos teóricamente infinito, en muy poco tiempo, con precisión absoluta, y sin las limitaciones materiales del entorno analógico. Todo aquello me pareció fascinante. Solicité la plaza y me aceptaron. Así empezó todo.

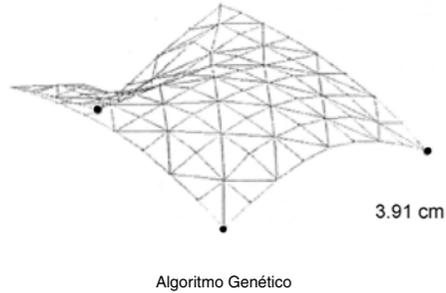
### EN EL TIDE. DURANTE Y DESPUÉS

Recuerdo el primer encuentro con el Profesor Moisset. Amabilísimo como siempre, me explicó la situación del proyecto de investigación, los objetivos marcados, además del protocolo de colaboración con su equipo, formado por arquitectos e ingenieros. Si estoy en lo cierto, formaban parte de él (por orden alfabético): Rosendo Dantas, María del Carmen Fernández Saíz, José Luis Gómez y María Edel Ruata. El Profesor Moisset tenía preparada una advertencia final, nítida en mi

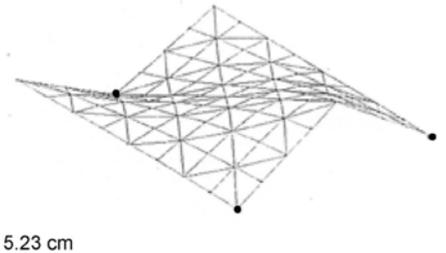


Modelos realizados con computadora

memoria. Me dijo: "...entiendo que querrás disfrutar de tu vida fuera de la universidad, conocer gente y viajar; todo eso está muy bien, pero has contraído una responsabilidad y al final de tu estancia quiero ver los resultados de tu trabajo..."; al mismo tiempo que levantaba su mano derecha, mostrando entre los dedos índice y pulgar el enorme grosor del informe que esperaba de mí debía tener... Cerró la mano y me dio una copia de las llaves del lugar de trabajo. Teníamos una reunión semanal, y el resto del tiempo, podía gestionar mi trabajo



Algoritmo Genético



Paraboloides Hiperbólicos

con absoluta libertad. Una muestra de tal confianza no es normal, y desde luego, algo nuevo para mí.

Efectivamente, saboreé intensamente la experiencia, tanto académica, porque creo que efectivamente obtuvimos buenos resultados, como personal. Como resultado final, habíamos encontrado un método genérico para la optimización de estructuras laminares, de forma automática, al menos en el ámbito de nuestras condiciones de diseño. El Profesor Moisset me ofreció la posibilidad de presentar los frutos de la investigación frente a los miembros del TIDE.

De vuelta a Madrid, la Comisión de Doctorado de la ETSAM (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid – UPM) convalidó mi trabajo hecho en el TIDE por el número de créditos máximo permitido por la normativa. Era tiempo de preparar mi traslado a Tokio.

Durante mi posterior estancia en Japón, otros temas relacionados con la arquitectura y el urbanismo reclamaron mi atención, por lo que dejé de trabajar directamente en estructuras.

Tuve la fortuna de coincidir con el Profesor Moisset de nuevo, durante un curso sobre estructuras laminares que dictó en la ETSAM como docente invitado. Yo

estaba de viaje en Madrid. Pude ayudarle y también contar a los alumnos mi experiencia como becario Intercampus.

Estudiando sistemas complejos, entendí en Tokio que lo que habíamos logrado años antes en el TIDE fue un algoritmo genético. Algo rudimentario, cierto, pero un algoritmo genético, al fin y al cabo. Con una secuencia de acciones automatizables definíamos híbridos a partir de dos estructuras “progenitoras”, y obteníamos un óptimo de la función de forma para cada sistema de apoyos, si bien considerábamos solo la primera generación de “descendientes”.

El diseño paramétrico y los algoritmos evolutivos han madurado muchísimo, y lo seguirán haciendo, gracias a los avances en hardware y software, aunque definiendo que siempre será necesaria la dirección de una buena idea arquitectónica para sacar el máximo partido a la tecnología, si queremos crear espacios de calidad. Por todo, no puedo evitar sentir gran orgullo por lo conseguido en el TIDE en 1997.

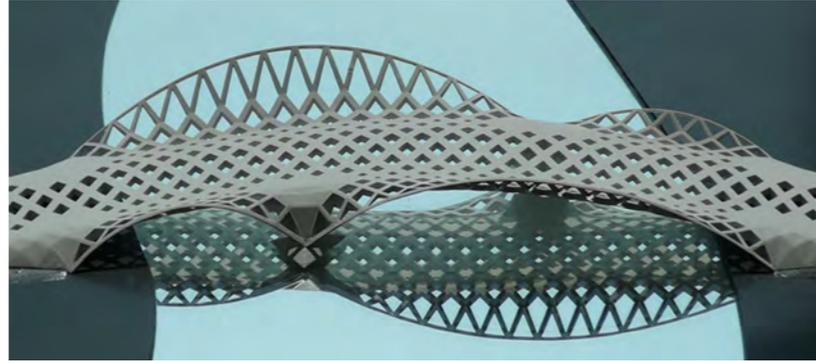
Acabado el doctorado en ingeniería por la Universidad de Tokio y el doctorado en arquitectura por la Universidad Politécnica de Madrid, en 2004 decidimos trasladarnos a Shanghái con un compañero de laboratorio en Japón, para iniciar una aventura profesional en China,



Puente peatonal en Qingpu



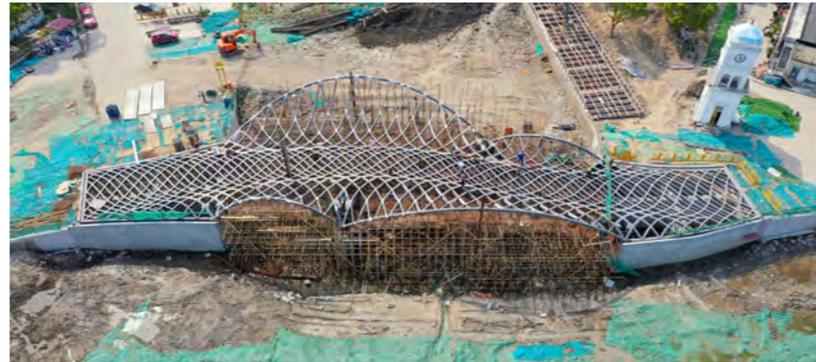
Puentes Gemelos Xidayinggang



Puente del Pez en el Parque Yuanxiang de Jiading



Puente de Loto en el Parque Yuanxiang de Jiading



Puente del Pacifico Norte en Lingang

CA-Group.

Hasta que, casualidades otra vez, nos propusieron diseñar una pasarela que nadie quería hacer, y que debía cruzar un canal de 50 m. El Puente Peatonal en Qingpu (2008) tuvo mucho éxito. Afortunadamente, recibió premios internacionales, fue publicado extensamente y, lo más importante, es la primera obra de una serie de NO-puentes que sigue creciendo. Y digo NO-puentes porque la intención principal no es tanto solucionar un problema de movilidad, como sí la de crear espacios públicos de destino, a donde los visitantes deseen ir y estar, para disfrutar de una relación especial con el entorno inmediato.

45 m de ancho con una retícula de acero compuesta en su mayor parte por perfiles rectangulares huecos de 17 cm x 34 cm, sobre 2 apoyos intermedios alternos, separados 15 m.

Por algún motivo que no sabría explicar, he cambiado de país aproximadamente cada 6 años desde que empecé los estudios de arquitectura. Primero solo, después con la familia. Argentina es parte esencial de este camino. Más recientemente, tras un periodo en Madrid, entre 2010 y 2016, para ocupar puestos docentes y de gestión académica, ahora nos encontramos en Zúrich, desde donde ejerzo mi actividad profesional. Podéis encontrarme en [www.arroyoalba.world](http://www.arroyoalba.world).

Destacaría los Puentes Gemelos Xidayinggang (2010), el Puente de Loto en el Parque Yuanxiang de Jiading (2011), el Puente del Pez en el mismo Parque, sin construir, pero muy importante por ser descendiente claro de la experiencia en el TIDE y antecedente directo del Puente del Pacifico Norte en Lingang (2020). Para este último, al ser una estructura transitable para peatones y vehículos ligeros, la normativa establece restricciones dimensionales y de uso severas: ancho máximo y mínimo de tablero, ángulos de rampa, rigidez, etc. Finalmente, pudimos salvar un canal de



# Esculturas Urbanas

Daniel Moisset de Espanés



El Dr. Rubén Martí, intendente municipal de la ciudad de Córdoba, decidió culminar su gestión de ocho años de gobierno en 1999 dejando en la ciudad una serie de esculturas urbanas. Para ello aceptó el ofrecimiento del artista plástico cordobés Antonio Seguí que donó los proyectos. Antonio Seguí, residente en París desde hacía varias décadas, era seguramente el argentino de mayor repercusión en el ambiente plástico internacional.

El primer proyecto fue "El Hombre Urbano" y gracias a su aceptación ciudadana fue seguido rápidamente por "La Mujer Urbana" y "Los Niños Urbanos". El primero está emplazado en el Nudo Vial Mitre, entre la estación homónima del ferrocarril y la estación terminal de ómnibus. La segunda en el Nudo Vial 14, intersección de la avenida de circunvalación y la de acceso de la zona residencial más importante de la ciudad. Los terceros ocupan un lugar relevante frente a la entrada al aeropuerto. Estos emplazamientos indican una clara voluntad de convertir estas esculturas en referentes simbólicos para los que entran o salen de la ciudad por cualquiera de los medios de transporte de pasajeros. Y esto ha logrado.

Uno de los factores importantes a tener en cuenta en las decisiones de proyecto y de construcción fue la urgencia en terminar e inaugurar todas las obras antes del 10 de diciembre de 1999, fecha de entrega del gobierno a la siguiente administración. Como el proyecto de la primera escultura comenzó en abril de ese año, en realidad se contó con sólo



ocho meses para las tres obras. Los tiempos políticos no coinciden con los tiempos académicos, proyectuales y constructivos. Esas presiones inciden, pocas veces en forma favorable, en el proceso y en los resultados.

La municipalidad encargó al Taller de Investigación de Diseño Estructural de la Facultad de Arquitectura, por medio de un convenio suscripto con la Universidad Nacional de Córdoba, la realización de los planos constructivos, cálculos estructurales y dirección de obra. Se trataba de esculturas planas de casi 12 metros de altura, conectadas al suelo en pocos puntos.

Estructuralmente el problema consiste en resistir la acción del viento sobre una compleja ménsula con sólo 30 centímetros de espesor en el arranque y con formas que no siguen ninguna ley geométrica. Constructivamente los mayores problemas estuvieron en las uniones entre las distintas partes y el replanteo y montaje de las figuras en el aire.

Sobre este tema se presentó un trabajo en las jornadas de la AIE del año 2000 que se puede consultar en el QR de la derecha.



Artículo completos  
AQUI



# DEUR

Doctorado en Estudios  
Urbano-Regionales



# DOCTA

Doctorado en  
Arquitectura



# MDAU

Maestría en Diseño Arquitectónico  
y Urbano



# DIMU

Especialización en  
Diseño de Muebles



# CESEAD

Especialización en Enseñanza Universitaria  
de la Arquitectura y el Diseño



# MÓDULOS - CURSOS

<http://faud.unc.edu.ar/cursos-de-posgrado-2/>



# 2002

José Luis Gómez



APUNTE DE FUNDACIONES  
Y ESTRUCTURAS DE MADERA  
(2002)



ADAPTACIÓN DEL REGLAMENTO  
BRASILEIRO EN ESTADOS  
LÍMITES ÚLTIMOS PARA  
ESTRUCTURAS DE MADERA  
(2002)

CREACIÓN DE MATERIAS ELECTIVAS:  
ESTRUCTURAS DE FUNDACIÓN, DE MADERA  
Y GRANDES LUCES  
(2002)



ESTRUCTURAS DE MADERA  
(2007)

EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO  
DE LA ESTRUCTURA Y RECOMENDACIONES  
DE ACTUACIÓN PARA SU MANTENIMIENTO  
DE LAS ESTANCIAS JESUÍTICAS EN ALTA GRACIA,  
JESÚS MARÍA Y SANTA CATALINA  
(2006-2008-2010)

RECUPERACIÓN DE LA CAPILLA  
DOMÉSTICA DE LA COMPAÑÍA  
DE JESÚS  
(2005)

RECUPERACIÓN ESCALERA TORRE  
CÉSPEDES EN JESÚS MARÍA  
(2009)

JORNADAS DE  
ESTRUCTURAS EN  
ARQUITECTURA  
(2009)



ESTUDIO DEL ESTADO DE  
CONSERVACIÓN DE LA  
IGLESIA SAN FERNANDO  
DE CATAMARCA Y  
PROYECTO DE LA CÚPULA  
(2009)

# 2012



# LOS APORTES DE SARA GONORAZKY

## El legado de la formación de docentes

Entrevista realizada por Silvina Prados



La Escuela de Arquitectura de la UNC, en su creación, dependía de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y no es hasta mediados de la década del 50 cuando la misma se independiza con la fundación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo como se llamaba en ese entonces.

Esto posiblemente haya dejado huellas en algunas áreas académicas durante largas décadas, con mayor impronta en las llamadas áreas duras, como las tecnológicas, donde la presencia masculina tuvo gran protagonismo.

Y es en ese contexto donde la figura de una arquitecta comenzó a escribir una nueva historia, para la facultad, para las estructuras y para las arquitectas.

### ¿Cómo fueron tus comienzos?

¿Cómo docente o cómo estudiante de arquitectura?

#### **Empecemos primero con tus comienzos como estudiante.**

Comienzo mis estudios en el año 1965, recién llegada de Salta, con un padre ingeniero que de alguna manera forjó mi vocación. En esa época, como ya se consideraba alto el número de ingresantes, el plan de estudios vigente proponía un curso de ingreso que duraba un año completo y el requisito de promover o aprobar todas las materias del mismo para iniciar realmente la carrera.

En el año 1966 con el derrocamiento de Illia, en el mes de junio, se suspenden las clases y recién se reinician en febrero de 1967.

Para recuperar en parte el tiempo perdido la opción que teníamos los estudiantes era preparar materias para rendirlas en condición de alumnos libres. Yo elijo rendir algunas pertenecientes a las áreas técnicas (Matemáticas II y Tecnología de los Materiales I) y será lo que me llevará, de alguna manera, a iniciarme en la carrera docente.

### ¿Cómo es eso?

El preparar las materias como libre, por la profundidad con que uno encara todos los temas, me permitió tener la solvencia necesaria para

presentarme a mi primer concurso de ayudante alumna en Matemáticas II. Al mismo tiempo, por correlatividad “adelanto” con el cursado de Construcciones I (en ese momento era el nombre de lo que hoy conocemos como Estructuras) y eso me lleva a explicarle a mis propios compañeros los conocimientos que necesitaban tanto en Matemáticas como en Estructuras. Lamentablemente en el año 1967 se interrumpe el llamado a concurso de ayudantes alumnos y retorna muchos años más tarde, cuando yo ya era docente.

### ¿Y tus inicios como docente de estructuras?

Apenas me recibo, en octubre de 1972, me presento a un concurso de JTP en el área Estructuras y quedo en orden de mérito. Esto permitió incorporarme al Taller Total en el cual el Arqto. Daniel Moisset dictaba Estructuras. Es recién al año siguiente cuando soy nombrada JTP en Estructuras II y luego, de a poco, voy incursionando en las distintas correlativas de Estructuras.

### ¿Fuiste la primera mujer en las estructuras entonces?

Sí, así es y uno siente que va abriendo camino, aunque en lo personal puedo decir que tanto como docente de Estructuras o en el ejercicio profesional, con eje en el diseño estructural, nunca sentí que

las oportunidades se me cerraran por ser mujer.

### ¿Qué recuerdos tienes de esa época?

¡¡¡Muchísimos y de enorme gratificación en lo personal!!! Como jefa de Trabajos Prácticos tuve gran empatía con los estudiantes, lo que redundó, tal vez, en que muchos de ellos son ahora docentes en la facultad. Te nombro solo algunos que como primer pantallazo asoman a mi memoria en este momento: Pablo Pacharoni, Isolda Simonetti, Elena Rébora, María del Carmen Fernández Saíz, Raquel Fabre, Carolina Ponssa, y muchos más, de los que recuerdo hasta el trabajo práctico que realizaron o alguna particularidad en su proceso



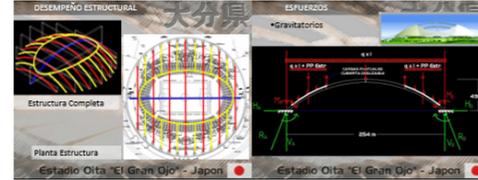
de aprendizaje.

### ¿Y cuándo llega el momento de acceder a un cargo de profesora?

Las posibilidades se daban lentamente en aquellos momentos y la facultad consolida la estructura de

cátedras a partir de los concursos de 1983. En el año 1986 accedo por concurso de antecedentes y oposición al cargo de profesora adjunta en Estructuras III y Estructuras IV y en el año 2005 a profesora titular de Estructuras IIB.

En esos espacios tuve la oportunidad de formar estudiantes y egresados adscriptos y, con mayor intensidad como profesora titular, ya que quienes habían cursado Estructuras II se acercaban a la cátedra para las ayudantías. También se iniciaron proyectos de investigación que fueron una oportunidad para iniciar a jóvenes docentes en la tarea.



Trabajo realizado por los estudiantes Mauro Bongiovanni y Leandro Calvo.  
Equipo docente: Arq. María del Carmen Fernández Saíz y Arq. Sara Gonorazky

**Pero me da la impresión que este rol de formadora de formadores no era nuevo para vos...**

Es cierto. Creo que la docencia siempre fue mi gran pasión y desde los inicios de mi carrera docente eso se dio naturalmente.

### ¿Qué recuerdos tienes de tus comienzos en Estructuras IIB?

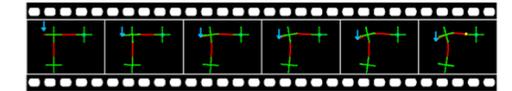
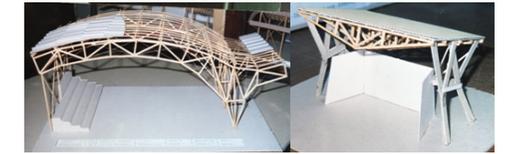
Estoy muy agradecida por el apoyo de mucha gente en ese momento en el que se iniciaba una nueva cátedra. Karin Klein y Guillermo Montiel fueron una gran ayuda para la confección de los dibujos necesarios para el concurso. Luego, si bien los contenidos estaban, había que estructurar las clases y apuntes para los estudiantes. Recuerdo muy especialmente a Pablo Ruata. Además del apoyo logístico que me brindó, transcribiendo contra reloj en CAD los dibujos que yo realizaba a mano alzada, que constituyeron la base de las clases, hizo aportes invalorable como adscripto a la cátedra que aún están vigentes. Recuerdo por ejemplo la realización de animaciones interactivas de las deformadas de vigas continuas y pórticos que, como te dije antes, hasta hoy continúan vigentes como material didáctico para la formación de estudiantes en ese tema y no solo en Estructuras IIB.

Tuve oportunidad de acercar a jóvenes ingenieros, con gran formación en el campo estructural, a la cátedra e introducirlos en la particular manera de enseñar estructuras que tenemos los arquitectos. Recuerdo a Daniel Troglia, que fue quien te trajo a vos y al tiempo se nos sumó Cecilia Nicasio.

También fuimos una de las primeras materias en la FAUD que incorporamos el uso de las aulas virtuales como complemento del dictado tradicional utilizando la plataforma Moodle. Esto nos permitió luego trasladar la experiencia a actividades de transferencia de los resultados de

los proyectos de investigación como por ejemplo al dictado de cursos de actualización profesional completamente a distancia.

El primer curso lo dictamos en el año 2010, yo elaborando la parte teórica con la asistencia del PROED (Proyecto de educación a distancia de la U.N.C) y vos acompañándome como tutora, haciendo la ímproba tarea de la atención de consultas y corrección de los trabajos prácticos.



**Y eso fue un modelo incluso para muchos docentes que también incursionaban en la educación a distancia. Pero contame, ¿qué es eso del té de las mujeres de estructuras?**

En mis inicios en las cátedras de Estructuras cerrábamos el ciclo lectivo con cenas de

camaradería de los profesores de todas las cátedras de estructuras. A partir del año 2005, con la gran incorporación de mujeres en estas cátedras, iniciamos los Té de las Mujeres de Estructuras. Eran encuentros distendidos que permitían conocernos y crear lazos entre docentes y adscriptas de las diferentes cátedras y niveles. En lo personal, poder recordar a muchas de ellas en cada etapa de sus trayectorias, desde alumnas, luego adscriptas, JTP, adjuntas y titulares me emociona y llena de satisfacción ya que veo reflejado el círculo continuo de lo que representa la formación de docentes, en especial arquitectas e ingenieras dedicadas, que comparten la misma pasión por la enseñanza del diseño estructural.



**Y del TIDE, ¿qué recuerdos tienes? Ahí también dejaste huella.**

Sí. Estar en el TIDE me permitió acercar vínculos que en mi trayectoria profesional había logrado que a mi entender eran de gran actualidad y por lo tanto un valiosísimo aporte para la enseñanza de las estructuras. También fue continuar lo iniciado muchísimos años antes en lo que fue el primer gabinete de computación.

El TIDE se crea en el año 92 y en el 93 se realizan unas jornadas de la AIE en la ciudad de Córdoba. En ese encuentro, acerco al Ing. Shimshon Kalmus de Sao Paulo, Brasil quien presenta un programa para resolución de estructuras llamado STRAP (en esos momentos bajo lenguaje D.O.S) de origen israelí y que conocí en mi estadía en Israel.

Mi presencia en el TIDE permitió generar un nexo entre él y la facultad que compra una licencia de este programa a finales de ese año, lo que nos permite comenzar a prepararnos para su implementación.

Por ejemplo, lo utilizamos para el diseño de láminas aplicando el método de elementos finitos y para la resolución de estructuras de edificios, con la posibilidad de realizar un análisis dinámico en edificios en altura.

Con el paso del tiempo tuvo actualizaciones hasta las últimas versiones que fueron bajo el sistema operativo Windows.

Las láminas que originalmente eran diseñadas a partir de las deformaciones de una plancha de acrílico en un horno y relevadas con un peine metálico para determinar su geometría,

son luego volcadas a este programa para poder leer tensiones, magnitud de las deformaciones y solicitaciones que nos permitían llegar a un dimensionado preciso de la misma.

Esto abrió nuevas posibilidades para su diseño ya que en la medida que adquiríamos experiencia en el uso de este nuevo recurso, pudimos aprovechar las utilidades que brindaba el programa y deformar modelos matemáticos utilizando variaciones de geometría y carga.

**Pero según tengo entendido también estabas a cargo de materias electivas en el TIDE**

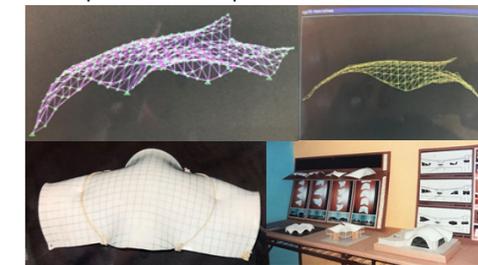
También. El TIDE acogió gran cantidad de materias electivas sobre diversas temáticas. Una de las materias electivas fue justamente la que permitió aplicar el STRAP a la resolución de edificios en altura cuyos resultados se presentan en un concurso, nada más ni nada menos que, en San Juan sobre la temática sísmica.



**¿Y las grandes luces?**

Recuerdo que tuvimos la oportunidad de realizar un Seminario de estructuras tensadas teniendo como invitado al profesor Massimo Majowiecki y los resultados fueron asombrosos. Años después,

estuve a cargo de la materia electiva Grandes Luces por mucho tiempo.



**El uso de programas de cálculo, maquetas de estudio, el estudio de casos, las aulas virtuales...Veo que fuiste una precursora en muchas de las estrategias didácticas que hasta hoy se usan.**

Sí, la formación continua y la búsqueda de herramientas que permitieran no solo el mayor entendimiento del comportamiento estructural sino también la optimización del diseño de sus partes, siempre, de alguna manera, me marcaron el rumbo. Y hoy puedo decir que el camino recorrido fue muy reconfortante y lleno de gratificaciones. Ojalá haya podido lograr inspirar a otros para que encuentren su potencial y sigan brindando a los estudiantes, primero, y al conocimiento estructural después, todo su saber.

**Gracias.**

## CREACIÓN DE MATERIAS ELECTIVAS

Estructuras de fundación,  
estructuras de madera y  
estructuras de grandes luces

Karin Klein

Desde 1986 hasta 2006, el Plan de Estudios de la Facultad es objeto de sucesivas modificaciones parciales que responden a la aplicación de políticas educativas e institucionales de la Universidad Nacional de Córdoba y a la necesidad de actualización y reordenamiento curricular produciéndose la disolución de la materia Estructuras IV dentro del dictado obligatorio de la carrera de Arquitectura. Además, la carrera se estratifica en departamentos que engloban diferentes campos de conocimiento: Arquitectura y Diseño, Tecnología, Ciencias Sociales y Morfología, Instrumentación e Informática, agrupando las materias con afinidad disciplinar. En ese contexto, en 1992, empieza a gestarse

la creación del Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE) y comienza a impartir paulatinamente los contenidos específicos de la cátedra disuelta, pero, segmentados en varias materias electivas del nivel 5 de la carrera, como por ejemplo: Estructuras Laminadas, Estructuras Tensadas, Estructuras de Grandes Luces, a cargo inicialmente del profesor Arq. Daniel Moisset, como así también las materias de Estructuras de Fundaciones y Estructuras de Madera que fueron encabezadas por el Ing. José Luis Gómez en las que comienza a evidenciarse una transferencia de su experiencia e inquietudes profesionales

al ámbito académico. La nueva modalidad de dictado electivo cuatrimestral permitió que pudieran profundizarse cada una de las temáticas abordadas, manifestando la necesidad de contar con nuevos materiales didácticos y bibliografía especializada. En una primera instancia se elaboró el apunte de estructuras de Fundaciones y luego el de Estructuras de Madera, ya que, al no existir en ese momento un reglamento argentino de cálculo estructural en dicho material, debía previamente evaluarse que reglamentación internacional convenía adoptarse. Durante la década de 2002 al 2012 es justamente el ingeniero Gómez quien asume

la dirección del TIDE, llevando a cabo principalmente la iniciación del Laboratorio de Ensayos de Madera siendo pionero a nivel latinoamericano y la realización de numerosos trabajos de extensión enmarcados varios de ellos en distintos proyectos de investigación de los que se destacan los vinculados a la manzana y Estancias Jesuíticas de Córdoba que fueron declaradas patrimonio de la Humanidad en el año 2000.

# ADAPTACIÓN DEL REGLAMENTO BRASILERO EN ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

Karin Klein

Con la incorporación de la Materia electiva Estructuras de Madera dirigida por el Ing. José Luis Gómez y, ante la falta de una reglamentación nacional vigente en ese momento, se decide adoptar el Reglamento Brasileiro por Estados Límites Últimos para estructuras de Madera, NBR7190, considerándose que su aplicación supone similitudes con las tendencias de cálculo estructural que ya venían adecuando reglamentaciones en nuestro país para otros materiales constructivos como por ejemplo, en la norma CIRSOC 201 - Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón.

Esta decisión conlleva no solo la interpretación y adaptación de la Reglamentación del Cálculo estructural brasileiro sino también la adecuación del laboratorio del TIDE para la realización de los ensayos que permitieran conocer las características mecánicas de las diferentes especies nacionales que fue llevada adelante por un comprometido equipo de profesores entre los que podemos destacar especialmente al Arq. Rosendo Dantas y la Arq. María Edel Ruata.



Arq. María Edel Ruata realizando ensayos de flexión



Ing. Gómez, Arq. Dantas e Ing. Payer en ALCONPAT

Durante esta etapa se adaptaron protocolos y se incorporaron los equipamientos necesarios para realizar ensayos para distintos tipos de solicitaciones teniendo en cuenta la condición anisotrópica biaxial de la madera.

Se realizaron ensayos a tracción y corte paralelo a las fibras, a flexión perpendicular a las fibras, pero mayormente ensayos de compresión paralelo a las fibras ( $f_{cok}$ ) debido a que, a partir de conocer su valor, en la reglamentación brasilera se permitía realizar una caracterización simplificada de las otras capacidades resistentes corroborando su veracidad a partir de la comparación con los resultados de las primeras experimentaciones. La prolífera realización de ensayos en diferentes especies se logró a partir de incorporarlos como parte de los trabajos prácticos de los estudiantes realizando 6 ensayos como mínimo por grupo y que permitió elaborar una amplia lista con la caracterización de más de 20 especies nacionales. Por otra parte, se realizaron ensayos a flexión diferida en el tiempo para poder analizar las consecuencias de las deformaciones por fluencia lenta, característica particular de la madera, mediante dispositivos de elaboración propia por parte del equipo a cargo del laboratorio y también se comprobaron las indicaciones de la norma brasilera en cuanto a que se puede calcular el factor de fluencia ( $\mu_{ef}$ ) usando las fórmulas de deformación elástica, reemplazando el módulo de elasticidad  $E$  por lo que se llama Módulo de elasticidad efectivo ( $E_{ef}$ ) mediante la afectación de coeficientes que tienen en cuenta las condiciones

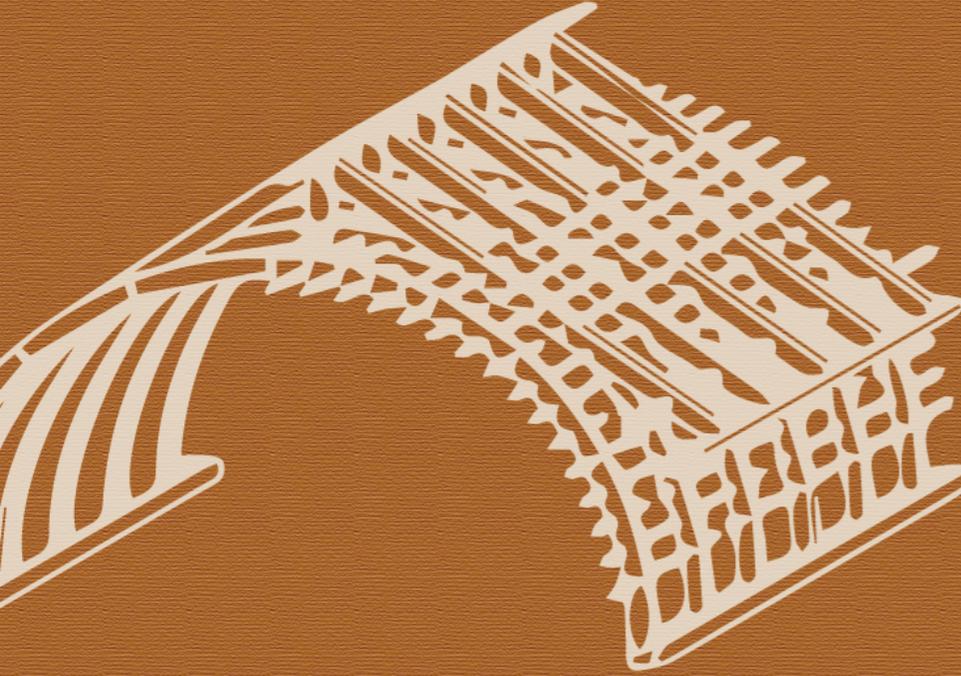


ambientales y el tipo de cargas que afectarían al elemento estructural. Se pudo profundizar sobre las consideraciones a tener en cuenta en los cálculos de las uniones mixtas de madera y acero mediante ensayos de aplastamiento producidos por un perno metálico conocido como *embutimento* cuyas conclusiones formaron parte de presentaciones en importantes congresos de la especialidad.

Toda esta gran labor ha sido reconocida por sus pares a nivel nacional convocando al Ing. José Luis Gómez para conformar la comisión de la redacción del reglamento nacional para estructuras de madera que se puso en vigencia en 2013 y, aunque no se realizó para un diseño por estados límites últimos, incorpora en su redacción la posibilidad de utilizar complementariamente la norma brasilera valorando toda su experiencia profesional y académica.

Actualmente se está retomando en el TIDE esta actividad, actualizando el equipamiento y capacitando a sus nuevos integrantes para continuar con este legado.





## RECUPERACIÓN DE LA CAPILLA DOMÉSTICA DE LA COMPAÑÍA DEL JESÚS

María del Carmen Fernández Saiz

La intervención realizada en la Capilla Doméstica de la Residencia Jesuítica, tiene como antecedente un estudio similar realizado previamente por el Ing. José Luis Gómez en la iglesia de la Compañía de Jesús. En ese primer encargo, del análisis de un edificio de valor patrimonial, se trabajó con la colaboración de estudiantes de la Carrera de Posgrado: Maestría en Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico, de la FAUD, realizándose el relevamiento estructural y la confección del material gráfico.

La Capilla Doméstica, cuya construcción finalizó en el año 1668, forma parte del conjunto de la Iglesia de la Compañía de Jesús, en la Manzana jesuítica de Córdoba, declarado Monumento Mundial en el año 2000. Su construcción probablemente permitió verificar el método constructivo que luego se utilizaría en la Iglesia Principal.

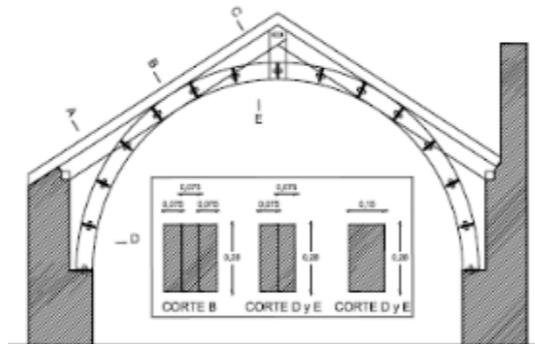




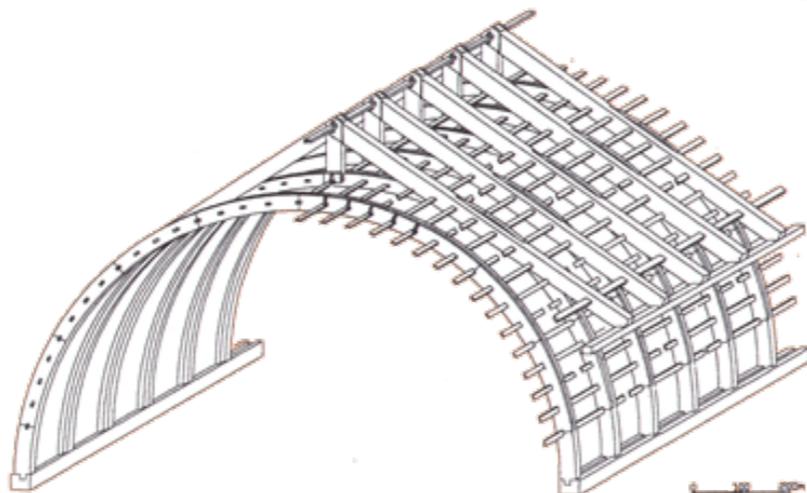
La estructura de madera del techo de la Capilla está conformada por una bóveda semicircular de 6,50 metros libres entre apoyos por 13,15 metros en el sentido de la generatriz, la que está sustentada por muros de mampostería de piedra de 1,00 metro de espesor. Los arcos de madera que constituyen la bóveda, separados cada 65 cm, se completan con vigas rectas que sirven para materializar los faldones planos, sobre los que se montan los tablonos y capas de bovedillas que constituyen la cubierta externa.

Se solicitó la participación del equipo del TIDE debido a que esta estructura de madera presentaba deterioros significativos ocasionados por la acción del clima y agentes biológicos.

Las primeras actuaciones, consistieron en el relevamiento de los daños originados por la humedad y fundamentalmente por la acción de insectos sociales (termitas) en el entablado



Corte de la estructura de la bóveda



Estructura de la bóveda



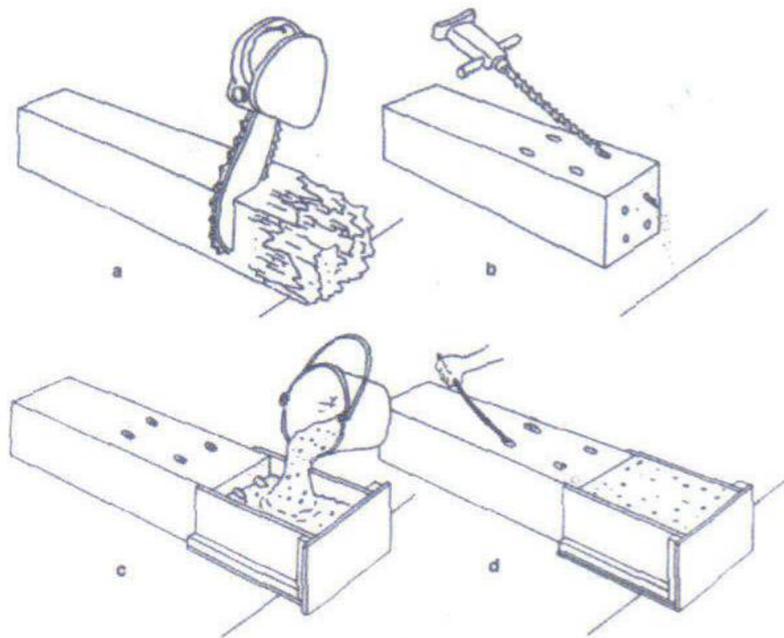
Apertura de la cubierta, daños provocados por los insectos en el entablado

de 1 1/2 pulgadas y en los componentes de la estructura principal. Se visualizó también la particular conformación del cielorraso, realizado con cañas tacuaras, mortero y terminación interior de cuero pintado, similar al utilizado en la iglesia principal.

Posteriormente se procedió a la limpieza y desinfección con insecticidas de la madera de la estructura que quedó expuesta, donde se observaron y relevaron los huecos debidos al faltante de material producido por las termitas, principalmente en la zona de intersección del arco con la viga recta del faldón.

Otra etapa de la intervención consistió en la obtención de muestras a fin de identificar el tipo de madera, tarea que se realizó en la Facultad de Ingeniería Forestal (Santiago del Estero). Las muestras fueron analizadas macro y microscópicamente, resultando todas de algarrobo. Finalmente, y de acuerdo a los detalles constructivos relevados, se modeló la estructura principal con un programa de cálculo estructural para obtener solicitaciones máximas de las distintas barras que la conforman, lo que permitió realizar la verificación seccional de acuerdo a las prescripciones de la norma NBR 7190, resultando en todos los casos tensiones mucho menores a la resistencia de cálculo.

Evidentemente, el sobredimensionado original de la estructura permite que las secciones actuales, aún con las reducciones, en algunos sectores muy importantes, ocasionadas por los insectos, fueran suficientes para las cargas soportadas.



Esquemas de reparación con Epoxi

Artículos completos  
AQUÍ



Para la rehabilitación de la estructura se propuso transformar la sección en otra mixta de madera y resina epoxi, ya que, en función del valor patrimonial de la estructura no era posible la sustitución de piezas dañadas por nuevas, ni el incremento de las características mecánicas con escuadrías de madera o acero.

El proyecto de recuperación que se realizó estuvo dirigido a los tres módulos abiertos por los problemas originales de humedad.

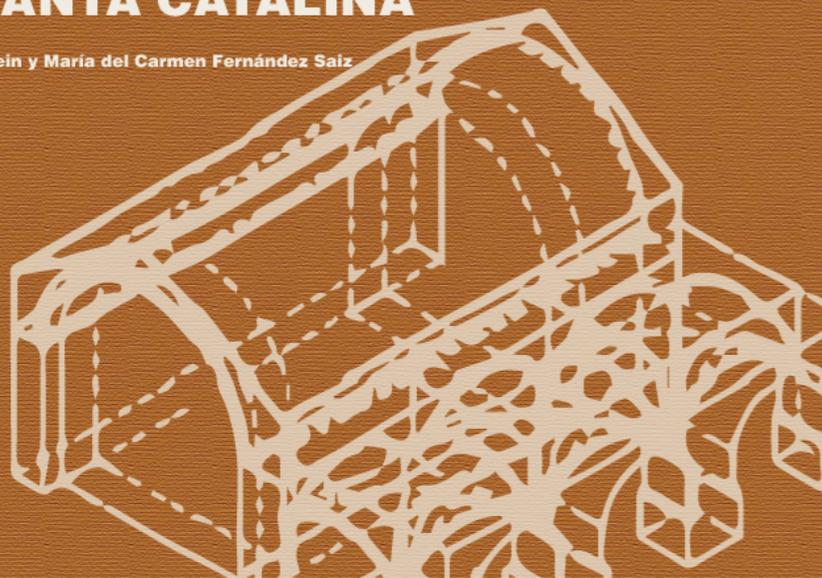
Se pudo observar que el deterioro disminuía en los módulos siguientes de la bóveda. Con el fin de preservar una parte de la Capilla como se construyó originalmente, se ensayó un tablón extraído para verificar su capacidad resistente en el Laboratorio del T.I.D.E. También se realizó un gammagrafiado del techo, estudio no invasivo, para detectar cantidad y tamaños de los deterioros de los elementos estructurales de madera. Los resultados satisfactorios de esos estudios fueron determinantes para la decisión de conservar el tramo restante de techo original, con un grado de seguridad adecuado. Asimismo, se elaboraron recomendaciones de mantenimiento de modo de evitar futuros factores de deterioro, como parte del plan de preservación para este edificio, de acuerdo y en base a los documentos internacionales de tratamiento y tutela de los bienes culturales y normativas de la C.N.M.L.B.H. (Comisión Nacional de Monumentos, de Lugares y de Bienes Históricos).



Sector de la estructura recuperado

# EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y RECOMENDACIONES DE ACTUACIÓN PARA SU MANTENIMIENTO DE LAS ESTANCIAS JESUÍTICAS EN ALTA GRACIA, JESÚS MARÍA Y SANTA CATALINA

Karin Klein y María del Carmen Fernández Salz



Con el antecedente del desempeño en las tareas de evaluación y preservación de la estructura realizado para la capilla doméstica de la Compañía de Jesús, comienza una etapa de trabajos de investigación y extensión realizados entre los años 2006 al 2012 en el Taller de Investigación de Diseño Estructural de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba, vinculados a las diferentes Estancias Jesuíticas que habían sido declaradas patrimonio de la Humanidad en el año 2000. Todos ellos estuvieron dirigidos por el Ingeniero José Luis Gómez y llevados adelante por un grupo conformado por Arq. María Edel Ruata, Arq. María del Carmen Fernández Sainz, Arq. Liliana Molinari, Ing. Claudia Gareca, Ing. Liliana Papalardo, Ing. Cecilia Nicasio, Arq. Karin Klein entre otros.

En orden cronológico se analizaron las Estancias de Alta Gracia, Museo Jesuítico Nacional de Jesús María y Estancia Santa Catalina. En todos los casos la organización del estudio del comportamiento estructural de los conjuntos fue planteada siguiendo las siguientes etapas.

En una primera instancia se realizaba una búsqueda de antecedentes, planos, caracterización del lenguaje arquitectónico y clasificación de la información recolectada.



A partir de allí, se llevaba a cabo un relevamiento fotográfico y planialtimétrico con el acompañamiento de la cátedra de topografía de la FAUD que permitía, por un lado, elaborar planos en Autocad, y por otro, la realización de un primer informe del estado de conservación detectado en la inspección visual.

En lo sucesivo y de acuerdo a las posibilidades al tratarse de obras de valor patrimonial, se realizaron calicatas que permitieron determinar las características constructivas de bóvedas, entresijos y cubiertas junto a la estimación de cargas permanentes. En el caso de las estructuras de madera se extrajeron pequeñas muestras que permitieron identificar la especie, realizándose el estudio macro y microscópico de las mismas en el Laboratorio de Dendrología y Xilología, INSIMA, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Paralelamente, se realizaban estudios de suelos tangenciales para la determinación de la

capacidad resistente del terreno de fundaciones e inclusive, como en el caso de la Estancia de Alta Gracia, se trabajaba con la participación de especialistas en arqueología con la finalidad de realizar un control y un posible rescate arqueológico en las áreas involucradas sobre los terrenos vecinos a la Iglesia, de los cuales se tenía conocimiento que habían sido utilizados como cementerio hasta mediados del siglo XIX.

Una vez concluidas las etapas de relevamiento y análisis de cargas, se comienza el análisis del comportamiento estructural, diferenciándose los procedimientos y metodologías según la materialidad del sistema estructural estudiado. Por un lado, las bóvedas mediante modelado de sólidos en 3D y cálculo computacional mediante el programa ALGOR que permite visualizar el mapeado tensional de sus superficies, sus solicitaciones y transferencias de cargas a nivel de terreno y por otro, como en el caso de las estructuras de madera, la determinación de

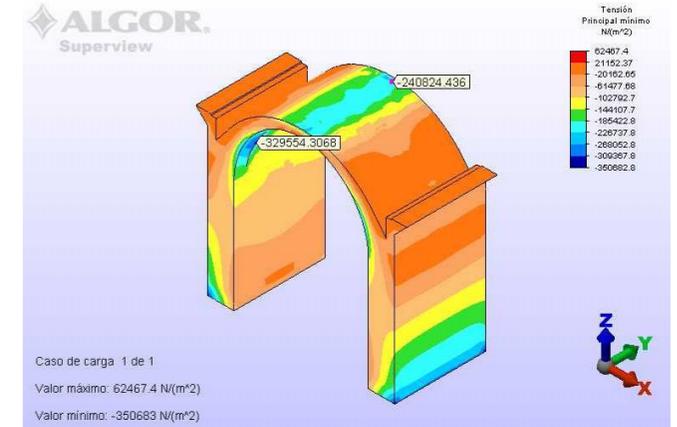
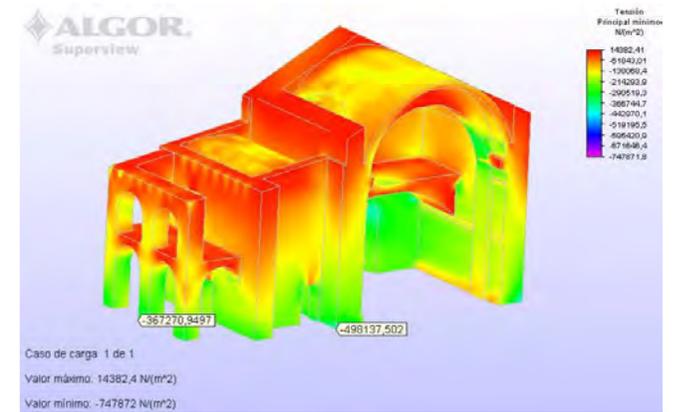


las características mecánicas mediante ensayos en el Laboratorio del TIDE y de la conformación de cada sistema estructural para, posteriormente, resolver la tipología estructural con procedimientos de análisis computacionales, realizando su verificación, según los lineamientos de la Norma brasileña NBR 7190, y determinando su grado de seguridad. Por último, en todas las estancias analizadas, se elaboraron informes con conclusiones sobre el estado actual de los edificios y recomendaciones de actuación tendientes a preservar las construcciones de interés patrimonial. En general, en las conclusiones, se pudo inferir que las obras han sido concebidas y estudiadas por los constructores jesuitas con mucha seriedad. El material estaba utilizado en su justa medida, dando muestras de un cabal conocimiento del sistema estructural adoptado y de una minuciosa dedicación al diseño y ejecución de los detalles constructivos. Las patologías

estructurales encontradas fueron puntuales, por falta de mantenimiento, ataque de insectos o cambios en las características del suelo por la presencia de humedad, pero en todos los casos quedaban minimizadas frente a la magnitud de las obras que, después del tiempo transcurrido desde su ejecución, siguen estando en perfectas condiciones de uso. Todos estos informes fueron entregados a las autoridades o encargados de cada una de las Estancias e inclusive uno fue presentado a la Unesco y además fueron expuestos y publicados en las memorias de diferentes Congresos Nacionales e Internacionales como por ejemplo en la Asociación de Ingenieros Estructurales de Argentina, la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, CIMAD 11 – 1º Congreso Ibero-Latinoamericano da Madeira na Construção em Coimbra - Portugal, por citar algunos. Toda esta labor, caracterizada

por el compromiso y el trabajo interdisciplinario, fue coronada con una distinción por la Labor en Investigación otorgada por el Consejo de Administración de la Estancia Jesuítica Santa Catalina, destacando el trabajo del grupo de Investigación del TIDE liderado por el Ing. José Luis Gómez en febrero 2013 y, además, propició a partir de su divulgación, los encargos de otros trabajos de extensión posteriores como por ejemplo la evaluación del estado de conservación y proyecto para la Cúpula de la Iglesia de San Francisco de Catamarca.

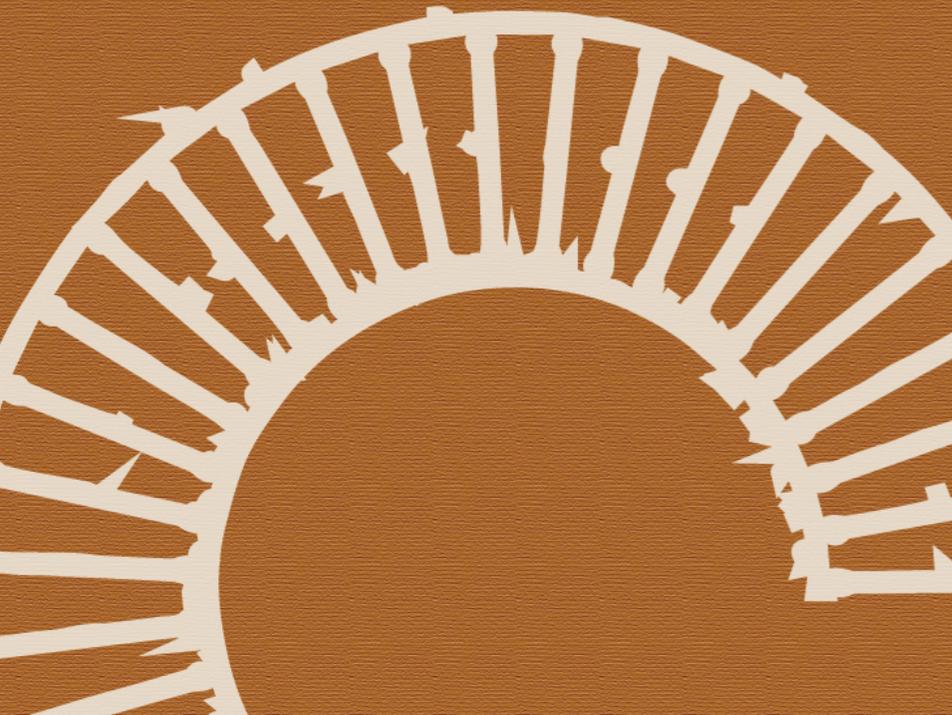
Artículos completos  
AQUI



Zonas de tensiones de compresión máximas

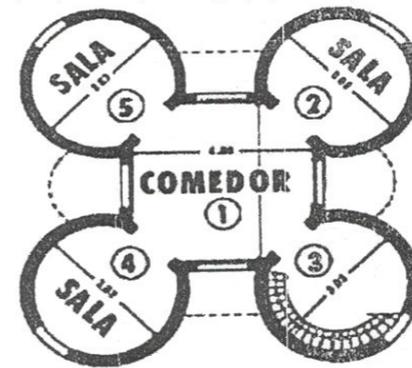
# RECUPERACIÓN ESCALERA TORRE CÉSPEDES EN JESÚS MARÍA

Karin Klein

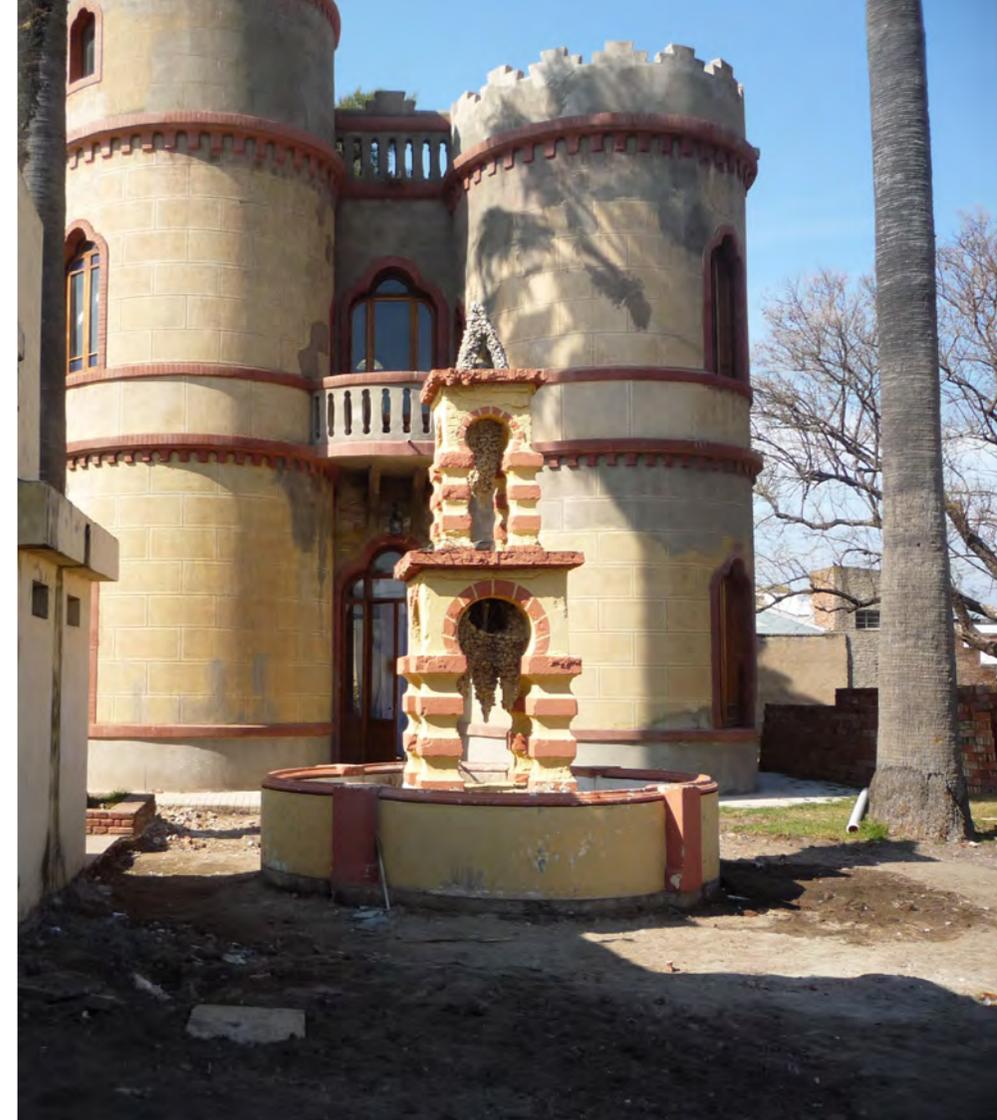


Hacia finales de 2004 se recibió en el TIDE el pedido de realizar el análisis del estado estructural del pabellón de recreo de una residencia veraniega construida en 1896 en la localidad de Jesús María (Córdoba) con rasgos de la arquitectura española de Alicante, de donde era originario su propietario, Gabriel Céspedes y Solier. También conocida como la torre de los cuatro pétalos, este singular edificio de dos niveles y terraza, declarado patrimonio arquitectónico municipal, está constituido por cuatro habitaciones circulares en torno a un núcleo octogonal. En una de ellas se encuentra una notable escalera de madera helicoidal.

El objetivo fue el de establecer el grado de seguridad de la estructura, realizar un diagnóstico sobre las manifestaciones patológicas que se observaban y proponer actuaciones para su recuperación, si fuera necesario, debido a fisuras detectadas en la mampostería portante, el principio de corrosión en la "tirantería para entrepiso" y la aparente inestabilidad de la escalera.



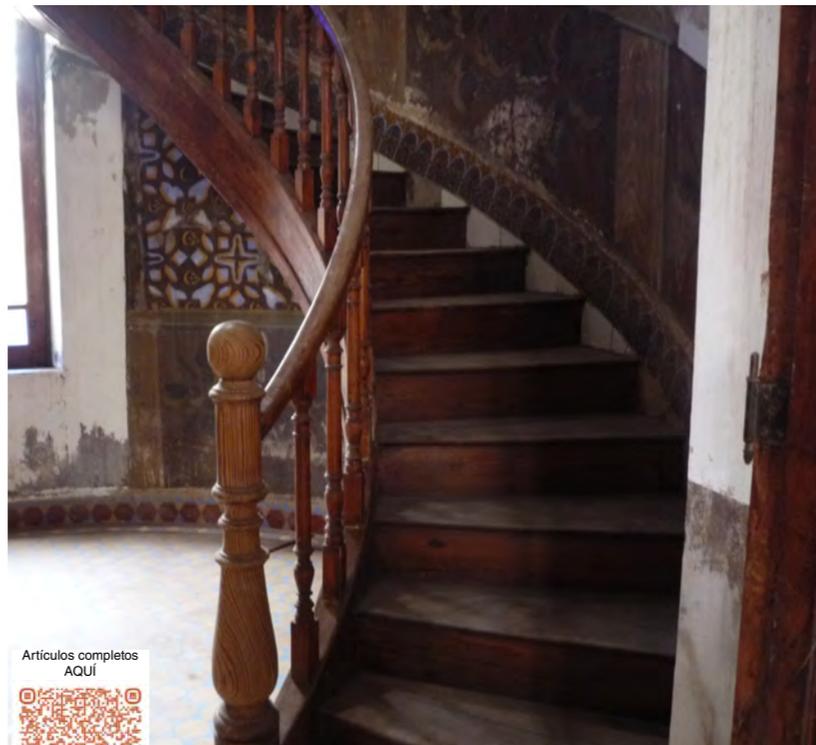
Planta Baía



En base a un estudio de suelo y relevamiento de la cimentación del edificio, se pudo diagnosticar el origen de las fisuras en la mampostería, debidas a la pérdida de rigidez del terreno por el humedecimiento producido por los desagües pluviales.

Se realizó un modelado de la escalera con un programa de cálculo por elementos finitos para su posterior verificación según la norma brasilera para madera NBR 7190. Esto permitió esclarecer el comportamiento del mecanismo estable de la misma mediante la comparación entre dos hipótesis para los vínculos entre los elementos del sistema estructural y las combinaciones de cargas permanentes y de uso propuestos por la reglamentación utilizada.

Finalmente se emitieron recomendaciones de actuación a fin de recuperar este edificio de valor patrimonial. Las primeras relacionadas a la restitución de una barrera hidrófuga sobre la terraza y reparación de desagües pluviales, proponiéndose además soluciones para las patologías de fisuras de los muros y proceso de oxidación de perfiles del entrepiso. En cuanto a la escalera, se comprobó que no había problemas de estabilidad en su diseño pero que debía controlarse el estado de todas las piezas de madera y se recomendó restaurar la continuidad de las vigas curvas en la zona de aberturas para poder proceder a su habilitación.



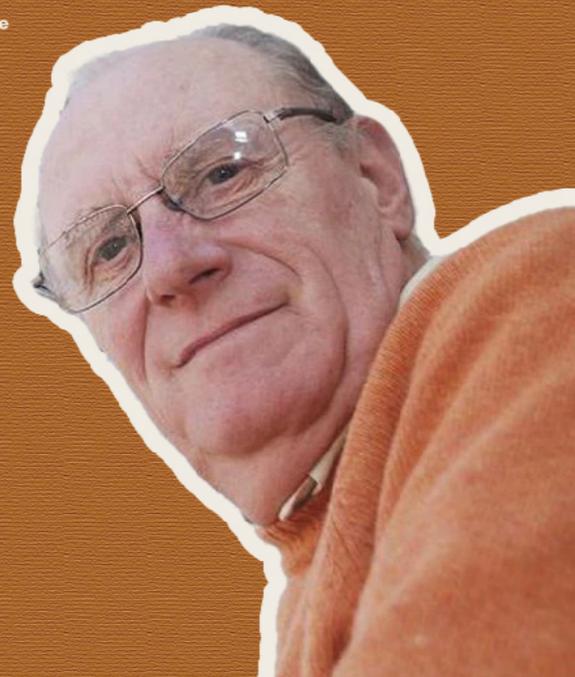
Artículos completos  
AQUÍ



# ENCUENTROS DE DOCENTES E INVESTIGADORES

## I Jornadas estructuras en arquitectura

Isolda Simonetti y Raquel Fabre



El Arq. Hugo Bonaiuti, a cargo de la cátedra de Estructuras III y (en ese período) Decano de la FAUD – UNC, fue el ideólogo de estas Jornadas específicas sobre la enseñanza de las Estructuras en las facultades de Arquitectura.

Como discípulo del Arq. Daniel Moisset de Espanés, su inquietud era facilitar la comprensión del funcionamiento y diseño del mecanismo estructural.

Hugo Bonaiuti siempre promovió el trabajo en equipo de los docentes de la cátedra, estimuló el intercambio de opiniones y alentó la participación en congresos. En su búsqueda por acentuar el crecimiento y formación del equipo, es que propuso realizar estas Jornadas.

Se convocó a los profesores de Estructuras de las Facultades de Arquitectura, de distintas Universidades públicas y privadas de Argentina y países vecinos (en este caso Chile y Paraguay).

Las Jornadas se realizaron los días jueves 11 y viernes 12 de junio de 2009, en la sede de la Sociedad de Arquitectos, con gran éxito. Se expusieron treinta ponencias y al finalizar cada día se programaron conferencias, el jueves a cargo del Arq. Daniel Moisset de Espanés y el viernes por el Arq. Horacio Saleme.

El encuentro resultó altamente positivo, ya que no sólo se pudo conocer lo que se realizaba en otras facultades sino, también intercambiar y compartir experiencias relacionadas a las distintas metodologías, didácticas, temáticas, organización de las cátedras de Estructuras y su relación con las otras asignaturas de la carrera.

Esto se realizó en un marco de gran generosidad, donde el objetivo principal era optimizar la tarea docente en beneficio de los estudiantes.

Se generó una gran camaradería entre los participantes al evento, dejando las puertas abiertas para continuar con nuevas jornadas en otras Universidades.

Es importante aclarar que, al ser la temática tratada muy específica, la totalidad de las ponencias resultaban muy atractivas para todos los participantes.

Posteriormente, las II Jornadas se realizaron en 2011 en la Universidad Nacional de La Plata y en 2013 las III Jornadas en la Universidad Nacional de Mar del Plata. Este año, 2022, se organizaron las IV Jornadas, en la Universidad Nacional de Córdoba. Las mismas se desarrollaron los días 20 y 21 de octubre conmemorando los 30 años de la creación del TIDE.

Para finalizar, queremos destacar que, sin la vocación docente, acompañada de un extenso trabajo profesional y un espíritu de formador donde primaba la humildad, la generosidad y el compañerismo del Arq. Hugo Bonaiuti, probablemente las I Jornadas no se hubieran realizado. Él siempre alentó el trabajo en equipo y logró que cada docente se sumara a la convocatoria de manera espontánea y con gran entusiasmo. Como líder que inspira, sacó lo mejor de cada uno de los miembros del grupo.



# ESTUDIO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA IGLESIA SAN FERNANDO DE CATAMARCA Y PROYECTO DE LA CÚPULA

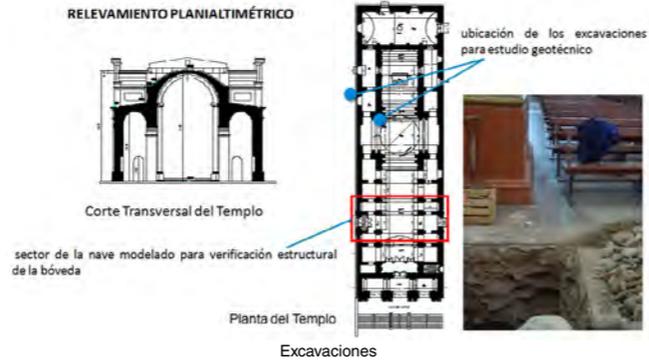
Karin Klein y María del Carmen Fernández Saiz



En 2011, la Subsecretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNC, por intermedio del Taller de Investigación y Diseño Estructural de la misma, firmaron el convenio de colaboración y transferencia para la realización del estudio integral de la estabilidad estructural, relevamiento planialtimétrico y de patologías y elaboración del proyecto ejecutivo de la cúpula del Templo de San Francisco de la Ciudad de Catamarca.

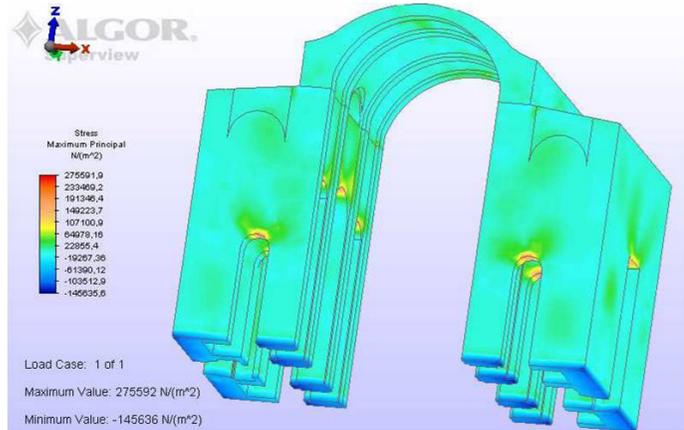
Este Templo, de estilo con neto corte barroco, fue diseñado por el franciscano Luis Giorgi y su construcción se realizó entre los años 1880 y 1891. Las tareas realizadas por el equipo de profesionales del TIDE incluyeron el relevamiento planialtimétrico general para la confección de planos digitalizados y la determinación de los espesores de las bóvedas, la excavación en dos sectores del edificio para analizar las características geotécnicas del suelo y profundidad de las fundaciones, la verificación seccional de un sector de la bóveda, la verificación del entrepiso en la zona del coro y la verificación de pináculos ornamentales exteriores.



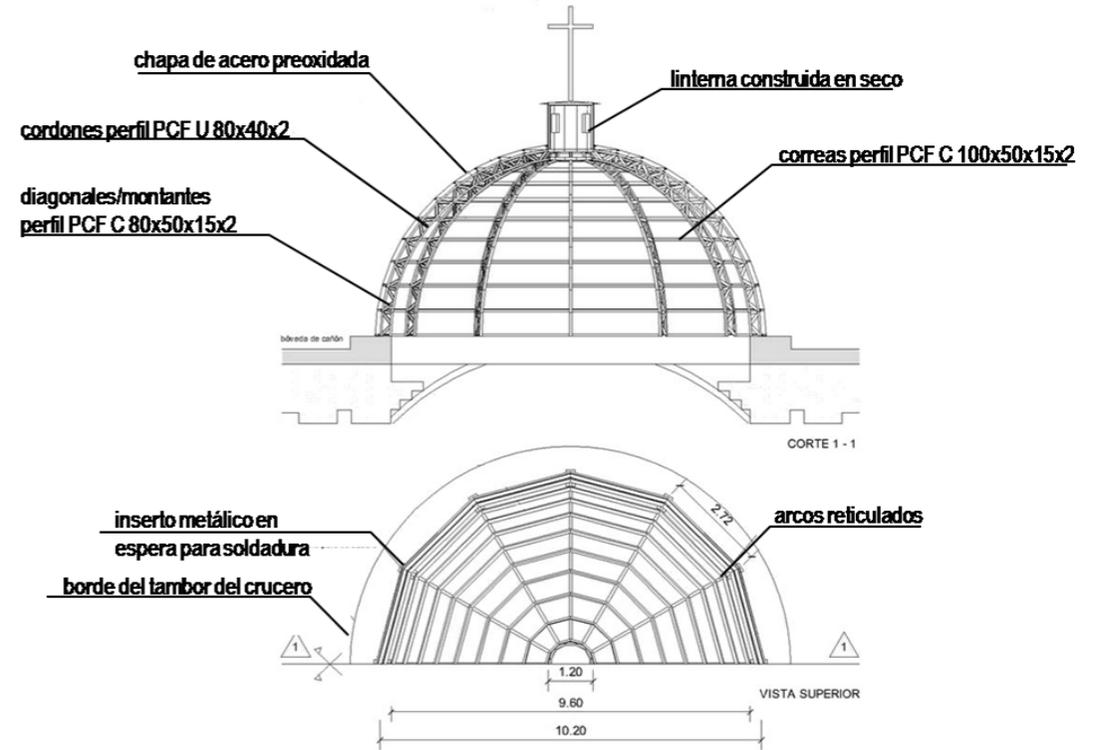


Se desarrolló además el proyecto y verificación de la nueva estructura para la cúpula del Templo. Para el sector del crucero, y en reemplazo del cerramiento superior existente actualmente, se proyectó una cúpula con estructura de acero, conformada por seis arcos semicirculares reticulados concéntricos, de 9,60 metros de luz entre apoyos, que se vinculan en el centro a través de un anillo también de acero, conformando una linterna de 1,20 metros de diámetro, que permitirá una entrada de luz cenital en el punto central del crucero. En el diámetro externo se diseñó un anillo de acero construido con perfiles laminados UPN rolados que equilibra los empujes de los arcos reticulados vinculados al mismo, de modo tal que sólo se transmitan acciones verticales a los muros de mampostería cerámica existentes, cuya capacidad resistente es verificada previamente, mediante ensayos de compresión y flexión.

Los resultados de estos estudios permitieron evaluar la seguridad de la estructura, proponer actuaciones para la preservación y mantenimiento del Templo y justificar la factibilidad constructiva de la cúpula proyectada.



Modelo máximas tensiones de tracción



Proyecto de cúpula



De las verificaciones realizadas se recomendó retirar los pináculos ornamentales existentes, para prevenir futuros accidentes, ya que éstos eran vulnerables de sufrir colapso, situación agravada por la zona sísmica en la que se encuentra localizado el Templo. Se propuso el reemplazo de los mismos por elementos más livianos, manteniendo la morfología original de los mismos y rediseñando su sistema de anclaje para garantizar la estabilidad.

La verificación tensional de la bóveda, bajo el estado de cargas permanentes, evidenció zonas de tracciones en la mampostería cerámica, compatibles con las fisuras observadas en el relevamiento visual, sobre todo en los dinteles en arco, por lo que se propusieron tareas de refuerzo y restitución de las condiciones de transmisión de esfuerzos entre los mampuestos que los componen.

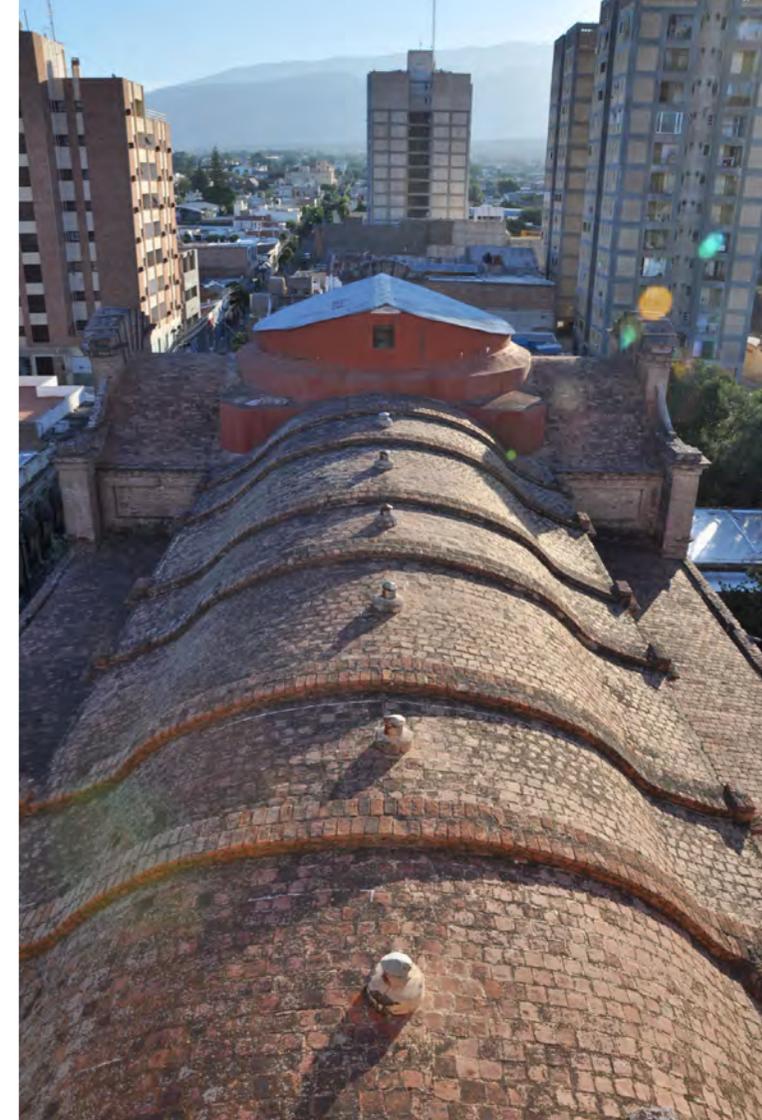
Se indicó profundizar el estudio geotécnico con la realización de nuevas exploraciones del nivel de fundación, para certificar los valores obtenidos, en función de la preocupante tensión resultante del análisis realizado a nivel de base de los muros, superior al valor

de rotura del terreno.

Finalmente, antes de proseguir con las tareas de restauración general del Templo y principalmente con la construcción de la cúpula proyectada, se realizó un relevamiento preciso mediante mediciones y calicatas que permitieron determinar los espesores de muros y bóvedas existentes, así como las cargas permanentes derivadas de rellenos y cubiertas para la confección de un modelo matemático del sector del crucero, para la verificación bajo acciones sísmicas del sector, atendiendo a la ubicación geográfica de la obra, de manera de poder garantizar a futuro la estabilidad global de la estructura.

Intervenir en una preexistencia implica una primera etapa de análisis y reconocimiento de lo construido: relevar, investigar sobre su implantación, su relación con el entorno, su conformación constructiva-estructural y su estado de preservación. Entender cómo funciona el mecanismo estructural en relación a las técnicas constructivas originales es imprescindible para definir y posicionar propuestas de nuevas estructuras y para elegir de manera racional tanto la forma como el material adecuado para su construcción.

Artículos completos  
AQUI



# MGADU

Maestría en Gestión Ambiental  
del Desarrollo Urbano



# MU

Maestría en  
Urbanismo



# MGDH

Maestría en Gestión y  
Desarrollo Habitacional



# EPDP

Especialización en Planificación y  
Diseño del Paisaje



# ETA

Especialización en Tecnología  
Arquitectónica



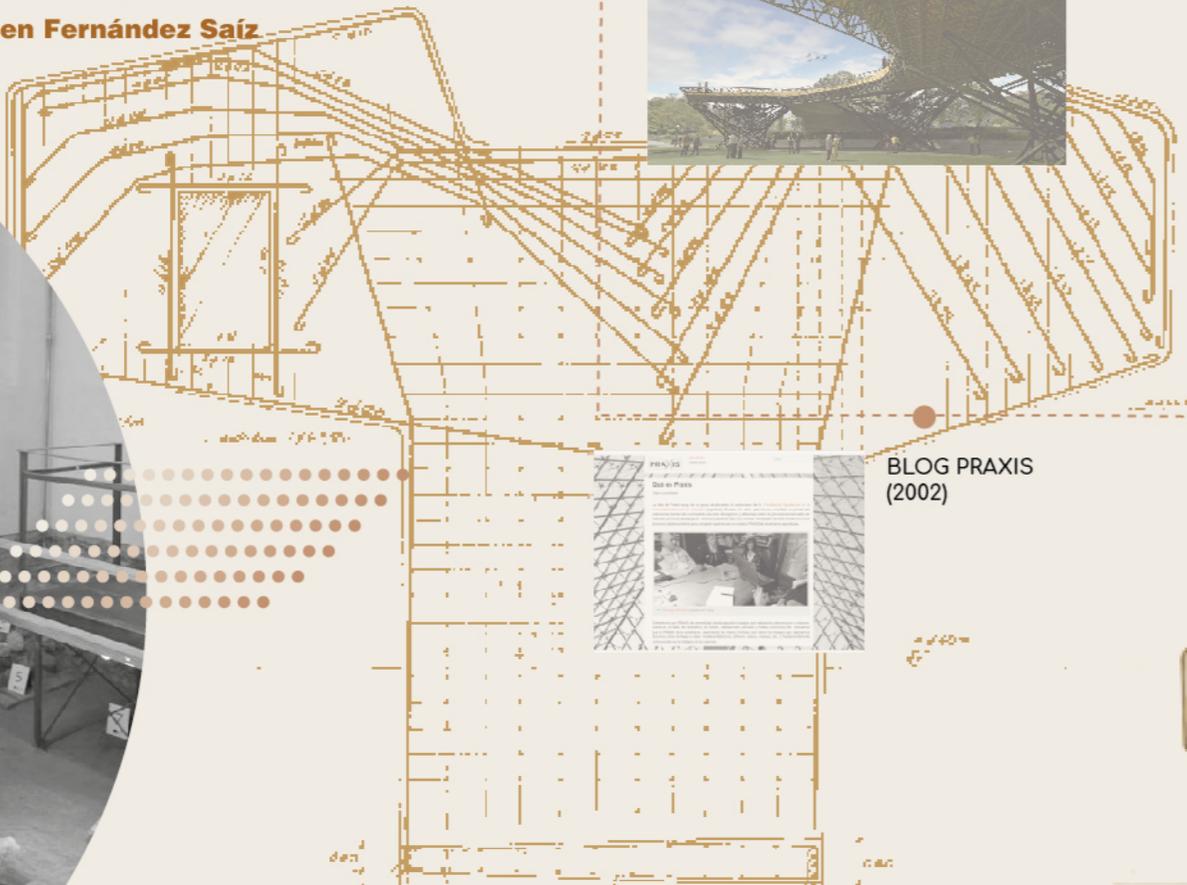
# EDIEST

Especialización en Diseño Estructural  
de Obras de Arquitectura

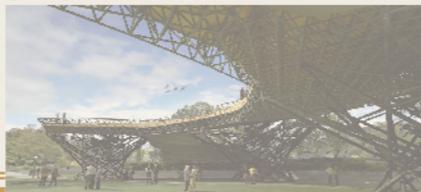


# 2012

María del Carmen Fernández Saiz



LOS CONCURSOS ALACERO  
COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA  
(2002)



REVISTA ESTRUCTURAS:  
OTRA FORMA DE VER Y  
CONTAR LA ESTRUCTURA  
(2017)



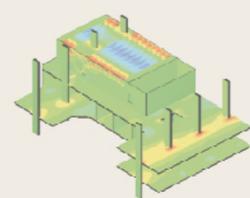
DISEÑO PARAMÉTRICO:  
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
INTERCARRERAS: ARQUITECTURA  
Y DISEÑO INDUSTRIAL  
(2019)



BLOG PRAXIS  
(2002)



LA FORMACIÓN EN POSGRADO.  
CREACIÓN DE LA EDIEST:  
ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO  
ESTRUCTURAL DE OBRAS  
DE ARQUITECTURA  
(2015)



DETERMINACIÓN DE LA  
CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL,  
ESTADO DE CONSERVACIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD  
ESTRUCTURAL DE LA ESCUELA  
SUPERIOR DE COMERCIO  
MANUEL BELGRANO.  
(2019-2022)

# 2022

# LOS CONCURSOS ALACERO COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Síntesis realizada por la Arq. Nelly Yucra. Adscripta de la cátedra de Estructuras IIB

Referencia: "El concurso como experiencia integradora de diseño"  
Autoras: María del Carmen Fernández Saiz, María Edel Ruata, Karin Klein.  
Publicado en las memorias de las Segundas Jornadas de Estructuras en Arquitectura del año 2011.

Desde 1992, bajo la dirección del Arq. Daniel Moisset de Espanés, el TIDE, surgió como taller de investigación en el diseño estructural ocupándose del dictado de las Electivas de Estructuras para la formación del grado en la carrera de arquitectura y tareas de extensión. Entre las materias electivas dictadas se puede mencionar Estructuras de Grandes Luces, Diseño de Estructuras Laminares y Tensoestructuras.

El ILAFA, Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero, con el objetivo de incentivar y promover el uso del acero como material constructivo y herramienta de diseño arquitectónico, organiza los concursos ALACERO, dirigidos a estudiantes avanzados de arquitectura de países latinoamericanos. El mismo se organiza en dos etapas, una nacional, en la que se elige el trabajo que representará a cada país en una posterior competencia donde compiten los representantes de todos los países invitados.

El Concurso fue abordado desde el TIDE, como una oportunidad para ensayar estrategias pedagógicas, pautadas por actores externos a lo académico, interactuando docentes y estudiantes en un proceso de diseño, concentrando variables tecnológicas, funcionales, urbanas, etc. Permitiendo a los estudiantes medir sus capacidades, comparar diferentes formas de resolver un mismo problema y trabajar con plazos diferentes a los académicos.

Entre los temas propuestos para estos eventos se pueden citar: Equipamientos culturales, Vivienda social, Edificios educacionales, Intermodales de transporte, etc. A continuación, se relatan las

experiencias en la 2° y 3° edición.

## 2° CONCURSO ILAFA 2009

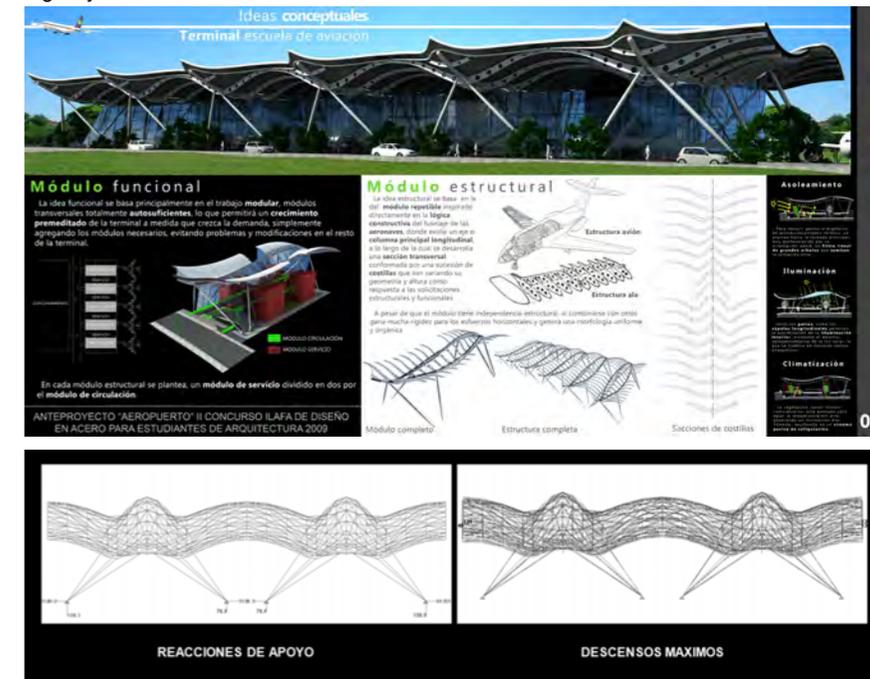
El tema propuesto en esta oportunidad fue una "TERMINAL DE PASAJEROS para un aeropuerto en una ciudad intermedia." Debían considerar como condición excluyente la utilización del acero como principal material para la estructura y cerramientos. Por lo cual, debían investigar las propiedades y principios de este material, para aplicarlos en su propuesta.

Durante las primeras etapas, los alumnos indagaron sobre cuestiones relacionadas con la tipología funcional y características del acero como material estructural y de construcción. Trabajando de manera integrada entre las cátedras de arquitectura y de Estructuras de Grandes Luces, con excelentes resultados.

Se logró el Primer y Segundo Premio de la Etapa Nacional, donde participaron estudiantes de las universidades de Buenos Aires y de Palermo. En la etapa latinoamericana, realizada en Ecuador, participaron además representantes de México, Perú, Brasil, Venezuela, Chile y Ecuador, y de entre casi 1000 estudiantes, el proyecto de Córdoba, obtuvo el Segundo Premio.

-Primer Premio Nacional, Segundo Premio Latinoamericano  
Aeropuerto Escuela de Aviación, Córdoba. Autores: Federico Urfer, Ramiro Veiga  
Se propone el Aeropuerto Escuela de Aviación,

como alternativo para vuelos de cabotaje, cerca de la Fábrica militar de aviones. Consiste en un edificio cuya tecnología en acero, rescata la tradición metalúrgica cordobesa. Se buscó incorporar el concepto de módulo repetible inspirado en los fuselajes de los aviones, vinculando la arquitectura digital y la industria aeronáutica.

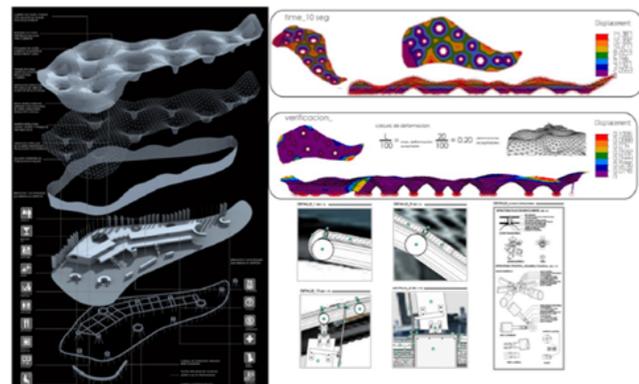
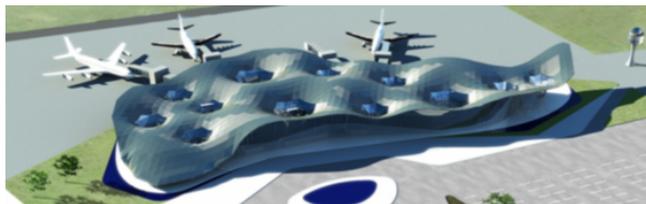


Trabajo de alumnos

-Segundo Premio Nacional

Morón Baires Airport. Autores: Nuria Pecorari, Gabriela Sadir, María Luz Sarich.

La cubierta conformada por una malla de acero de doble curvatura, a partir de estructuras antifuniculares, utiliza el Método de las Grandes deformaciones desarrollado en el TIDE. El proyecto apuesta a una resolución contemporánea, al unificar en una sola superficie reticular elementos portantes, fachada y sistemas de protección.



Trabajo de alumnos

### 3° CONCURSO ILAFA 2010

Esta convocatoria propuso la realización de un "CENTRO URBANO. Plaza Pública Techada de Uso Múltiple" en una ciudad intermedia y se invitó a los estudiantes a participar en el mismo.

Además de dictar los contenidos específicos de la materia, se incorporaron contenidos del tema objeto del concurso. Se trabajó con docentes especialistas como invitados de otras cátedras en las correcciones y críticas colectivas logrando la tan ansiada articulación de contenidos.

Se conformaron en esta oportunidad 11 grupos, permitiendo una diversidad de propuestas y formas de abordar el proceso de diseño. Tres de los proyectos resultaron ganadores del segundo y tercer premio y una mención honorífica en la etapa nacional del concurso, elegidos entre 39 equipos de 10 universidades.

La experiencia concluyó con una muestra y entrega de premios en la sede de colegio de Arquitectos de Córdoba permitiendo difundir lo producido en un ámbito no académico.

-Segundo Premio Nacional.

Nuevo Centro Urbano en la periferia de la ciudad de Salta. Autores: Natalia Lacasia, Verónica Giordano, Florencia Juan, Mariano Urquía. El proyecto resuelve con un único techo, la situación de borde urbano de un parque de transición entre dos áreas barriales. La estructura cumple diversas funciones en un espacio abierto y su materialización permite la racionalización y estandarización bajo un mismo criterio y adaptabilidad.

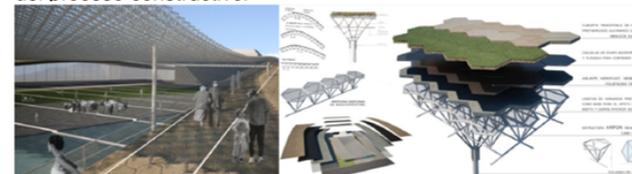


Trabajo de alumnos

-Tercer Premio nacional

Centro Urbano. Refuncionalización Estación Ferroviaria San Luis. Autores: Sigfrido Stieger, Gastón Sironi, Luciana Yedro, Agustín Pignata, Nazareth Paz Margonari.

La propuesta es una articulación urbana entre un área céntrica y un vacío propuesto como parque sobre antiguos terrenos ferroviarios, reactivando el área con diferentes programas. La resolución estructural da respuesta a una situación formal y a la simplificación del proceso constructivo.



Trabajo de alumnos

-Mención honorífica

Plataforma de Eventos en la Ciudad de Alta Gracia. Autores: Juan Manuel Balsa, Jael Bengualid, Diego Avendaño, Facundo Savid, Facundo Ferreyra.

Se tomó un fragmento abandonado del ferrocarril, reinterpretando un arquetipo colonial. La cubierta recrea la traza de las vías del tren, mediante vigas reticuladas de grandes luces, conformadas por perfiles normalizados, donde se apoyan placas de acero preoxidado. Contempla la viabilidad constructiva en relación a recursos locales.



Trabajo de alumnos

### CONCLUSIONES

Si bien solo relatamos la participación en dos ediciones cabe destacar que la FAUD tuvo una participación activa, numerosa y continuada en todas las ediciones con importantes premios y menciones.

Esta experiencia ha sido motivadora para los estudiantes, instándolos a involucrarse con mayor profundidad en el estudio del diseño estructural. Una muestra de ello es el incremento en la matrícula de inscriptos a la materia electiva y su posterior participación en el concurso.

El aporte fundamental de esta metodología de trabajo, es que permite la fusión entre la Arquitectura y la materialidad del Proyecto, al integrarse el desarrollo arquitectónico y la resolución técnica-estructural.

Desde que la materia Estructuras IV fue incorporada a la curricula de arquitectura, se continúa EN este espacio con esta tarea.

Artículo completo  
AQUÍ



BLOG

# PRAXIS PRAXIS PRAXIS

Daniel Moisset de Espanés

## ¿QUE ES PRAXIS DE LA ENSEÑANZA/ APRENDIZAJE DE LAS ESTRUCTURAS?

La idea de Praxis surge de un grupo de docentes de estructuras de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Durante los años que hemos enseñado a pensar las estructuras, hemos ido acumulando una serie de registros y reflexiones sobre los procesos involucrados en nuestras prácticas pedagógicas. Nuestra propuesta aquí, es construir un espacio de intercambio con otros docentes de Iberoamérica para compartir experiencias de nuestra PRAXIS de enseñanza-aprendizaje.

Entendemos por PRAXIS de aprendizaje a todos aquellos trabajos que realizan los estudiantes por sí mismos: prácticos, de taller, de laboratorio, de campo, evaluaciones parciales y finales, concursos, etc. Pensamos que la PRAXIS de la enseñanza, además de las clases mismas, son todos los trabajos que realizan los docentes antes de llegar a clase: modelos didácticos, modelos matemáticos, uso de programas de cálculo, vídeos, ensayos, etc., y fundamentalmente cómo inciden todos estos recursos didácticos en los trabajos de los estudiantes.

Al poner énfasis en la PRAXIS de ningún modo desconocemos la importancia de la teoría: es difícil imaginar que exista una práctica docente sin una teoría sustentante. Lo que se quiere evitar son largas exposiciones teóricas que no contienen ejemplos de aplicación práctica.



Ing. Alberto Elicabe, Arq. Sara Gonorazky Steren, Arq. María del Carmen  
Fernandez Saiz, Arq. Daniel Moisset de Espanés

Como decía Curt Siegel en su visita en 1966/67 por varias universidades latinoamericanas: “muéstrenme los trabajos completos de un estudiante a lo largo del curso y yo, o cualquier otro docente con experiencia, se da cuenta por sí mismo de cuáles son los objetivos realmente propuestos y alcanzados, la metodología, la relación con los conocimientos previos, los contenidos propios, la relación con otras asignaturas, etc.”

A partir de allí se puede establecer rápidamente un diálogo fructífero tanto para el que expone el trabajo como para el que lo observa. El diálogo abarcará los aspectos prácticos y teóricos. Pero preferimos siempre empezar por la PRAXIS, y nunca prescindir de ella.

Hasta ahora, los intercambios entre docentes se vienen dando en los congresos, ya sean nacionales o internacionales. Estas reuniones suelen tener dos niveles de comunicación. Uno, el de las salas donde se exponen las ponencias aceptadas por un comité. El otro nivel es el de los halles, pasillos, coffee-break, etc. Este nivel es mucho más informal y permite conversaciones personales, y ampliaciones sobre el tema. Pero lo más importante es que en este nivel, y sólo en él, germinan relaciones de compañerismo y amistad que llegan a ser permanentes, superando así ampliamente el tiempo del congreso. Allí empiezan proyectos comunes que culminan con visitas e intercambios de profesores y de estudiantes, además de facilitar la transferencia directa de trabajos entre facultades o escuelas.

Nuestro proyecto consiste en realizar una especie

de Congreso Virtual Permanente. De este modo nos podemos librar de las mayores limitaciones de espacio y tiempo que tienen los congresos convencionales. El espacio de las salas de reunión pasa a ser este blog donde se guardan y se consultan las ponencias recibidas. No hay limitación de extensión ni de formato, más que las propias del sistema de transmisión de datos de la web. No hay fechas de cierre y se suben a medida que van llegando. El único criterio de aceptación es la pertinencia al tema de la enseñanza y su aporte a la PRAXIS.

El nivel comunicacional de los halles y pasillos de los congresos se da ahora en las redes sociales y por correo electrónico. Allí se podrán establecer todo tipo de contactos, comentarios, comunicaciones grupales o individuales. Es cierto que falta el contacto personal directo, tan importante en las relaciones humanas: falta el apretón de manos, el abrazo cordial o el beso según las costumbres de cada región; falta la taza de café, té, mate o la copa amiga. Pero esperamos que la construcción de la red PRAXIS facilite llegar a futuros encuentros.

Y como el movimiento se demuestra andando y la PRAXIS practicando, los invitamos a visitar el blog y a contactarnos por correo: [daniel.moisset@gmail.com](mailto:daniel.moisset@gmail.com) / [tide@faud.unc.edu.ar](mailto:tide@faud.unc.edu.ar)

The image shows a screenshot of a blog post on the PRAXIS website. The page has a white background with a dark, geometric pattern of intersecting lines on the left and right sides. The PRAXIS logo is in the top left corner. The main title of the post is "RESEÑA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS: BASE PARA UNA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE". Below the title, it says "De María del Carmen Fernández Saiz - diciembre 18, 2010 - Uncategorizad - Deja un comentario". The author is identified as "TATIANA PÁEZ ITURRALDE" from the "Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca (Ecuador)". The text of the post discusses the objective of presenting a review on the teaching of structures as a basis for a deeper study and a methodological proposal for learning in the architecture career. It mentions a review of biographies, a classification of structures, and a review of content tables. At the bottom of the post, there is a SCRIBD logo and a QR code.

Accede a PRAXIS  
AQUÍ

# EDIES

## LA FORMACIÓN EN POSGRADO

Creación de la EDIEST:  
Especialización en diseño  
estructural de obras de  
arquitectura

Isolda Simonetti y Raquel Fabre

El Arq. Hugo Bonaiuti, en su permanente búsqueda de formar estudiantes y profesionales, haciendo hincapié en la importancia de la capacitación de estos últimos sobre el diseño estructural, propuso como actividades de transferencia de la enseñanza del grado, primero cursos de perfeccionamiento aislados hasta llegar finalmente a la creación de la carrera "Especialización en Diseño Estructural de Obras de Arquitectura" en el año 2015.

La importancia de la propuesta radicaba fundamentalmente en que en nuestro país no existía ningún posgrado en este campo hasta ese momento. El arquitecto legitimó la especialidad a partir de la afirmación de que las estructuras portantes no se "calculan" sino que primero se "diseñan" y luego se verifican, insistiendo en la necesidad de articular el conocimiento y la práctica de las diversas disciplinas que confluyen en el proceso de diseño de un objeto de arquitectura.

Es así que invitó a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC a participar conjuntamente con la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNC en el dictado de la carrera, intentando de esta manera abrir el espectro hacia una formación interdisciplinaria, en el diseño de la estructura para el ingeniero civil que se dedica al cálculo y ampliando sus conocimientos en el campo específico de las estructuras para el arquitecto que diseña.





**estadio Léo Lagrange**

ARQUITECTURA

FRANCIA

ISLA DE PARTIDO

ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL

ANÁLISIS CUANTITATIVO

redundancia estructural

DETALLES

MONTAJE

**PARA VISUALIZAR**

El diseño de estructuras de grandes luces es un campo multidisciplinario que requiere la colaboración de arquitectos, ingenieros y constructores. Este documento describe los procesos de diseño de los mecanismos estructurales y su relación con la arquitectura de grandes civilizaciones y constructores e importantes profesionales a lo largo de la historia y, ya jubilado, continuó

El diseño de estructuras de grandes luces es un campo multidisciplinario que requiere la colaboración de arquitectos, ingenieros y constructores. Este documento describe los procesos de diseño de los mecanismos estructurales y su relación con la arquitectura de grandes civilizaciones y constructores e importantes profesionales a lo largo de la historia y, ya jubilado, continuó

El diseño de estructuras de grandes luces es un campo multidisciplinario que requiere la colaboración de arquitectos, ingenieros y constructores. Este documento describe los procesos de diseño de los mecanismos estructurales y su relación con la arquitectura de grandes civilizaciones y constructores e importantes profesionales a lo largo de la historia y, ya jubilado, continuó



De esa manera pudo documentar lo que hacía décadas se enseñaba en la FAUD, a través del enfoque de las reglamentaciones y recomendaciones contenidas en los nuevos reglamentos CIRSOC, los cuales hacen énfasis en el Diseño Estructural.

A partir del objetivo de formar profesionales con habilidades y conocimientos específicos en el tema, Bonaiuti, analizó los procesos de diseño de los mecanismos estructurales y su relación con la arquitectura de grandes civilizaciones y constructores e importantes profesionales a lo largo de la historia y, ya jubilado, continuó

Trabajo de alumnos

entusiasmado a los docentes del TIDE, fundamentalmente aquellos que pertenecían a la cátedra de Estructuras III, para organizar la especialidad, teniendo como base los cursos que se dictaban en la Especialidad de Tecnología Arquitectónica y en los colegios profesionales de Ingenieros y Arquitectos. El arquitecto, siempre promovió el trabajo en equipo, generó entusiasmo en el grupo y alentó a cada miembro del equipo en sus capacidades. Se compartieron con él, no sólo lo específico de la carrera sino, además, largas charlas que pasaron a un plano de amistad entre todos.

La carrera se plantea como de currícula estructurada con una duración mínima de tres semestres de cursado efectivo y con un Trabajo Final Integrador que tiene carácter de resolución proyectual, en el cuarto semestre. Cada uno de los semestres se compone de asignaturas obligatorias (teórico-prácticas), asignaturas electivas y talleres integradores con carácter de práctica intensiva.

El eje de articulación del Plan de Estudios de la Carrera son los Talleres Integradores. En éstos se realizan procesos de diseño, análisis y verificación de propuestas estructurales de obras de arquitectura de complejidad estructural creciente, donde se integran contenidos propios del semestre bajo parámetros de eficiencia, compatibilidad y coherencia con todos los aspectos que hacen al diseño general. Se prevé, además, el uso de modelos físicos y matemáticos para analizar en tres dimensiones el comportamiento de la estructura y propuestas con ensayos materiales a escala.



Esta especialidad (con vigencia en la actualidad) abrió un campo de formación que generó un intercambio entre profesionales arquitectos e ingenieros de distintos lugares donde la interacción enriqueció y estimuló la búsqueda del diseño, comportamiento y dimensionado de los mecanismos estructurales vinculados a los otros subsistemas que conforman las obras de arquitectura. Es posible demostrar que aquellos diseños que han tenido en consideración los diferentes aspectos que integran la obra, tempranamente en el proceso, han terminado con resultados satisfactorios y beneficiosos justificando el concepto de que "diseñar" la estructura más adecuada para una obra requiere de un proceso similar al del diseño de cualquier otro objeto.



# REVISTA ESTRUCTURAS: OTRA FORMA DE VER Y CONTAR LA ESTRUCTURA

Silvina Prados y Yohana Cicaré

La revista ESTRUCTURAS se comienza a editar en el año 2018 a partir de una iniciativa de las cátedras de ESTRUCTURAS de la FAUD-UNC nucleadas en el TIDE.

La misma consiste en una serie de publicaciones destinadas a los estudiantes de cualquier nivel de la carrera, a los arquitectos y técnicos y a los docentes de otras áreas de estudio, con el objetivo es acercar material de consulta tanto académica como de aplicación profesional fruto de nuestras investigaciones.

La divulgación se realiza a través de fascículos monotemáticos con temas de interés, enfocados en las estructuras portantes, su diseño, análisis y verificación, así como su relación con los objetos arquitectónicos y su materialización.

La organización general de los fascículos es la siguiente: un marco conceptual sobre el tema de estudio, una sección con la divulgación de material desarrollado en los proyectos de investigación del TIDE y una sección destinada al análisis de obras.

Hoy luego de 4 años de vida llevamos editados los siguientes fascículos:

## VIGUETAS PRETENSADAS:

En esta entrega se puede encontrar información sobre lasas construidas con viguetas pretensadas, sistema de amplia difusión en las prácticas constructivas actuales. Se reúnen de manera ordenada, características, cálculos, usos y recomendaciones de esta tipología constructiva en general y en particular. Finalmente, se analizan obras de arquitectura de reconocido valor, en las cuales se utiliza este sistema.

## BIOARQUITECTURA:

En este número se presenta un material de construcción antiquísimo, la tierra en sus distintas formas, que interesa mucho actualmente por sus características ecológicas, ambientales, culturales, etc. Se incluyen trabajos de investigaciones y construcciones experimentales.

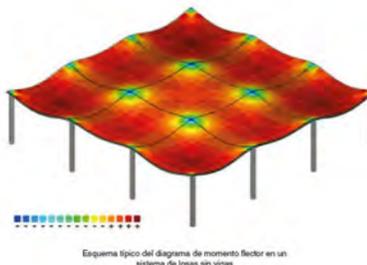
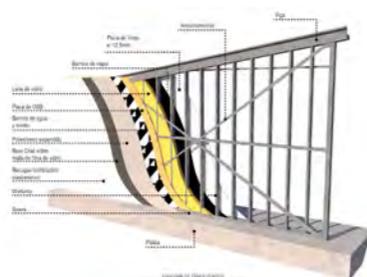
## LA VERSATILIDAD DE LA MADERA:

En esta edición se presenta un número doble sobre la madera como material estructural. Se aborda la temática desde el conocimiento del material, la diversidad de especies existentes y sus características físicas y mecánicas, hasta el análisis, cálculo y predimensionado de obras construidas de diferentes escalas y programas, aportando criterios de diseño y recomendaciones constructivas.

## ENTREPISOS HÍBRIDOS:

El avance tecnológico mundial propició el sistema constructivo de losas mixtas o "steel deck" con el fin de aportar soluciones arquitectónicas eficientes e innovadoras. En esta edición se exponen las características de sus componentes, proceso constructivo para su materialización y un procedimiento para su predimensionado con el uso de tablas, con referencia de obras y autores locales.





### ESQUELETO DE ACERO:

Las construcciones con esqueletos de acero o “steel frame,” han comenzado a desarrollarse más ampliamente a partir de un mejor conocimiento de los materiales componentes y por impulso desde el estado por su aprobación como sistema constructivo tradicional. En este número se abordan generalidades de este sistema constructivo, ventajas y desventajas, métodos de predimensionado y el análisis de obras construidas, nuevas o ampliaciones, con proyectos desde la pequeña a la gran escala.

### AUSENCIA DE VIGAS:

La ausencia de vigas en los entrepisos es muy atrayente para la resolución de diferentes tipologías arquitectónicas por sus innumerables ventajas, siendo las más relevantes, la esbeltez de las losas y su considerable rapidez constructiva. En este número se abordan los entrepisos sin vigas comenzando con una descripción de su comportamiento y proceso constructivo, siguiendo con una propuesta para su predimensionado y finalizando con el análisis de obras regionales convenientemente seleccionadas.

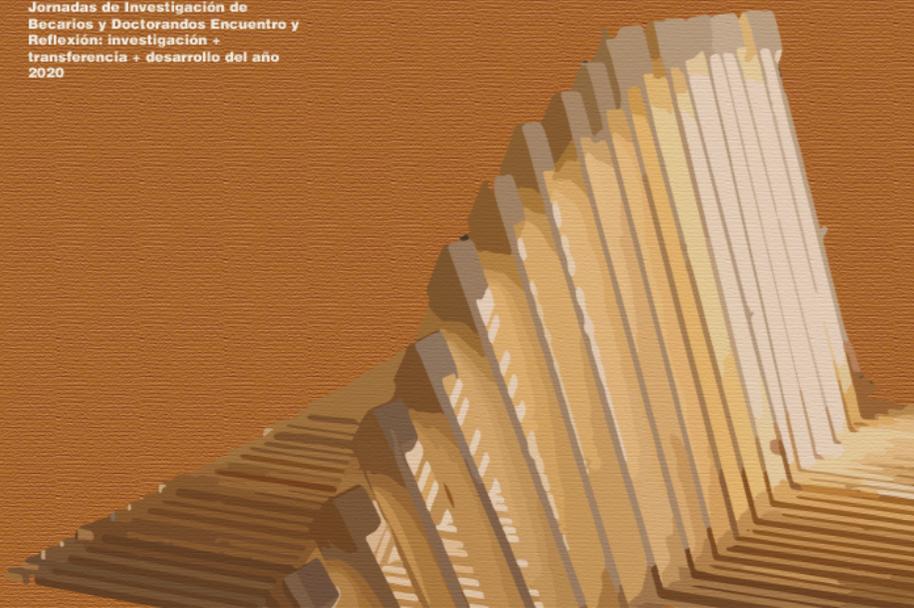
### SOMBRAS TEXTILES:

Las estructuras textiles son la expresión más pura de un sistema estructural eficiente que permite cubrir grandes luces con muy poco material y gran flexibilidad. El aporte del presente número consiste en colaborar con diseñadores en el manejo conceptual de la técnica, relevar materiales disponibles, difundir programas de exploración geométrica o de cálculo de solicitaciones, analizar ejemplos, y reflexionar interdisciplinariamente sobre las posibilidades de diseño con este sistema en nuestro medio.

# PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN INTERCARRERAS: ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL

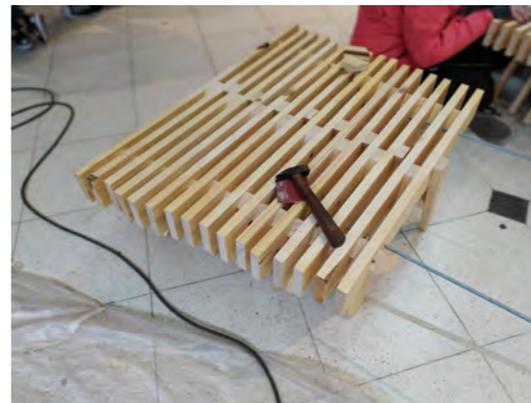
Síntesis realizada por María Luz Roda

Referencia: "De lo virtual a lo material. Diseño paramétrico en piezas cortas de madera" Autores: Esp. Ing. Gabriela Culasso, Arq. Nahuel Ghezán y D.I. Martín Vicens Publicado en las memorias de las VIII Jornadas de Investigación y II Jornadas de Investigación de Becarios y Doctorandos Encuentro y Reflexión: investigación + transferencia + desarrollo del año 2020



En el año 2019, integrantes del equipo de investigación consolidar 2018-2021 "Los medios digitales como herramientas proyectuales. Optimización estructural de sistemas conformados con barras cortas. Resolución constructiva de tipologías posibles con materiales alternativos", participaron activamente del "Workshop Toco madera" destinado a estudiantes de las carreras de arquitectura y diseño industrial de la FAUD – UNC, llevado a cabo con el apoyo de la cámara de la madera.

Trabajaron en conjunto alumnos, docentes y adscriptos de las Cátedras de Equipamiento 1B de la carrera de Arquitectura y Diseño 1B de la carrera de Diseño Industrial, para lograr, a través del diseño paramétrico, una tipología sustentable que se construyera con madera. El objeto a diseñar consistía en un banco o asiento para el ingreso a las oficinas del Diario La Voz del Interior, en Córdoba capital. El banco debía ser realizado totalmente en barras cortas de madera de pino aserrado de pequeña sección, 4"x1" o 2"x1".



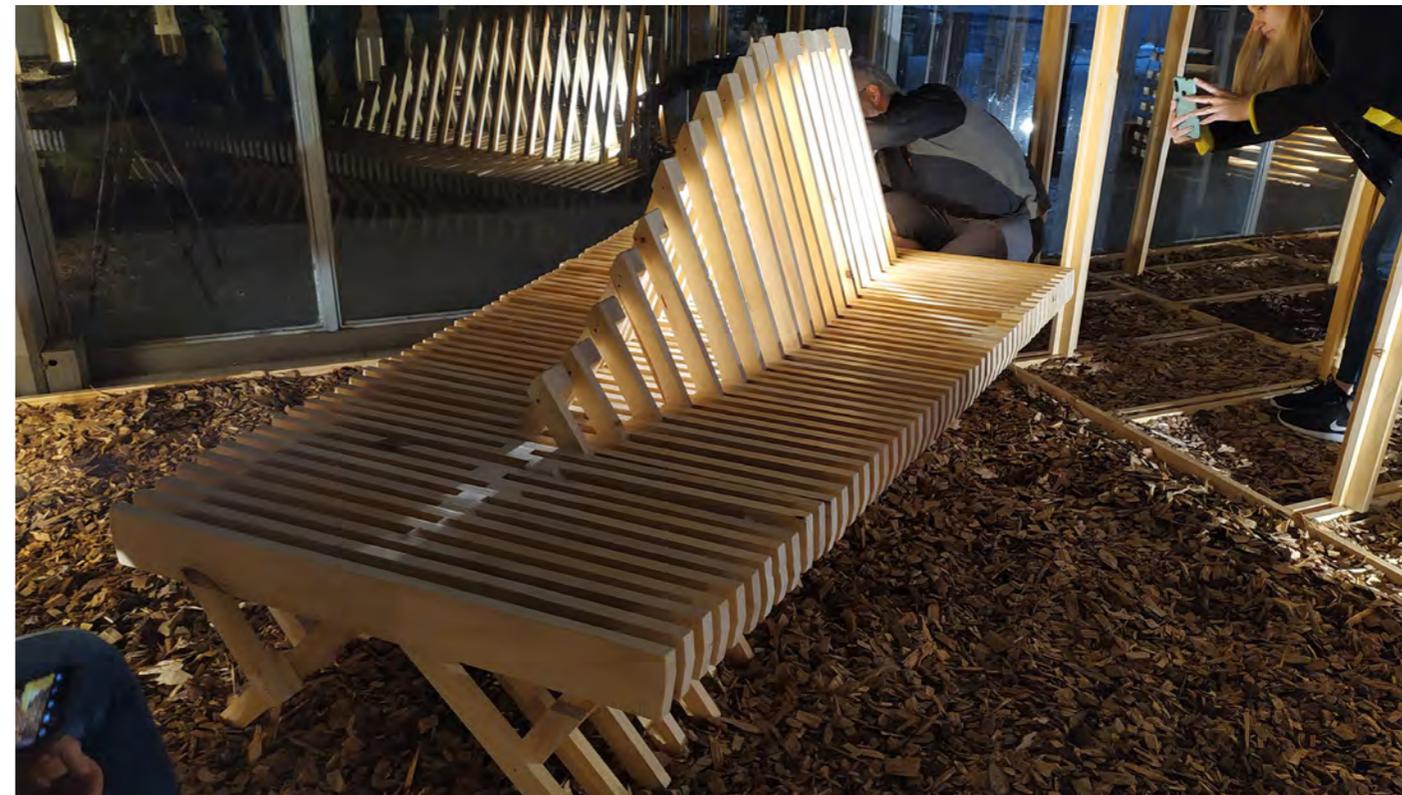
El taller se desarrolló de manera interactiva entre todos los actores (Cámara de la madera, aserradero y comunidad FAUD) donde las ideas preliminares se plasmaron en papel y se seleccionaron las que respondían mejor a las premisas del objeto y su implantación.

Se definió una forma geométrica modular en dos dimensiones 2D regida por una serie de parámetros tales como: alturas, longitud de las barras, separación, inclinación, eje de desarrollo longitudinal, etc., los cuales, controlados por el software Rhinocero y su plugin Grasshoper, se fueron modificando para generar el objeto en 3D con una forma adecuada para la función que tendría y el diseño formal pretendido. Además, se realizaron planos de despiece obtenidos mediante archivos e imágenes exportados de los programas. La etapa constructiva tuvo muchos problemas relacionados con aspectos inherentes al diseño paramétrico que tiene su origen en la falta de planos de montaje con detalles suficientes y un proceso constructivo que respete la lógica paramétrica con una secuencia que permita la variación de inclinaciones, longitudes y huecos para las uniones facilitando el armado, de la misma forma que se hace durante el desarrollo de la idea y el objeto virtual.

Llegando a la conclusión de que, si bien el diseño paramétrico constituye una potente herramienta de diseño, la falta de un desarrollo de documentación técnica con las mismas lógicas, hace que la eficiencia lograda con el diseño se pierda o dificulte durante la construcción del objeto.



Artículo completo  
AQUI



# DETERMINACIÓN DE LA CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL, ESTADO DE CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LA ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO MANUEL BELGRANO

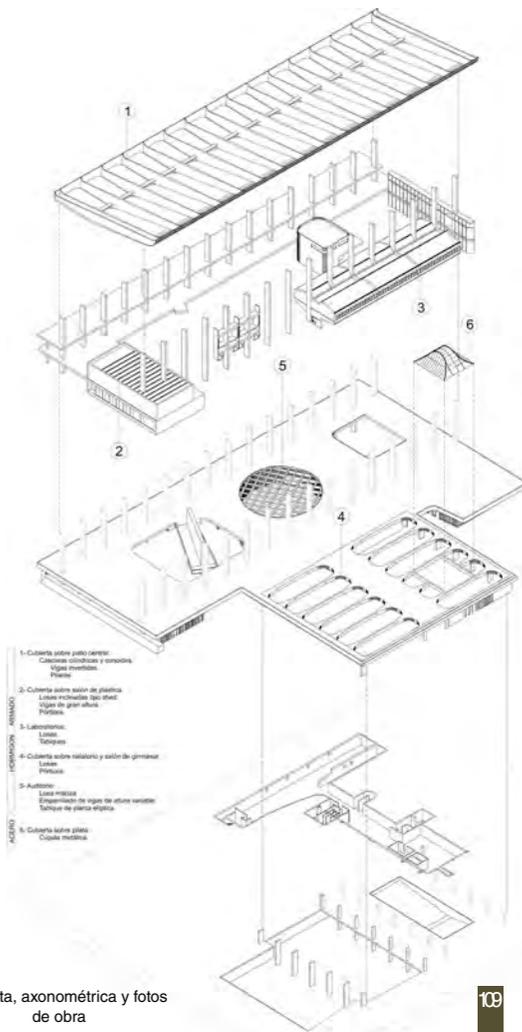
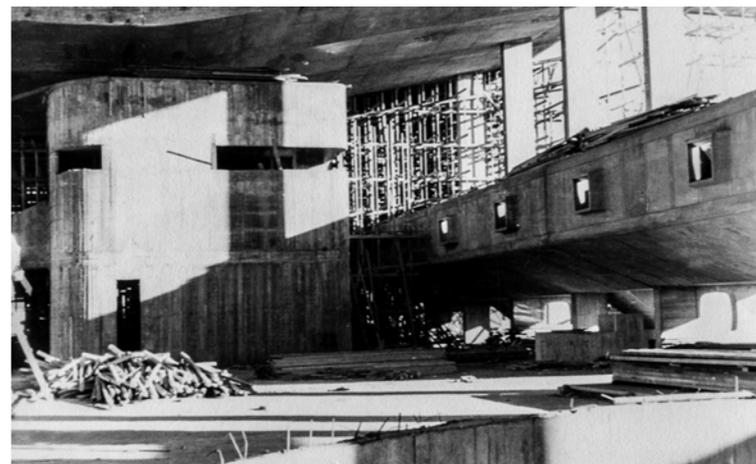
María del Carmen Fernandez Saiz



En el año 2019, la Secretaría de Planeamiento Físico de la UNC, conjuntamente con la Comisión Nacional de Monumentos, Lugares y Bienes Históricos, comenzó el desarrollo del Proyecto de Conservación del edificio de la Escuela Superior de Comercio Manuel Belgrano, en el marco del Programa "Keeping it Modern" de la Fundación Getty.

La Escuela, referente de la arquitectura brutalista en Córdoba, ha sido declarada Monumento nacional por la C.N.M.L.B.H. (Comisión Nacional de Monumentos, de Lugares y de Bienes Históricos) en el año 2019.

El equipo de profesionales del TIDE fue convocado a participar del proyecto, para realizar el estudio de la conformación estructural del edificio original e intervenciones posteriores, el relevamiento y el análisis del estado de conservación, para la evaluación de la seguridad estructural de la obra. Esto permitió la verificación del comportamiento global y la capacidad resistente de las secciones reales de las diferentes estructuras resistentes relevadas para la elaboración de las recomendaciones de actuación tendientes a la estabilización de factores de deterioro y refuerzos necesarios para garantizar la seguridad estructural y el correcto mantenimiento de la construcción.



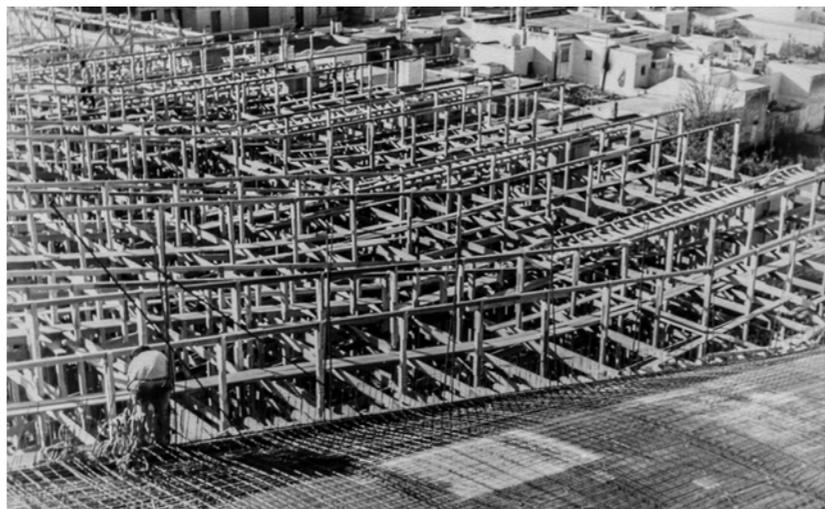
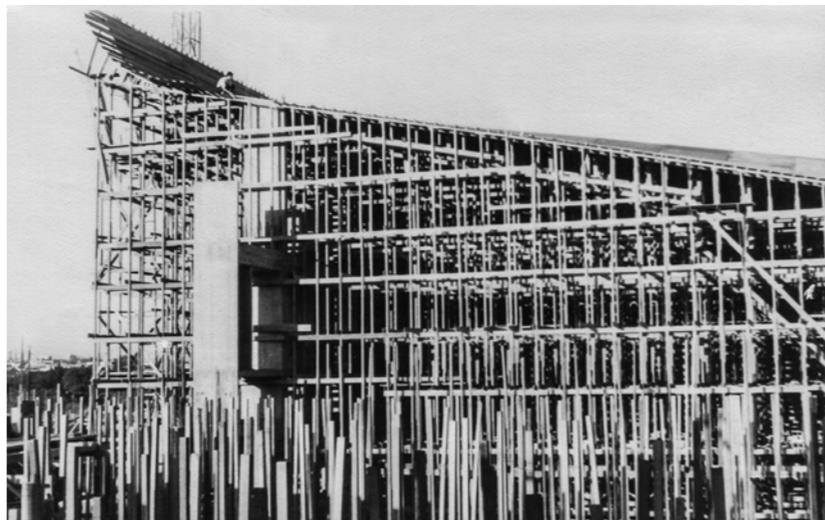
Maqueta, axonométrica y fotos de obra

El trabajo realizado por el TIDE también incluyó un análisis del contexto contemporáneo y su influencia en el proceso de diseño y definición de las estructuras para el edificio de la escuela. Conocer la historia del edificio proyectado, y las intenciones de diseño originales, permite entender el contexto en el que se va a trabajar para poder plantear las estrategias de actuación. El diseño estructural es, en la Escuela Manuel Belgrano, uno de sus componentes principales. Le ha otorgado el carácter expresivo y significativo al edificio, destacándolo como un claro exponente de la arquitectura brutalista en Córdoba.

• **Características y posibilidades del material. De la idea al edificio construido**

La estructura resistente de la escuela está proyectada y ejecutada íntegramente en hormigón armado visto, construido por vía húmeda y en algunos sectores, hormigón premoldeado prefabricado. Esta condición material adquiere singular protagonismo en la imagen definitiva del edificio, dotando a la estructura del carácter expresivo de la arquitectura brutalista. Se pueden reconocer diferentes tipos estructurales como configurantes de cada uno de los espacios principales.

La arquitectura brutalista se caracteriza por



la exposición de los materiales utilizados y la técnica que permite su ejecución. En este contexto, adquiere relevancia la forma estructural, en relación a las solicitaciones que deberá resistir. La geometría de los elementos estructurales resulta del conocimiento del comportamiento estructural y las posibilidades plásticas del material. Esa gran versatilidad del hormigón, sólo es posible cuando se combina con el acero para conformar el hormigón armado.

Se debe destacar, asimismo, la relevancia que adquirió en ese momento el diseño y ejecución de los encofrados, verdaderas estructuras resistentes construidas con tablas de madera y placas delgadas muy flexibles para generar superficies curvas.

En la Escuela, como en todos los edificios de estilo brutalista, las texturas de las superficies se definen a partir del diseño de los moldes de encofrado del hormigón a la vista. Este recurso expresivo fija la huella constructiva del edificio y permite entender las geometrías de cada elemento estructural.

• **Análisis de la estructura resistente. Ensayos no destructivos. Recomendaciones de actuación.**

Para el análisis del comportamiento estructural del edificio se realizó una primera tarea de búsqueda y sistematización de antecedentes de la obra. También se realizaron recorridos y visitas técnicas para la elaboración de un primer relevamiento gráfico y un informe descriptivo que permitiera el reconocimiento de la estructura para la posterior representación matricial y verificación estructural.

Se ejecutaron cateos para determinar la conformación estructural, tipo de materiales, secciones y estado de conservación.

A partir de la zonificación establecida para las diferentes partes del edificio, se definió un método de análisis común para la profundización del estudio de cada estructura por separado, utilizando UN software de análisis matricial para la representación matemática de las piezas más relevantes. Para la definición de los estados de cargas se tomó como punto de partida la información recabada en los planos constructivos y algunas memorias de cálculo originales y de estudios y/o refuerzos que fueron realizados luego de su inauguración.

Principalmente, se realizaron estudios con el objetivo de verificar el comportamiento estructural actual del techo principal y del natorio cubierto.

En base a los resultados que arrojaron las verificaciones y los ensayos se elaboraron las recomendaciones de actuación tendientes a la estabilización de factores de deterioro y posterior monitoreo y acciones de mantenimiento periódicos de las estructuras indispensables para garantizar la seguridad estructural de este edificio de valor patrimonial.

