



## **PRESENTACION DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO ESTRUCTURAL EN OBRAS DE ARQUITECTURA**

**Arq. Isolda Simonetti, Arq. María del Carmen Fernández Saiz, Arq. Raquel Fabre, Ing. María Gabriela Culasso, Arq. Gustavo González**

EDIEST - Escuela de Graduados - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - UNC  
Córdoba, Argentina, Av. Vélez Sarsfield 264 - 5000 Córdoba, Argentina - 03543-15581594,  
[mfernandezsaiz@yahoo.com.ar](mailto:mfernandezsaiz@yahoo.com.ar), [isoldasimonetti@hotmail.com](mailto:isoldasimonetti@hotmail.com)

### **Resumen**

Se presenta una nueva carrera de posgrado (N° 11.397/13 CONEAU) entre las Facultades de Arquitectura y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba, con el objeto de aprovechar el potencial académico, científico y tecnológico de ambas instituciones.

En la Facultad de Arquitectura, se viene insistiendo en la necesidad de articular el conocimiento y la práctica de las diversas disciplinas que confluyen en el proceso de diseño, de modo de generar la conciencia de comprender que el proceso de resolución de la estructura no debe ser separado del diseño del espacio arquitectónico.

También, en la carrera de Ingeniería se ha comenzado a revisar el papel del “ingeniero calculista” intentando abrir el espectro en la formación disciplinar hacia el diseño de la estructura. Esta idea se ve fortalecida por el enfoque de las reglamentaciones y recomendaciones contenidas en los Nuevos Reglamentos CIRSOC en los cuales se hace énfasis en el “DISEÑO ESTRUCTURAL”, expresión que resulta más abarcativa que Cálculo Estructural.

Es por ello que el Profesor Arquitecto Hugo Bonaiutti, convocó a un equipo de docentes de Arquitectura e Ingeniería Civil para trabajar en una propuesta académica de posgrado sobre diseño estructural en obras de arquitectura, destinada especialmente a egresados de ambas carreras.

En este contexto, la carrera de especialización creada, tiene el objetivo de formar profesionales arquitectos e ingenieros con habilidades y conocimiento específico en el Diseño de Estructuras, articulando los aspectos derivados del cálculo, dimensionado y análisis estructural con el diseño arquitectónico, considerado de manera integral.

**Palabras clave:** ESPECIALIZACIÓN, ESTRUCTURAS, DISEÑO, ARQUITECTURA, POSGRADO.

### **1 Introducción.**

El Diseño Estructural dentro de la Arquitectura, es la disciplina que se ocupa de resolver armoniosa y coordinadamente la materialización de la obra arquitectónica en cuanto a

brindar un espacio-cobijo de manera segura al hombre y a sus instituciones. Esta seguridad se basa en hacer que la Arquitectura tenga, además de resistencia, durabilidad y estabilidad, utilidad en cuanto a satisfacer las necesidades humanas que van desde aspectos vinculados al confort hasta plásticos o estéticos. Forma parte del Diseño Arquitectónico, y condiciona en muchos casos la forma de la arquitectura y sus espacios.

La Arquitectura resuelve todas estas necesidades del hombre a través de un hecho material que es la obra. Ésta, como todo producto humano, es el resultado de diversos procesos. En este contexto, podemos definir dos grandes procesos que son inseparables. Por un lado el de imaginar y describir la obra que va a ser construida (Proceso de Diseño) y por el otro su materialización (Proceso de Construcción).

Durante el Proceso de Diseño deben ser tenidos en cuenta un conjunto de factores que interactúan y dependen, a su vez, de otros aspectos tales como la morfología, la funcionalidad, las instalaciones, las condiciones de habitabilidad y, por supuesto, la estructura de sostenimiento. Cada uno de estos aspectos, en mayor o menor grado, requieren de un proceso de diseño propio donde se deben compatibilizar exigencias de eficiencia y pertinencia.

En la actualidad, debido al avance del conocimiento, estos procesos individuales requirieron de la participación de profesionales capacitados específicamente. Así hablamos por ejemplo de especialistas en Diseño Urbano, Acústica, Luminotecnia, Redes de infraestructura, Arquitectura Escolar, Arquitectura Hospitalaria y muchos otros y, por supuesto, también en Diseño Estructural.

La confluencia de sustantivas modificaciones normativas y tecnológicas en los reglamentos de estructuras, los desarrollos informáticos aplicados al cálculo de estructuras, la innovación en la técnica constructiva, la creciente “osadía” de los actuales diseños de edificios y el reconocimiento de la importancia de este proceso en el resultado beneficioso de la obra, impone a los profesionales de la disciplina la necesidad de dominar nuevos conocimientos y capacidades técnicas para lograr mayor eficiencia en el diseño, que se traduce en economía constructiva, reducción de los tiempos de gestión y cálculos en los proyectos estructurales para obras de arquitectura, por mencionar solo algunos de los aspectos más importantes.

Hasta hace poco, en las obras de arquitectura de nuestro medio, la resolución de la estructura de sostenimiento, era frecuentemente considerada un campo específico del profesional “calculista de estructuras”. Esta concepción se vio favorecida, entre otras cosas, por el avance del conocimiento de los efectos del sismo sobre las construcciones, y alejó parcialmente al diseñador arquitecto de su natural predisposición para proponer una estructura adecuada en su proyecto. Se relegó entonces el campo del diseño dando lugar a una sobrevaloración de la especificidad del cálculo. Esto planteó una desacertada división entre las disciplinas de Arquitectura e Ingeniería.

En las Facultades de Arquitectura se viene insistiendo en la necesidad de articular el conocimiento y la práctica de las diversas disciplinas que confluyen en el proceso de diseño; con ello se intenta generar la conciencia de comprender que el proceso de resolución de la estructura no debe ser separado del diseño del espacio arquitectónico

La experiencia ha demostrado que aquellos diseños que han tenido en consideración tempranamente en el proceso los diferentes aspectos que integran la obra de arquitectura, han culminado en resultados satisfactorios y beneficiosos. En este contexto, se concluye

que “diseñar” la estructura más adecuada para una obra requiere de un proceso integral, similar al del diseño de cualquier otro objeto.

También en las carreras de Ingeniería se ha comenzado a revisar el papel del “ingeniero calculista”<sup>6</sup> intentando abrir el espectro en la formación disciplinar hacia el diseño de la estructura. Esta idea se ve fortalecida por el enfoque del nuevo reglamento INPRES-CIRSOC 103<sup>7</sup> que propone una metodología de análisis de las estructuras basada en el Diseño por Capacidad; concepto éste mundialmente aceptado como un elemento superador de las anteriores concepciones reglamentarias. “...*Precisamente, éste es un procedimiento de diseño determinístico –no de análisis–, racional y relativamente simple, desarrollado en Nueva Zelanda durante los últimos 25 años que, ha sido adoptado, también por otros países entre ellos el nuestro...*”<sup>8</sup>. Para Pier Luigi Nervi<sup>9</sup>, antes de la mitad del siglo XX, el “diseño” era la cuestión fundamental en la estructura de una obra. En ese sentido pensaba, que rara vez podría existir una estructura que satisficiera a la estética y a las proporciones y que no cumpliera con las condiciones de la estática. En función de lo expuesto, es claro pensar que las estructuras no se “calculan”, no se conciben por medio de un conjunto de ecuaciones, sino que primero se “diseñan”, y luego se verifican. En ese proceso se va ajustando la idea del diseñador a las solicitaciones a las que la estructura deberá dar respuesta, y se van valorando comparativamente las diferentes opciones compatibles y coherentes con el proyecto en función de sus potencialidades expresivas, estructurales, de factibilidad constructiva y de eficiencia.

Por todo lo dicho, debe entenderse al Diseño Estructural como una importante parte del Diseño Arquitectónico que permite analizar y proponer la estructura que resulte, tanto en su conjunto como en sus partes, como la más adecuada (eficiente, compatible y coherente) para cada proyecto. Asimismo asegura que si en las etapas tempranas del proceso de diseño la estructura es tenida en cuenta adecuadamente, se podrá garantizar la corrección del proyecto de la obra y su factibilidad constructiva.

---

<sup>6</sup> Se basa en un fragmento del Boletín de la Asociación de Ingenieros Estructurales (Nº 88, Set-Oct. 1993, Bs. As.) “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 que los adiestramos para realizar lo que otros quieren delegar, luego que los mismos han decidido la concepción estructural.”

<sup>7</sup> Instituto Nacional de Prevención Sísmica. Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes.

<sup>8</sup> Tomado parcialmente de REGLAMENTO ARGENTINO PARA CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES – Comentarlos a la Parte II- INPRES-CIRSOC 103. Cap. 1, pág. 5.

<sup>9</sup> NERVI, Pier Luigi. Ing. Italiano (1891-1979), profesor de Ingeniería en la Universidad de Roma. Enfatizó que la intuición debe usarse tanto como las matemáticas en el diseño, especialmente con estructuras o armazones finos. Tomó prestados elementos tanto de la arquitectura romana como de la renacentista para crear estructuras agradables estéticamente, pero aplicó aspectos estructurales tales como forma de nervios y bóvedas a menudo basados en formas naturales. Algunas de sus más importantes obras fueron: Edificio de Exposición, en Turín, Italia, (1949), Sede de la Unesco en París (1950), Torre Pirelli de Milán (1950), Palazzetto dello sport, (1957), Estadio Olímpico en Roma (1960), Palazzo del Lavoro, en Turín (1961), etc.

## **2 Descripción de la carrera de Especialización.**

La carrera de posgrado surge entonces como respuesta a la necesidad de una instancia de capacitación en estas prácticas integradas de diseño.

Es por ello que el Profesor Arquitecto Hugo Bonaiutti, convocó a un equipo de docentes de Arquitectura e Ingeniería Civil para trabajar en una propuesta académica de posgrado sobre diseño estructural en obras de arquitectura, destinada especialmente a egresados de ambas carreras.

Está destinada específicamente a capacitar a los egresados en estas prácticas articular el conocimiento y la práctica en el proceso de diseño, de modo de generar la conciencia de comprender que el proceso de resolución de la estructura no debe ser separado del diseño del espacio arquitectónico.

Esta carrera se plantea según lo establecido por la Ord. HCS 02/2003 en el cuerpo “e-Proyectos en red” Art. 22 que regula la participación de Carreras Cooperativas, en este caso entre las Facultades de Arquitectura y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con el objeto de aprovechar el potencial académico, científico y tecnológico de ambas instituciones, reuniendo en un esfuerzo conjunto recursos humanos y materiales suficientes para desarrollar la Especialización en Diseño Estructural de Obras de Arquitectura.

La Dirección de la Carrera junto a un Comité Académico con representantes de ambas facultades y profesores tendrán la responsabilidad de su conducción. La gestión académica y administrativa estará radicada en la Escuela de Graduados de la FAUD.

La carrera se plantea como de currícula estructurada con una duración mínima de 360 horas de dictado efectivo divididas en tres semestres y con un Trabajo Final Integrador que tiene carácter de resolución proyectual, en el cuarto semestre. Cada uno de los semestres se compone de cuatro asignaturas obligatorias (teórico-prácticas), una de ellas es un taller integrador con un fuerte componente de práctica intensiva y una asignatura electiva o a acreditar con certificaciones logradas con anterioridad según lo establece el propio reglamento de la carrera en su Art. 15.

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. En el producto final de diseño, la estructura tendrá un rol protagónico en la expresión del edificio. Se prevé el uso de maquetas para analizar en tres dimensiones el funcionamiento de la estructura. En algunos casos, como complemento, se ensayarán elementos materiales a escala en los laboratorios disponibles en las facultades.

## **3 Objetivos**

En este contexto, la carrera de especialización que se ha creado, tiene el objetivo de formar profesionales arquitectos e ingenieros con habilidades y conocimiento específico en el Diseño de Estructuras, articulando los aspectos derivados del cálculo, dimensionado y análisis estructural con el diseño arquitectónico, considerado de manera integral.

### 3.1 Generales

- Formar profesionales con habilidades y conocimiento específico en el Diseño de Estructuras en obras de arquitectura.
- Articular los aspectos derivados del cálculo, dimensionado y análisis estructural con el diseño arquitectónico a partir de los necesarios aportes interdisciplinarios provenientes de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil.
- Profundizar competencias específicas para el profesional independiente en los diversos campos de actuación profesional.

### 3.2 Específicos

- Entrenar en la correcta interpretación de los conceptos que subyacen en los marcos normativos vigentes respecto al Diseño Estructural.
- Brindar herramientas actualizadas para el análisis y resolución de los diferentes tipos estructurales de la obra de arquitectura.
- Capacitar en el uso de procedimientos y herramientas para diseñar estructuras en concordancia con los últimos avances técnicos.
- Desarrollar criterios de diseño para abordar la temática estructural en el proyecto de la obra de arquitectura.

## 4 Perfil del egresado

El especialista estará habilitado a desempeñarse con solvencia en todos los aspectos referidos al diseño estructural de obras de arquitectura, simples o complejas y podrá:

- Profundizar los conceptos sobre Diseño Estructural incorporados durante la carrera de grado en los aspectos más específicos y particularizados del diseño de obras de arquitectura.
- Integrar el diseño de la estructura desde la concepción del proyecto para lograr mayor eficiencia en una economía de recursos constructivos.
- Dominar nuevos conocimientos y capacidades técnicas. Obteniendo las herramientas necesarias para mantenerse actualizado y desempeñarse con mayor competencia en la concepción y propuesta de sistemas estructurales de obras de arquitectura.

## 5 Título que otorga la Carrera de Especialización en Diseño Estructural de Obras de Arquitectura (EDIEST).

El título a otorgar es el de **ESPECIALISTA EN DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE ARQUITECTURA** en un todo de acuerdo a la Res. MEN 160/2011 y las ordenanzas vigentes en la UNC.

## 6 Programa de la Carrera.

La carrera tendrá una carga total de 360 horas distribuidas según las talas siguientes.

### 6.1 Primer semestre (Tabla 1)

Tabla 1. Listado de materias del primer semestre.

ASIGNATURA	CARGA HORARIA	PROFESOR	CONTENIDOS
<b>PRIMER SEMESTRE – MARZO/JULIO 2017</b>			
La Arquitectura Sub-specie structurae	20	Arq. Horacio Saleme	Reflexiones. Materialidad: bambú
Análisis de sistemas estructurales	20	Arqs. I. Simonetti y R. Fabre	Análisis de obras. Diseño estructuras.
Métodos y procedimientos de diseño estructural	20	Dr.Ing. J.Capdevila y Arq. G.González	Modelos analógicos y uso de software.
Estructuras Metálicas (electiva)	20	Ing. A.Fragueiro y Ing.Esp. G.Culasso	Análisis y verificación.
Taller integrador I	40		Diseño Estructural

Fuente: EDIEST

### 6.2 Segundo semestre (Tabla 2)

Tabla 2. Listado de materias del segundo semestre.

ASIGNATURA	CARGA HORARIA	PROFESOR	CONTENIDOS
<b>SEGUNDO SEMESTRE – AGOSTO/DICIEMBRE 2017</b>			
Estructuras de H <sup>9</sup> A <sup>9</sup> y pretensado	20	Ing. A. Payer y Dr. Ing. G. Gerbaudo	Análisis y verificación.
Tipologías estructurales	20	Ing. Esp. D. Quiroga	Análisis y verificación.
Sismorresistencia. Mitigación de desastres	20	Ing. A. Reboredo	La acción de los sismos sobre las construcciones.
Geotecnia Avanzada	20	Ing. Esp. R. Terzariol	Suelos. Fundaciones. Muros de sostenimiento.
Taller integrador II	40	Ing. Esp. D. Quiroga	Diseño Estructural

Fuente: EDIEST

### 6.3 Tercer semestre (Tabla 3)

Tabla 3. Listado de materias del tercer semestre.

PRESENTACION DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO ESTRUCTURAL  
EN OBRAS DE ARQUITECTURA

ASIGNATURA	CARGA HORARIA	PROFESOR	CONTENIDOS
TERCER SEMESTRE – MARZO/JULIO 2018			
Factibilidad y procesos constructivos	20	Arq. R. Codina	Control y ejecución de obra.
Estructuras de grandes luces	20	Arq. Fenandez Saiz y Arq. Esp. S.Gonorazky	Análisis y verificación.
Materia electiva	20		
Materia electiva	20		
Seminario Trabajo Final	40	Dra. Arq. C. Marengo	Orientación para el trabajo final.

Fuente: EDIEST

#### 6.4 Materias electivas (Tabla 4)

Tabla 4. Listado de materias electivas.

ASIGNATURA	CARGA HORARIA	PROFESOR	CONTENIDOS
Patologías estructurales	20	Mgter. Arq. E. Zanni	Daños estructurales
Mampostería estructural	20	Arqs. G. Gonzalez y R. Fabre	Mampostería estructural de uno y dos niveles.
Diseño paramétrico	20	Ing. C. Nicasio	Proceso de diseño paramétrico
Arquitectura textil	20	Prof. Arq. R. Sastre	Aplicación de software específico
Diseño de Estruct. Laminares	20	Arq. M. Fernandez Saiz	Diseño, generación y verificación
Estructuras de Madera	20	Ing. José Luis Gómez	Análisis y verificación

Fuente: EDIEST

Se podrán cursar en cualquiera de los tres semestres de la carrera. La oferta de electivas puede variar cada año.

#### 6.5 Trabajo Final Integrador

Previo a la elaboración del Trabajo final de Carrera se dictará un Seminario que tiene por objetivo acompañar al especializando en la formulación de una propuesta de trabajo final integrador vinculada con el Diseño Estructural.

Se organiza el intercambio y discusión sobre las diferentes propuestas de Trabajo Final, aportando instrumentos metodológicos que posibiliten el análisis de las problemáticas abordadas en la carrera.

### 7 Metodología de los cursos.

En todos los cursos hay planificada una tarea práctica integradora de los contenidos de los mismos (ejercicio de diseño, seminario integrador, verificación y/o tareas en gabinete, etc.)

PRESENTACION DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO ESTRUCTURAL  
EN OBRAS DE ARQUITECTURA

Para desarrollar estas tareas, en general, se trabaja en equipos de dos o tres personas en taller, para lo cual, es conveniente disponer de elementos de dibujo, maquetería y/u ordenador apto para desarrollos gráficos y de cálculo (Figuras 1 y 2). Las consignas de las tareas prácticas son indicadas en clase. Los docentes facilitan las consultas por medio de e-mail o cualquier otro medio informático.



Figura 1. Trabajo en taller.  
Fuente: elaboración propia



Figura 2. Construcción de modelos escala 1 en 1 en bambú.  
Fuente: elaboración propia

Los ejercicios de análisis estructural en el contexto de la obra de arquitectura permiten el reconocimiento de la variable tecnológica-estructural en el proceso de diseño y las distintas ponderaciones en relación a la idea de partido. (Figura 3).



PRESENTACION DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO ESTRUCTURAL EN OBRAS DE ARQUITECTURA

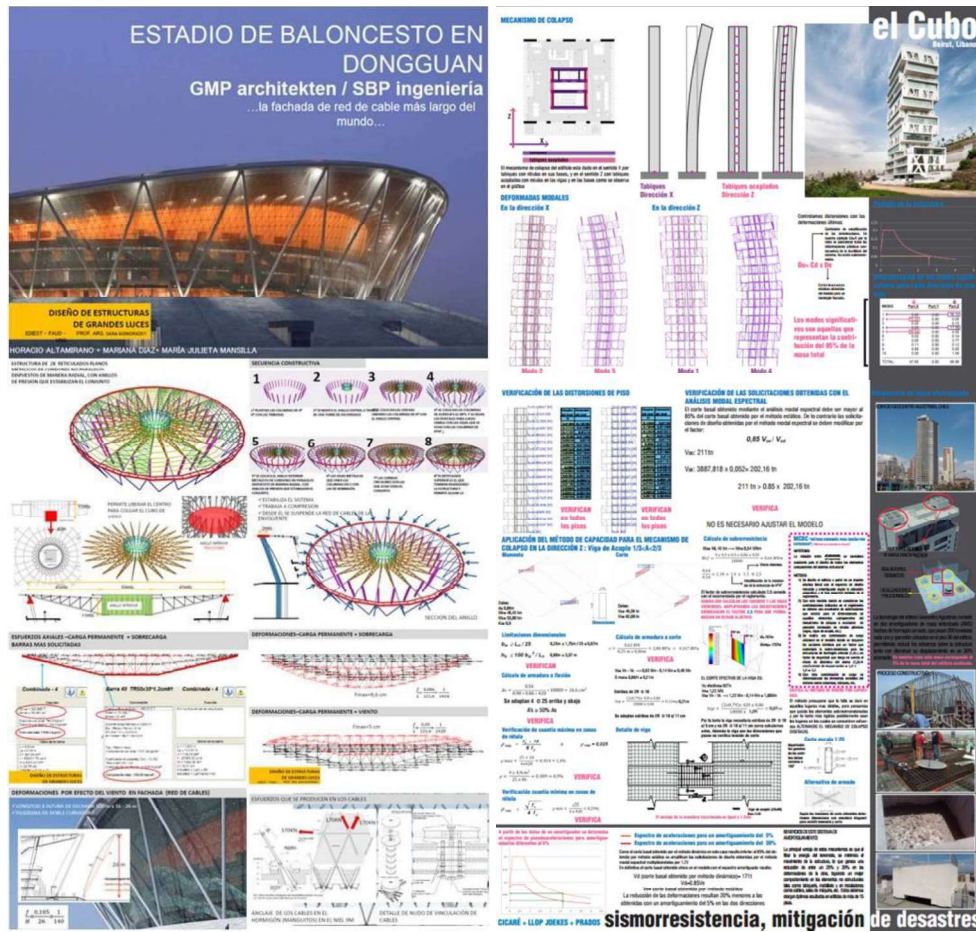


Figura 3. Presentación final del Trabajo de análisis de obras.  
Fuente: elaboración alumnos de la carrera

Los ejercicios de diseño estructural son problemas de resolución de situaciones arquitectónicas en donde la estructura juega un rol preponderante en la concepción de la solución. El análisis tridimensional de las propuestas requiere de la elaboración de maquetas reales o virtuales (Figuras 4 y 5).

PRESENTACION DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO ESTRUCTURAL EN OBRAS DE ARQUITECTURA

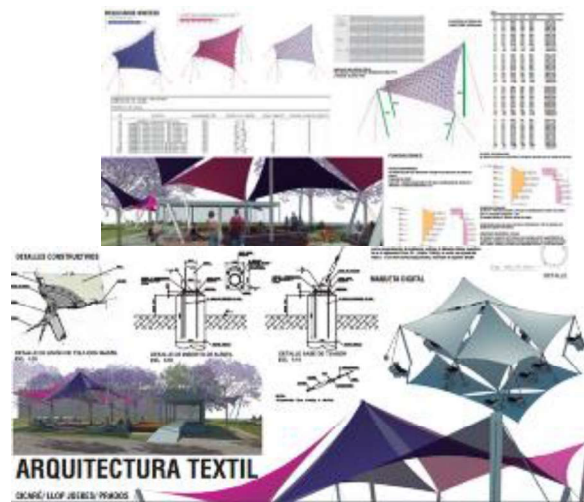


Figura 4. Presentación final del Trabajo de diseño Arquitectura Textil.  
Fuente: elaboración alumnos de la carrera

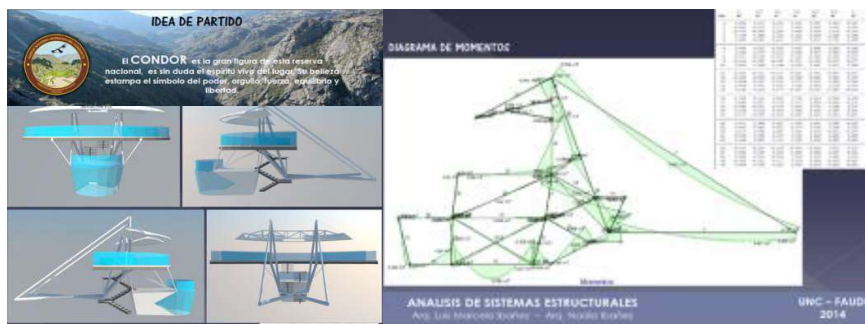


Figura 5. Presentación final del Trabajo de diseño Análisis de Sistemas Estructurales.  
Fuente: elaboración alumnos de la carrera

Para el dictado de algunas materias se ha convocado a profesores de trayectoria a nivel nacional e internacional, y se presentaron como cursos de posgrado abiertos (Figura 6).



Figura 6. Cursos abiertos. Fuente: EDIEST

También se coordinó con Secretaria Académica de la Facultad de Arquitectura (FAUD, UNC) para la organización de cursos en el programa de formación docente (Figura 7).



Figura 6. Programa de formación docente con profesores de la EDIEST.

Fuente: FAUD

## 8 Conclusiones

En el proceso de diseño de una estructura en una obra de arquitectura, muchos autores han afirmado con razón que para la resistencia es más importante un buen diseño estructural que un buen cálculo. El diseñador está tomando desde el comienzo del proyecto una serie de decisiones que afectan notablemente el comportamiento final de la construcción. La configuración del edificio es la principal de ellas y se refiere no solo a la forma, proporción y escala, sino que incluye también la naturaleza, dimensiones y posición de los elementos resistentes y también de los no resistentes que puedan afectar o verse afectados por el comportamiento estructural.

Es por ello que se considera fundamental que los especialistas en la dinámica estructural comprendan lo complejo de las relaciones de los diferentes sistemas que componen las edificaciones de la Arquitectura, para poder lograr una solución adecuada en las diferentes etapas decisivas de la gestación del proyecto.

Como dice Ing. Pier Luigi Nervi (1891-1979)

“Una estructura que satisface a las proporciones y a la estética, rara vez no cumple con las condiciones de la estática y la resistencia.”

## 9 Bibliografía

- ARNOLD, C; RIETHERMAN, R. Configuración y Diseño Sísmico de Edificios. Mejico, 1995. Limusa
- BAZÁN, E; MELI, R. Diseño Sísmico de Edificios. Mejico, 2004. Limusa
- BONAIUTI, H y otros. El Edificio en altura. Cordoba, 2013. FAUD, UNC.
- BOZZO, L; BARBAT, A. Diseño sismorresistente de Edificios. Técnicas convencionales y avanzadas. Barcelona, 2004. Reverté
- CONSTANTINOU, M; SOONG, T; DARGUSH, G. Passive Energy Dissipation Systems for Structural Design and Retrofit. 1998. MCEER, University of Buffalo, State University of New York, Buffalo, NY.
- MOORE, F. La comprensión de las estructura en arquitectura. Mejico, 2001. Mc Graw Hill
- MOISSET DE ESPANÉS, D. Intuición y razonamiento en el diseño estructural. Cordoba, 2000. INGRESO
- NAEIM, F. The Seismic Design handbook. 2ª ed. Springer Verlag. Boston, 2001.
- PERLES, P. Temas de Estructuras Especiales. Buenos Aires, 2007. Nobuko
- REBOREDO, A. Manual de Construcción Sismorresistente de Edificios Bajos. Mendoza, 2013. IFAUD.
- SALVADORI, M; HELLER, R. Estructuras para arquitectos. Buenos Aires, 1987. Técnica Cp 67.