

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

## FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

### PROPUESTA PEDAGOGICA Concurso de ESTRUCTURAS

JORGE FAREZ – MIGUEL LOZADA – PATRICIA LANGER

## ÍNDICE

<b>La historia de nuestro Taller</b>	4
<b>1 <u>FUNDAMENTACION Y ENCUADRE DE LA PROPUESTA</u></b>	
1.1. La Universidad hoy	5
1.2. Nuestra Facultad	5
1.3. El perfil del arquitecto de la FAU	6
1.4. Arquitectura y Estructura	7
1.5. El espíritu de la propuesta	8
1.5.1 Diseño Estructural Conceptual	10
1.5.2 Verificación Preliminar	10
1.5.3 Dimensionado Definitivo	10
1.6. Recursos para la implementación de la propuesta	11-12
<b>2 <u>OBJETIVOS GENERALES y PARTICULARES</u></b>	
2.1 Objetivos Generales del Taller	13
2.2 Objetivos Particulares Específicos de cada Nivel	14
2.2.1 Objetivos Específicos Nivel I	15
2.2.2 Objetivos Específicos Nivel II	15-16
2.2.3 Objetivos Específicos Nivel III	16-18
<b>3 <u>IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA Y MODALIDAD DE ENSEÑANZA</u></b>	
3.1 Aspectos Generales	18-19
3.2 Contenidos por Nivel	
3.2.1 Programa Analítico y Plan de clases NIVEL I	20-24
3.2.2 Programa Analítico y Plan de clases NIVEL II	25-29
3.2.3 Programa Analítico y Plan de clases NIVEL III	30-34
3.3 Actividades en el taller	
3.3.1 Análisis Teórico-Conceptual	35
3.3.2 Descripción de las Actividades Prácticas	35

3.3.3	Estrategia Metodológica de la Práctica	36-37
3.3.4	Ejemplos Desarrollados	38-45
3.3.5	Visitas a Obra	46
3.3.6	Interrelación con otros Talleres de la Facultad	46

**4 RÉGIMEN DE CURSADA, EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN**

4.1	Planificación Horaria	47
4.2	Evaluación y Calificación	47
4.3	Organización interna de la Cátedra	47
4.4	Colaboración externa / Docentes invitados	47

**5 BIBLIOGRAFÍA**

5.1	Bibliografía y sitios web	Nivel I	48
5.2	Bibliografía y sitios web	Nivel II	49
5.3	Bibliografía y sitios web	Nivel III	50

***“LOS DOGMAS DEL PASADO SILENCIOSO SON INADECUADOS PARA EL PRESENTE TEMPESTUOSO. LA OCASIÓN ES UNA MONTAÑA DE DIFICULTADES Y DEBEMOS CRECER CON LA CIRCUNSTANCIA, NO PONERNOS A LA ALTURA, SINO CRECER CON ELLAS. COMO NUESTRO CASO ES NUEVO, ENTONCES TENEMOS QUE PENSAR NUEVO Y ACTUAR NUEVO. DEBEMOS DESENCANTARNOS DE NOSOTROS MISMOS ASÍ PODEMOS SALVAR A NUESTRO PAÍS”.***

*Cita de Abraham Lincoln  
Diciembre de 1862*

*DESDE EL LUGAR QUE NOS CONCIERNE COMO EQUIPO DOCENTE,  
LOS NUEVOS PARADIGMAS NOS IMPULSAN A PLANTEAR ESCENARIOS  
DIFERENTES EN LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS EN  
ARQUITECTURA*

## LA HISTORIA DE NUESTRO TALLER

En el año 1986 luego del retorno de la Democracia a nuestro País, se creó en la F.A.U. el **1er Taller Vertical de Estructuras denominado D.I.M.N.F (Del Bono-Igolnikow-Maiztegui-Núñez-Farez)** conducido por sus Titulares, los **Ingenieros Santiago F. Del Bono** y **Roberto Igolnikow**, y del que formaba parte el **Ing. Jorge Farez** como Profesor Adjunto, el **Ing. Pedro Miguel Lozada** como JTP Ordinario y posteriormente Profesor Adjunto Interino y la **Ing. Patricia Langer**, como Ayudante Ordinario, incorporándose posteriormente el **Ing. Ernesto Villar** como Profesor Adjunto Interino

En el año **1989**, la FAU llama a **Concurso Nacional de Antecedentes y Oposición** para seleccionar un nuevo Taller de Estructuras para cubrir la banda horaria del turno mañana. En dicha oportunidad, el Ing. Del Bono propone a los Ingenieros **Ernesto Villar** y **Jorge Farez** integrar un equipo para Concursar, con el objeto de preservar la metodología de enseñanza de las estructuras que se venía implementando en el Taller a su cargo. Surge así un nuevo Taller de Estructuras con una Propuesta Pedagógica con sus particularidades distintivas.

Pasaron a formar parte de este nuevo Taller Vertical de Estructuras **Villar – Farez**, el **Ing. Miguel Lozada** como Profesor Adjunto Interino y la **Ing. Patricia Langer** como JTP Ordinario y luego Profesora Adjunta Interina. Estos últimos, con la supervisión de los Titulares, tomaron a cargo los niveles primero y segundo del Taller, encargándose del desarrollo de las clases teóricas, producción de apuntes y supervisión de trabajos prácticos ininterrumpidamente hasta el año 2006 en que la FAU efectuó un nuevo llamado a Concurso de Estructuras, entre otras materias.

Debido a la implementación de un nuevo plan de estudios, el llamado a Concurso estaba planteado para un equipo docente con dos profesores titulares y un profesor adjunto, razón por la cual la **Ing. Patricia Langer** no integró formalmente el equipo, pero en la práctica siguió desempeñándose como de Profesora Adjunta Interina desde el 2006 a la fecha.

Recorrer como **Taller Vertical de Estructuras VILLAR-FAREZ** ese trayecto de dieciséis años (1989 – 2006) y luego como **Taller Vertical de Estructuras N°1 VILLAR-FAREZ-LOZADA** (2006-a la fecha) permitió al equipo construir una identidad, realizando ajustes, revisando contenidos y trabajos prácticos, sumando toda la experiencia y posibilitando una intensa transferencia de conocimientos y su correspondiente nivelación sin prescindir de la necesaria autocrítica.

Nos permitimos de este modo evaluar nuestra propia manera de enseñar, nuestra posición y actitudes que como docentes tenemos incorporadas, con el fin de acceder a un enfoque que enriquezca nuestra didáctica y favorezca el desarrollo de un proceso de aprendizaje incorporando los saberes de las distintas áreas que integran la arquitectura.

Reconocemos en esta tarea una energía permanente de cambio, lo que nos posibilita evolucionar como grupo de trabajo docente dentro de esta Universidad pública, amplia y abierta.

## ORIGEN

Taller DIMNF  
1986 - 1989

Del Bono-Igolnikow-Maiztegui-  
Núñez-Farez

Taller V.F.  
1989 - 2006

Villar - Farez

Taller V.F.L  
2006 - A la fecha

Villar - Farez - Lozada-  
Langer Interina

## 1. FUNDAMENTACION Y ENCUADRE DE LA PROPUESTA

### 1.1. LA UNIVERSIDAD HOY

Podemos encontrar en nuestro Estatuto y Plan Estratégico lo siguiente:

*«La enseñanza universitaria tendrá carácter y contenido ético, cultural, social, científico y profesional. Será activa, objetiva, general y sistemática en el sentido de lo interdisciplinario y universal. Estará fundada en la exposición objetiva y desprejuiciada de hechos, en su interpretación, en la discusión y crítica de teorías o doctrinas, en la más completa libertad académica, sin discriminaciones, limitaciones o imposiciones de carácter político, ideológico, religioso, racial, social, económico o de cualquier otro tipo.»<sup>1</sup>*

*«El carácter cultural de la enseñanza profesional y científica, a cargo de los establecimientos de enseñanza superior, implica, en la forma que establezcan los respectivos Consejos Académicos y Directivos, la exigencia del conocimiento de los problemas fundamentales del saber y de la realidad social contemporánea.»<sup>2</sup>*

*«Desarrollar a la Universidad Nacional de La Plata como una universidad pública, gratuita en el grado, autónoma y cogobernada; con la misión específica de crear, preservar y transmitir el conocimiento y la cultura universal, vinculada con la región y el mundo; transparente, eficiente y moderna en su gestión; comprometida, integrada y solidaria con la comunidad a la que pertenece; con líneas de investigación básica y aplicada de excelencia; con desarrollos tecnológicos al servicio de la innovación, la producción y el trabajo, con políticas de formación de profesionales de calidad en el grado y de científicos y tecnólogos en el posgrado, capaces de dar las respuestas que demanda el desarrollo de la empresa y el Estado y pertinentes y orientadas a las demandas de conocimiento al servicio integral de la Sociedad, en el nuevo contexto internacional...»<sup>3</sup>*

El cambio de siglo y en particular la última década determino la necesidad de pensar en una nueva enseñanza universitaria que, manteniendo los valores éticos, culturales y de excelencia que nuestra Universidad nos inculca, nos permita acompañar a nuestros Jóvenes Estudiantes en los paradigmas que establecen las nuevas tecnologías y formas de comunicación.

En un instante de la historia hemos pasado de un mundo estable, predecible, con escasa información, a uno cambiante, complejo e incierto.

Es así que, aspectos relacionados con la enseñanza universitaria, como lo son el uso de medios informáticos, las transformaciones en las disciplinas y las incumbencias profesionales, entre otros, van generando cambios que tanto le hacen falta a nuestro sistema educativo para estar a la altura de los nuevos desafíos.

Los primeros resultados se trasladaron a los ajustes y revisiones curriculares, incentivos a la investigación, mejoramiento de las propuestas docentes para la enseñanza, capacitación pedagógica, nuevas tecnologías educativas e, inclusive, adecuaciones edilicias.

### 1.2 NUESTRA FACULTAD

La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, atravesó con éxito el proceso de acreditación de las carreras de Arquitectura de todo el país, por parte de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU)<sup>4</sup>.

En ese marco, luego de que se realizaran las correspondientes evaluaciones y se cumplieran los estándares aprobados por el Ministerio de Educación de la Nación, nuestra carrera recibió la acreditación por seis años, máximo resultado posible dentro de la escala de calificaciones que tiene la Comisión.

A dicha resolución llegaron tras estudiar las condiciones de cursada, el conocimiento de los alumnos, la capacidad de los docentes, los trabajos de investigación y las tareas de extensión durante una visita realizada por veedores en el año 2008.

No obstante, la enseñanza de la Arquitectura no es estable y menos permanente, por el contrario es un proceso en continua evolución. Por ello, creemos que el desafío de

<sup>1</sup> Estatuto de la UNLP - artículos 6º, Capítulo I, Título II

<sup>2</sup> Estatuto de la UNLP - artículos 7º, Capítulo I, Título II

<sup>3</sup> De los objetivos del Plan Estratégico de la UNLP (2007)

<sup>4</sup> RESOLUCIÓN N° 292 - CONEAU - 09



Universidad Nacional de La Plata



la gestión académica de estos tiempos consiste en evaluar la implementación del Plan de Estudios VI, efectuando las eventuales adecuaciones para el logro de los objetivos propuestos; en este sentido, la FAU viene atravesando una metamorfosis académica, física y administrativa.

Desde lo académico, la transformación comenzó ajustando objetivos y contenidos curriculares de las asignaturas a partir del año 2011. No menos importante resultó la readecuación de los espacios físicos de la FAU para el funcionamiento a pleno de los Talleres, acompañado de provisión de equipamiento y aulas de informática, entre otros recursos didácticos).

La acción administrativa, como la informatización de sistemas<sup>5</sup> y la capacitación de los recursos humanos, ha facilitado sustancialmente las tareas de inscripción de alumnos a los Talleres y evaluaciones como así también la confección de las actas de curso que inciden directamente en la designación de los docentes a cargo.

En el caso de las Estructuras estos ajustes de objetivos, contenidos y exigencias del Nuevo Plan, comenzaron a ponerse en práctica durante el ciclo lectivo 2012, y deben acentuarse en el futuro próximo.

### 1.3 EL PERFIL DEL ARQUITECTO DE LA FAU

Las incumbencias del Plan de Estudios VI, que se enumeran en el artículo 3, entre otras cosas habilitan al arquitecto para:

- *Diseñar, proyectar, dirigir y ejecutar la concreción de los espacios destinados al hábitat humano.*
- *Proyectar, dirigir y ejecutar la construcción de edificios, conjuntos de edificios y los espacios que ellos conforman, con su equipamiento e infraestructura y otras obras destinadas al hábitat humano.*
- *Proyectar, calcular y dirigir y ejecutar la construcción de estructuras resistentes correspondientes a obras de arquitectura*
- *Programar, dirigir y ejecutar la demolición de obras de arquitectura.*

Los Objetivos planteados en el artículo 4 de dicho Plan, indican:

*Dominar con nivel profesional los conocimientos, recursos técnicos y metodológicos del campo de la Arquitectura y el Urbanismo.*

*Interpretar con juicio crítico, desde una sólida formación integral, las problemáticas socio-políticas contemporáneas, a los efectos de operar en sus diversos niveles de intervención.*

*Comprometerse, desde la perspectiva integral de la carrera, en la concreción de propuestas orientadas a dignificar las condiciones socioeconómicas actuales del medio local, regional y nacional.*

*Valorar el aporte interdisciplinario que otorgan las disciplinas afines al núcleo relacionado con la interpretación y transformación integral del hábitat humano.*

*Generar actitudes de aprendizaje permanente y de actualización apropiadas para operar en un mundo en constante transformación y desarrollo tecnológico.*

*Manifestar capacidad de síntesis a través del diseño, como acción propositiva y transformadora del entorno.*

*Adquirir la idoneidad necesaria para seleccionar y usar tecnologías, materiales, sistemas de construcción y estructurales adecuados a cada problemática particular.*

*Aplicar los criterios más convenientes a la organización y dirección de obras*

*Poseer solvencia en los aspectos legales y éticos involucrados en el ejercicio de la profesión.*

*Poseer los niveles formativos necesarios para integrar equipos de investigación, de práctica interdisciplinaria y de funciones de gestión.*

Así, la Facultad traza el perfil del profesional que a su criterio la sociedad requiere, por lo que en lo que concierne a la enseñanza de las estructuras, y consustanciados con el Plan vigente, debemos preparar al futuro arquitecto para estos propósitos.

<sup>5</sup> SIU Guaraní

## 1.4 ARQUITECTURA Y ESTRUCTURAS

Nuestra búsqueda como Taller tiende a que los futuros arquitectos perciban a la estructura como parte indisoluble y esencial de la obra de arquitectura.

La asignatura “Estructuras” corresponde al ciclo medio “formativo” del desarrollo curricular de la carrera, disciplina que a su vez se organiza en tres niveles.

Atendiendo a los objetivos en el ciclo medio para el Área Ciencias Básicas, Tecnología, Producción y Gestión, del Plan de Estudios VI de la carrera distinguimos:

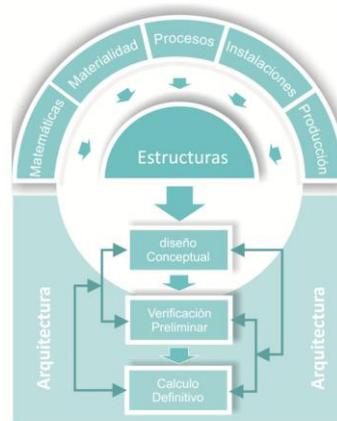
- Afianzar el reconocimiento de la dimensión técnica y material de la obra de arquitectura.
- Conocer los distintos subsistemas tecnológicos que constituyen la arquitectura, su complejidad e interrelación.
- Transferir e integrar los diversos conocimientos al proceso de diseño, asumiendo su valoración tecnológica como integrante de una totalidad.

En tal sentido, el desarrollo global de la temática debe plasmarse siguiendo una secuencia lógica que posibilite el avance progresivo del aprendizaje hacia el objetivo final. Por otra parte la enseñanza estará orientada a guiar la actividad del alumno hacia una disciplina de trabajo que no difiera de la tarea real en el campo profesional.<sup>6</sup>

Intentaremos que, apoyado en los conceptos de materialidad, procesos constructivos y soluciones tecnológicas, pueda desarrollarse en la comprensión del hecho estructural, que le permita abordar el diseño y eventualmente el cálculo estructural (dado que las incumbencias lo habilitan) con la suficiente capacitación para poder interactuar y/o liderar equipos interdisciplinarios.

El conocimiento del funcionamiento estructural y de los algoritmos matemáticos son necesarios para la formación de criterios de proyecto y el ajuste riguroso de las estructuras. Nuestra propuesta, además, pretende que el alumno pueda formarse en los aspectos de investigación en el área del diseño estructural con sus nuevas tendencias.

## ESQUEMA



<sup>6</sup> Del Blog Taller Vertical de Estructuras N°1 Ings. VILLAR-FAREZ-LOZADA

## 1.5 EL ESPIRITU DE LA PROPUESTA:

Este equipo propone plantear la enseñanza de las estructuras, orientada hacia los nuevos paradigmas y desafíos. Es así que, tomando como referencia el trabajo realizado por sus integrantes en el Taller de Estructuras VILLAR-FAREZ-LOZADA, desarrollará una reformulación de actividades que incluyen la nueva presentación expositiva de la temática, y la realización de nuevos apuntes, trabajos prácticos y contenidos en la web entre otras tareas.

Proponemos ir recorriendo el camino junto a los estudiantes. Surgirán incertidumbres y certezas, pero cuando estas últimas hayan alcanzado el avance necesario, habremos minimizado las dudas y estaremos en condiciones de tomar las decisiones adecuadas.

### La biomimética y los sistemas estructurales

La evolutiva comprensión de las razones de la naturaleza crea efectos, estructuras, relaciones y fenómenos que permiten, tomando como base a las estructuras biológicas infinidad de soluciones en el diseño estructural.

La biomimética no consiste en imitar a la naturaleza sino comprender el proceso evolutivo y sus principios de diseño de los sistemas biológico estructurales.<sup>7</sup>

El conocimiento de este proceso, evaluando las “soluciones estructurales” que adopto la naturaleza para resolver sus problemas, permitiría generar nuevos diseños eficientes.

*“Los diseños estructurales que se producen en la naturaleza - en las moléculas, en los cristales, en las células vivas, en las galaxias - es la fuente de inspiración adecuada”*<sup>8</sup>, Peter Pearce afirma, en su libro “Structure in nature is a strategy for design”.

La naturaleza y el diseñador con conciencia ecológica busca y construye estrategias de adaptación que conservan los recursos materiales y energéticos a través del uso de componentes modulares combinados con caminos de diseño estructural, consumiendo menos energía y generando menor impacto ambiental.

Los sistemas pueden ser resueltos con una mínima cantidad de elementos que combinados pueden producir una gran diversidad de estructuras eficientes.

El concepto de cantidad de elementos mínimos /máxima diversidad forma parte del principio de conservación de los recursos. Los procesos formativos en la estructura natural se rigen característicamente por acciones que generen menor consumo de energía /material.

### El parametricismo

El parametricismo no consiste en una corriente artística, constituye una búsqueda, una respuesta metodológica a los problemas que se presentan en la arquitectura y en todas sus especialidades. La correcta parametrización, por ejemplo, permite una mayor eficiencia estructural, ajustando dimensiones, tiempos y costos.

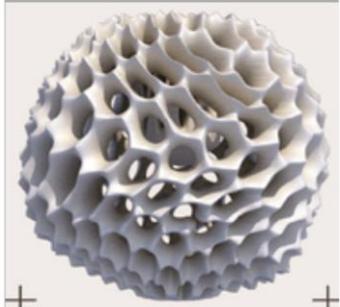
Se pondrá especial énfasis en la observancia de estos criterios en la enseñanza de las estructuras.

La huella ecológica producida por la construcción avalan los estudios paramétricos para minimizar el impacto de los residuos y gastos energéticos que generan los materiales de la construcción.

Un mínimo porcentaje de reducción de las secciones, de las cantidades de elementos etc., incide favorablemente en el impacto ambiental.

<sup>7</sup> Diseño mecánico en organismos. s.a. Wainwright ed Blume .

<sup>8</sup> structure in nature is a strategy for design, Peter Pearce



Las estrategias para la búsqueda de soluciones que permitan la interacción de forma y estructura el empleo de algoritmos geométricos o matemáticos surge como una respuesta para resolver las formas *paramétricas* de la arquitectura contemporánea.

El estudio paramétrico comienza con las estructuras de baja complejidad, (viviendas de una planta), incorporando gradualmente mayores dimensiones y alturas hasta llegar a estructuras más complejas.

El abordaje en las estructuras simples, se efectuara fundamentalmente con los conceptos y mecanismos clásicos del análisis estructural, para luego con el aumento de la complejidad, utilizar otros medios que en tiempo real valoran el comportamiento deformacional con el cambio de dimensiones y vínculos.

Los modelos numéricos permiten establecer una serie de leyes capaces de definir con precisión una forma determinada. Este sistema de análisis posibilita el desarrollo de geometrías de gran complejidad, que resultarían impracticables de analizar con los esquemas estructurales tradicionales.

La génesis del proyecto no se establece como una forma determinada e invariable, sino como un planteamiento más flexible. Los aspectos topológicos dejan de ser el principio inalterable para convertirse en el resultado de los reiterados ajustes y modificaciones durante el proceso.

Se logra de esta manera dotar de precisión y rigor a las formas arquitectónicas *paramétricas*, que derivan en un sistema matemático o geométrico conocido y controlable.

**Eficiencia estructural. Propuesta de Investigación**

Atendiendo a las actividades de investigación en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo<sup>9</sup>, se propone desarrollar estudios sobre la base de los conceptos de *biomimética* y *parametricismo* relacionados con la *eficiencia estructural*, en los que participen alumnos, docentes de los tres niveles de Estructuras e investigadores de la FAU.

Los objetivos estarán orientados a la búsqueda de algoritmos que definan la eficiencia estructural para su utilización en la toma de decisiones en el contexto del sistema arquitectónico y los subsistemas que lo integran.

<sup>9</sup> Secretaria de Investigación FAU



## Las instancias del proceso del diseño estructural

La enseñanza de las estructuras en arquitectura, va dirigida principalmente a la comprensión del hecho estructural y sus implicancias en el sistema arquitectónico. En el abordaje de las unidades que conforman el plan de contenidos para todos los niveles en que se desarrolla nuestra especialidad, pueden constituirse en general, tres instancias:

### 1.5.1 - DISEÑO ESTRUCTURAL CONCEPTUAL:

Para un determinado tema, considerando los conocimientos previos del alumno, mediante el uso de maquetas, modelos y herramientas informáticas se recurre inicialmente a todo aquello que él pueda visualizar: deformaciones, desplazamientos, ensayos, etc. para poder explicar aquello que es imperceptible (camino de cargas, esfuerzos internos, estados tensionales, etc.)

Aquí nace el proceso creativo de la concepción estructural mediante el cual se definirán preliminarmente las características de un sistema adecuado al tema de análisis.

### 1.5.2 - VERIFICACION PRELIMINAR:

Stephen Morley, director de diseño de Modus and Sinclair Knight Merz, señala *“...las medidas de un sistema estructural se pueden obtener con bastante rapidez. Los tamaños de los principales arcos del Stadiun Australia, con un vano de 286 metros, se calcularon con la ubicua fórmula la carga total por la luz dividida por la flecha y el número ocho (  $q.L./8.F$ ), pero se tardó ocho meses en demostrarla”*<sup>10</sup>

Mediante la utilización de conceptos básicos de la Física y la Materialidad, criterios estructurales y métodos de cálculo sencillos - aplicados como herramientas de predimensionado-, se realizarán los ajustes necesarios para viabilizar el diseño estructural más adecuado al sistema arquitectónico.

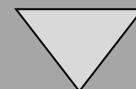
### 1.5.3 – DIMENSIONADO DEFINITIVO:

Finalmente, mediante la aplicación de software disponible<sup>11</sup>, con el uso de las normas vigentes<sup>12</sup>, el alumno podrá sustentar el diseño estructural adoptado, verificando con los resultados rigurosos obtenidos, lo desarrollado en las instancias anteriores.

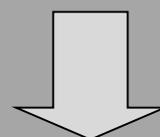
En las tres instancias estará presente el Diseño Estructural como parte del Diseño Arquitectónico. Nos apoyaremos no solamente en conceptos estructurales, sino que atenderemos a la Arquitectura en primer lugar, la Producción de Obras, los Procesos Constructivos, el conocimiento de los Materiales, como así también las condiciones que imponen las Instalaciones para la decisión estructural.

Como puede observarse son varias las disciplinas involucradas en el proceso de diseño. Pretendemos que el alumno integre en el análisis de cada problemática la simultaneidad de los subsistemas que intervienen la obra arquitectónica.

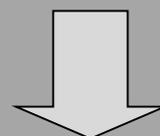
**INSTANCIAS  
del PROCESO  
del DISEÑO  
ESTRUCTURAL**



**DISEÑO  
ESTRUCTURAL  
CONCEPTUAL**



**VERIFICACION  
PRELIMINAR**



**DIMENSIONADO  
DEFINITIVO**

<sup>10</sup> “Maestros de la estructura: la ingeniería en las edificaciones” Sutherland Lyall edit Blume, 2002

<sup>11</sup> Autodesk Simulation multiphysics, Ansys , ALGOR, RAM, STRAP Y CYPE CAD

<sup>12</sup> CIRSOC 201-1982 – En vigencia en algunas provincias de nuestro país.

CIRSOC 201-2005 – Aprobado a nivel nacional por Resolución 247/2012. En vigencia a partir del 1 de enero de 2013.

## 1.6 - RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA:

Para la implementación de esta propuesta se requieren algunos recursos, entre otros, la incorporación de la tecnología informática acorde a las demandas actuales de los alumnos.

Estamos acompañando este cambio a partir de acciones que hemos venido realizando en el Taller actual, y otras que proponemos para el próximo periodo:

Dictado de las clases de Estructuras en el gabinete informático, con prácticas de aplicación conceptual mediante el uso del software disponible.

Utilización de videos específicos en el aula como herramientas de apoyo a la temática expuesta durante la clase presencial.

El Taller VFL cuenta con un sitio web <http://faestructurasvfl.com/><sup>13</sup> en cuyo desarrollo participaron los integrantes del equipo propuesto.

El SEDICI <http://sedici.unlp.edu.ar><sup>14</sup> nos ha invitado a compartir en el sitio un enlace al repositorio y acceder a través de él a toda la producción científico-académica de la UNLP. Esto servirá para facilitar a todos los visitantes de nuestro blog el acceso al material educativo y científico, lo que aumenta el impacto de la producción de la UNLP.

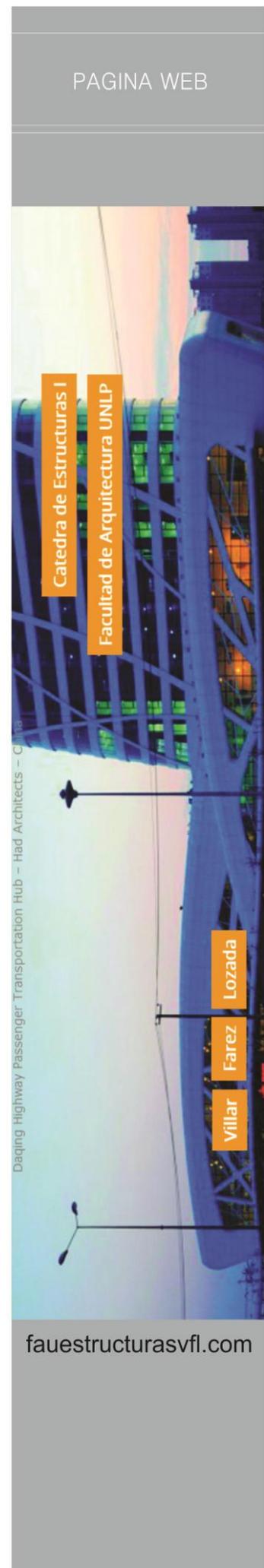
En el próximo periodo se diseñará otro sitio con nuevos contenidos adecuados a la presente propuesta.

Exposición de trabajos y maquetas desarrollados por el taller, para su divulgación, tal como el panel expuesto en el marco de los festejos por los 50 años de creación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP durante el año 2013

Se continuarán desarrollando las acciones iniciadas para la implementación de laboratorios de ensayos, modelización virtual y real para materiales estructurales convencionales y no convencionales.

<sup>13</sup> Blog del Taller (a partir 2013): [faestructurasvfl.com.ar](http://faestructurasvfl.com.ar)

<sup>14</sup> SEDICI es el Repositorio Institucional de la U.N.L.P. creado en el año 2003 para albergar, preservar y dar visibilidad a las producciones de todas las Unidades Académicas de la Universidad.



En el marco del Programa “Mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje”<sup>15</sup>, se desarrollan experiencias de interrelación y articulación con otros Talleres (Arquitectura, Procesos constructivos, Materialidad<sup>16</sup> e Instalaciones), las que se propone continuar y ampliar en el siguiente periodo.

Se continuarán implementando **Trabajos Prácticos de Integración (TPI)** con talleres de los ciclos básico y medio, con el fin de apuntalar el proceso formativo del alumno, a través de la interrelación de los conocimientos proporcionados en las distintas Áreas/Materias.

<sup>15</sup> Estrategias de articulación e integración de conocimientos en la FAU – Experiencias al 2013

<sup>16</sup> Pag web Materialidad TIM1. <http://www.tim1.com.ar/?p=439>

## 2. OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES

En concordancia con los objetivos del Plan de Estudios VI que se transcriben en el ítem 1.3, y con lo enunciado en el espíritu de la propuesta (1.5), planteamos nuestros objetivos generales del Taller y los particulares específicos para cada nivel del mismo.

### 2.1. OBJETIVOS GENERALES DEL TALLER

Nuestra Propuesta Pedagógica se direcciona en la búsqueda de los siguientes logros:

Desarrollar una “forma de pensar” las estructuras, que preparen al futuro arquitecto para resolver nuevos desafíos en el área, con prevalencia en el campo de la ética, señalando de este modo el conjunto de los mejores criterios y conceptos que deben guiar su conducta en razón de los más elevados fines que la sociedad atribuye a la arquitectura.

Priorizar el arte del “buen proyectar y construir estructuras” en todos sus aspectos, preponderantemente en aquellos que hacen a la responsabilidad profesional como proyectista, constructor, investigador, o cualquier otro campo en los cuales pueda desarrollarse el profesional de la arquitectura de acuerdo a sus incumbencias.

Integrar los sistemas estructurales a la Arquitectura Sustentable, propiciando el estudio y la adaptación de las estructuras al contexto social, económico, ambiental, geográfico y cultural, donde tenga que actuar y desarrollarse el futuro arquitecto, analizando posibles soluciones y materiales estructurales regionales, no convencionales, reciclados, etc.

Operar en los tres niveles del Taller con los conceptos de sustentabilidad, racionalidad y economía, integrando las bases y conocimientos de las matemáticas, la materialidad, los procesos constructivos, la producción de obras e instalaciones para argumentar y sustanciar los criterios de razonabilidad.

Profundizar el estudio, investigación y transferencia de conocimientos en disciplinas como la Biomimética y su aplicación al diseño estructural en arquitectura.

Propiciar el desarrollo del Diseño Estructural Paramétrico, integrándolo paulatinamente en las aplicaciones prácticas conceptuales de la asignatura.

Desarrollar escenarios motivadores hacia el razonamiento y la creatividad que requiere el proceso de Diseño Estructural, integrándolo a los otros Subsistemas amparados en el Sistema Arquitectónico, entendiéndolo que su concepción nace con los primeros trazos del Proyecto.

Incorporar y transmitir conocimientos en lugar de información y “recetas”, haciendo un uso adecuado de los recursos tecnológicos y digitales disponibles para apoyar la tarea de diseño estructural, como así también para verificar y completar o corregir dimensiones preestablecidas

Valorar el trabajo en grupo, donde el intercambio de ideas y experiencias proporciona respuestas y herramientas que el futuro Arquitecto podrá utilizar en equipos profesionales interdisciplinarios.



## 2.2. OBJETIVOS PARTICULARES ESPECÍFICOS DE CADA NIVEL

A continuación se transcriben los objetivos de formación del Área Ciencias Básicas, Tecnología, Producción y Gestión, del Plan de Estudios vigente

*Conocer los medios tecnológicos disponibles en el marco de la situación histórica concreta en la cual el profesional se inserta.*

*Comprender a los aspectos tecnológicos como instrumentos que materializan y constituyen el hecho urbano y arquitectónico.*

*Reconocer los materiales y técnicas constructivas a través de su aplicación en obras.*

*Participar con sentido crítico en la selección de los sistemas constructivos y/o estructurales disponibles en cada medio, favoreciendo a los más adecuados a la realidad zonal o regional.*

*Desarrollar la capacidad creadora para resolver propuestas tecnológicas acordes al medio socio-cultural.*

*Conocer los materiales, técnicas constructivas y diversas instalaciones que constituyen los objetos arquitectónicos y urbanos y seleccionar los más apropiadas a cada realidad.*

*Conocer los sistemas estructurales, su comportamiento estático y los materiales constitutivos de dichos sistemas.*

*Seleccionar la estructura adecuada a la naturaleza del proyecto.*

*Resolver con idoneidad profesional las problemáticas relacionadas con la organización y dirección de obras.*

*Manejar los aspectos legales de la arquitectura.*

*Introducir al alumno en un lenguaje de capital importancia, el lógico matemático, que se utiliza normalmente en la Investigación científica.*

*Propender a que el alumno racionalice y ordene, merced a los nuevos enfoques y desde el punto de vista matemático y global, los procedimientos tecnológicos.*

*Brindar al estudiante el conocimiento básico que le instrumentará para el desarrollo de los problemas físicos y tecnológicos que la arquitectura plantea.*

Sobre la base de ellos, y para alcanzar los objetivos generales del Taller, nos proponemos metas específicas relacionadas con la temática que se desarrollará en cada nivel.

### 2.2.1 Objetivos Específicos Nivel I

Se espera que el alumno, al finalizar este curso, logre

Concebir a la Estructura dentro del contexto sistémico de la Arquitectura, reconociendo las tipologías estructurales y su campo de acción.

Comprender los conceptos del diseño estructural que se dan en este nivel con el uso de maquetas realizadas por los alumnos, modelos didácticos, modelos electrónicos, etc.

Entender lo imperceptible (esfuerzos internos, estados tensionales, etc.) desde lo que sí se puede ver (desplazamientos, deformaciones, ensayos, etc).

Reconocer tipos de cargas, formas de conducción y magnitud de las mismas.

A partir de la visualización de las deformaciones, entender el comportamiento básico de los materiales convencionales para uso estructural, pudiendo incorporar al análisis materiales no convencionales, reciclados, etc,

Establecer apropiadas relaciones entre el hecho real (una viga, un cable, una barra) y el esquema estructural (fuerzas, vínculos) que lo representa.

Relacionar las características geométricas de las secciones con la rigidez y resistencia de los materiales homogéneos, mediante la utilización de conceptos simples.

Analizar el comportamiento de las estructuras sometidas a tracción y compresión, flexión simple y compuesta en materiales homogéneos.

Diseñar sistemas estructurales de baja complejidad, dimensionar y calcular sus elementos componentes en acero, madera u otros materiales de comportamiento homogéneo.

Generar respuestas en la búsqueda de la eficiencia estructural utilizando métodos comparativos y algoritmos aritméticos de medición.

### 2.2.2 Objetivos Específicos Nivel II

Las metas a alcanzar en este nivel, son las siguientes:

Comprender los conceptos del diseño estructural que se dan en este nivel con el uso de maquetas realizadas por los alumnos, modelos didácticos, modelos electrónicos, etc.

Adquirir los conocimientos para el diseño y dimensionamiento de estructuras de hormigón armado. Desarrollar la mecánica de diseño estructural en edificios de baja a media complejidad.

Entender el comportamiento básico frente a solicitaciones de flexión, corte, torsión, compresión y estados combinados, de los elementos estructurales convencionales de hormigón armado. Desarrollar esta comprensión mediante la utilización de ensayos de laboratorio reales y virtuales.

Lograr la experticia necesaria para predimensionar estructuras de hormigón armado de baja a media complejidad con suficiente aproximación a los resultados del análisis definitivo.

Diseñar y efectuar un dimensionado primario y fragmentario de los elementos estructurales, pero acentuando su funcionamiento como una sola unidad, comprendiendo el concepto de funcionamiento global, donde todos los elementos de la estructura están interrelacionados.

Reconocer al sistema de fundaciones como la interacción suelo-estructura, y comprender la importancia del estudio de suelos para fundación, aún en obras de complejidad menor.

Diseñar y dimensionar en obras de complejidad media, los distintos tipos estructurales de fundación en función de las características de la obra y del suelo resistente.

Adquirir destrezas para aplicar el uso de software informáticos de cálculo estructural

Comprender los fundamentos del comportamiento estructural del hormigón pretensado. Reconocer las diferentes formas de precompresión.

Conocer la génesis, comportamiento estructural, ámbito de utilización y criterios generales de dimensionado de estructuras metálicas espaciales de superficie plana.

Generar respuestas en la búsqueda de la eficiencia estructural utilizando métodos comparativos y algoritmos aritméticos de medición.

Desarrollar los conocimientos constructivos para la materialización de estructuras de HºAº, como así también reconocer las principales patologías estructurales de obras existentes.

### 2.2.3 Objetivos Específicos Nivel III

Aspiramos a que en este último nivel de grado se logre:

Comprender los conceptos del diseño estructural que se dan en este nivel con el uso de maquetas realizadas por los alumnos, modelos didácticos, modelos electrónicos, etc.

Analizar el funcionamiento de estructuras de media a alta complejidad visualizando las deformaciones y su correspondencia con las solicitaciones y tensiones para implementar el dimensionado .

Desarrollar criterios de diseño para aplicar en el proyecto estructural de edificios de altura y estructuras no convencionales, incorporando la simultaneidad de parámetros de decisión: materialidad, procesos constructivos, producción de obras, instalaciones, etc

Diseñar y dimensionar estructuras de transición. Analizar las estructuras especiales desde lo conceptual. Comparar distintos sistemas de resolución para lograr una respuesta sustentable .

Reconocer los efectos de la acción de fuerzas horizontales (vientos, sismos, etc.), sobre edificios en torre, para introducirse en los conceptos del análisis , diseño y dimensionando de estructuras sometidas a esfuerzos laterales .

Plantear distintos tipos de fundaciones evaluando todos los parámetros intervinientes para luego diseñar , predimensionar y calcular .

Reconocer la relevancia de la mecánica de suelos y su metodología de prospección para el diseño y ejecución de fundaciones directas e indirectas de edificios en altura y construcciones no convencionales.

Incorporar conocimientos del funcionamiento de estructuras espaciales, su diseño, comparaciones estructurales, evaluación y dimensionado. Adquirir destrezas para el modelaje electrónico y verificación con herramientas matemáticas conceptuales.

Plantear y desarrollar del funcionamiento laminar mediante análisis conceptual, paramétrico y generación de modelos digitales para su evaluación utilizando software basados en cálculo por elementos finitos.

Estudiar y diseñar estructuras colgantes a través de análisis conceptuales y comparativos. Predimensionar y realizar una verificación rigurosa con el uso de herramientas digitales.

Abordar el estudio de las estructuras membranales y neumáticas, la ejecución de maquetas y el análisis para verificación digital.

En general para todo lo concerniente al subsistema estructural como parte del sistema arquitectónico, generar respuestas en la búsqueda de la eficiencia estructural utilizando métodos comparativos y algoritmos aritméticos de medición.

Se espera que el alumno, al finalizar este curso, logre:

Concebir a la Estructura dentro del contexto sistémico de la Arquitectura, reconociendo las tipologías estructurales y su campo de acción.

Comprender el diseño conceptual con la utilización de maquetas realizadas por los alumnos, modelos didácticos, modelos electrónicos y generación de métodos para la búsqueda de la utilización eficiente de estos materiales utilizando métodos comparativos y algoritmos aritméticos de medición.

### 3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA Y MODALIDAD DE ENSEÑANZA

#### 3.1 Aspectos Generales

La metodología que se propone está orientada hacia los conceptos estructurales relacionados en forma directa con la actividad profesional. En tal sentido, el desarrollo global de la temática se plasma mediante una secuencia lógica que posibilite el avance progresivo del aprendizaje hacia el objetivo final.

Por ello, ésta incluye aquellos tópicos que permiten abarcar el campo de conocimientos necesarios sobre estructuras resistentes, requeridos por el Arquitecto para su labor como proyectista, director de obra y/o constructor.

Para lograr un aprovechamiento integral en pos de los objetivos de la Propuesta Pedagógica, se tendrán en cuenta algunos aspectos generales:

El cuerpo docente que integre el equipo del taller, ingresado mediante la realización del correspondiente concurso de antecedentes y oposición, será capacitado en la modalidad de enseñanza propuesta para este taller, mediante la realización de reuniones, jornadas de trabajo y seminarios internos.

Se buscará motivar al alumno hacia el desarrollo su espíritu creativo en el campo estructural, estimulándolo a tomar parte activa en todo el proceso de aprendizaje, para lo cual, el cuerpo docente entregará distintas problemáticas de la vida real, acordes con la temática analizada en el nivel que corresponde, para que en base a los conocimientos adquiridos intente su resolución.

En este sentido, también se los incentivará para asistir a las visitas a obra que se promuevan en el Taller, donde, además del análisis estructural, podrán integrar "in situ" conceptos de otras áreas (subsistemas) que comprenden a la Arquitectura.

La Metodología propuesta para la enseñanza será permanentemente revisada y actualizada sobre la base de los resultados obtenidos.

Para ello, uno de los parámetros básicos a tener en cuenta, será el aporte de los alumnos a través de encuestas anónimas que realizará el taller, en las que se consultará sobre el funcionamiento general del curso y el desenvolvimiento de cada docente en particular, sugiriendo así mismo, aquellos cambios que estime conveniente. A continuación se adjunta el modelo de encuesta para el nivel I en el año 2013 del Taller VILLAR-FAREZ-LOZADA. El mismo será tomado como base para modificarse luego en función de la propuesta del nuevo Taller, e implementado a través de nuestro espacio en la Web.

## MODELO DE ENCUESTA DE OPINION:

La presente encuesta es de carácter **anónimo y espontáneo** (no obstante te pedimos que en el **punto 2** identifiques al **Ayudante** a cargo de tu Comisión para la correcta interpretación de resultados).

A fin de lograr un mejor **funcionamiento del Taller**, requerimos tu opinión sobre el curso:

1. Cuáles fueron los **motivos de tu inscripción** en el Taller:

Propuesta pedagógica:   
 Horarios:   
 Recomendaciones:   
 Otros:

2. **Ayudantes de curso:**                      **Nombre del Ayudante:** .....

Cómo consideras el desempeño del **Ayudante a cargo de tu Comisión** en cuanto a la **conducción y seguimiento** para la realización de los Trabajos Prácticos:

Muy Bueno                       Bueno                       Regular

Realiza un comentario relacionado con tu respuesta:

.....  
 .....  
 .....

3. Cómo evaluarías las **Clases Prácticas**?                      Muy Bueno      Bueno                      Regular

**Presentación de los Trabajos Prácticos:**                                                                    
 Porqué?.....  
 .....

**Propuesta** (Práctica de aplicación conceptual):                                                                    
**Organización** (Trabajo en Taller):                                                                 

4. Cómo evaluarías las **Clases Teóricas (con desarrollos expositivos)** para la comprensión de los conceptos básicos?

**(1ra. Parte)**                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

Porqué?.....  
 .....

**(2ra. Parte)**                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

Porqué?.....  
 .....

5. Como evaluarías el **material didáctico del curso** propuesto por el Taller:

FICHAS DE ESTUDIO (Apuntes teóricos):                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

DIAPPOSITIVAS DE CLASE:                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

TRABAJOS PRACTICOS:                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

GUIA DE EJERCICIOS RESUELTOS:                      Muy Bueno                       Bueno  Regular

6. La **organización de la clase** (trabajo en el Taller) y el **material de estudio**, te resultan suficientes para la **comprensión, aplicación conceptual y aprendizaje** de los contenidos de la materia?

SI                       NO

Porqué?.....  
 .....

Cuál es tu propuesta al respecto?

.....  
 .....

7. Cuántas **horas semanales** dedicas a la asignatura? –sin considerar las horas de clase asignadas al Taller-

..... hs. semanales

MUCHAS GRACIAS POR TU OPINION

## 3.2 Contenidos por Nivel

### 3.2.1 Programa Analítico NIVEL I

Se transcriben los contenidos mínimos del Plan de Estudios vigente para Nivel I:

#### **Contenidos Mínimos<sup>17</sup>**

*Diseño estructural y tipología de estructuras resistentes – Elementos individuales básicos*  
*Fuerzas ó cargas – Combinaciones de cargas*  
*Leyes de la Estática – Equilibrio de cuerpos - Operaciones con fuerzas*  
*Geometría de masas*  
*Mecanismos de vinculación – Asociación con las materializaciones reales*  
*Conceptos básicos de la Resistencia de Materiales – Solicitaciones, tensiones, deformaciones*  
*Materiales de empleo habitual en las estructuras resistentes – Ensayos característicos - Conceptos de elasticidad, plasticidad, resistencia*  
*Esfuerzos básicos: axiales, flexión, corte, torsión – Pandeo*  
*Dimensionado de elementos estructurales básicos*  
*Análisis de los esfuerzos de flexión simple – Dimensionado de vigas – Deformaciones por flexión*  
*Análisis de los esfuerzos de flexión compuesta – Dimensionado de barras en flexión compuesta*  
*Conceptos de estructuras isostáticas e hiperestáticas – La continuidad estructural – Fallas de estructuras por hipostaticidad.*

Las unidades temáticas del Nivel I que proponemos, dan cuenta de estos contenidos mínimos. A continuación se describe el desarrollo de las mismas.

#### **Unidad 1: Diseño, Tipologías Estructurales y Cargas**

La Estructura en Arquitectura. Sistemas estructurales. Diseño arquitectónico y Diseño estructural. Tipología estructural. Estructuras resistentes por forma y por masa. Eficiencia estructural y utilitarismo. Nuevas tendencias en la concepción estructural. Nociones de diseño biomimético y diseño paramétrico de estructuras.  
 Las Cargas en las Edificaciones. Clasificación: origen, estado inercial, permanencia, distribución. Formas de conducción de las cargas.

*Esta unidad define a la estructura como un subsistema integrado al sistema arquitectónico, presentando los tipos estructurales clásicos y algunas nuevas tendencias en el diseño de estructuras. Se completa con el conocimiento de las cargas y su transmisión través de los elementos estructurales.*

#### **Unidad 2.- Materiales Estructurales**

El acero. Características. Secciones simples y compuestas. Posibilidades de utilización  
 La madera. Tipos y propiedades. Secciones simples y compuestas.  
 Madera Laminada. Ventajas y desventajas. Aspectos de diseño y campos de uso  
 La mampostería. Bloques portantes o no portantes. Integración estructural.  
 El Suelo como material estructural. Concepto de Fundación. Interacción suelo-estructura.  
 Tipos de suelo, características, ensayos.  
 El Hormigón Armado, características, tipos de losas, vigas, columnas y fundaciones.  
 Materiales no convencionales, reciclados. Nuevos materiales

*Aquí se describe el comportamiento estructural básico de materiales como el acero y la madera, que luego serán estudiados más en detalle, y otros cuyo análisis en profundidad no forma parte de este curso, pero su conocimiento elemental nos permite eliminar condicionantes que limitan el proceso creativo de diseño. En estas condiciones se encuentran el suelo, la mampostería y el hormigón armado. También se presentan materiales no convencionales, reciclados y nuevos materiales que puedan surgir para uso estructural*

<sup>17</sup> Plan de Estudios VI – Contenidos mínimos Estructuras 1



### **Unidad 3: Equilibrio de Sistemas Estructurales. Vínculos**

Fuerzas y pares como cargas activas sobre la estructura, propiedades, representación. Sistemas de fuerzas, composición, descomposición y equilibrio. Pares de fuerzas, brazo de palanca. Sistemas estructurales vinculados, isostaticidad e hiperestaticidad. Vínculos externos e internos: materialización, capacidad de reacción, vínculo aparente. Estructuras isostáticas planas, esquema estático, reacciones de vínculo.

*En esta parte se estudia el concepto de estructura equilibrada a través de los diferentes sistemas de fuerzas representativos de las cargas actuantes, y los tipos de vínculos que proporcionan las reacciones necesarias para el equilibrio del conjunto. Se reconoce el sistema estructural que representa a la estructura real, sus condiciones de sustentación, y se determinan las reacciones en apoyos.*

### **Unidad 4: Esfuerzos internos**

Resultante de cargas sobre una sección. Esfuerzo axial, esfuerzo cortante y momento flector. Relaciones carga-corte-momento. Diagramas en vigas simples y pórticos: trazado e interpretación, equilibrio de nudos. Simplificaciones por simetría. Relación entre diagramas y forma estructural.

*En esta unidad se reconocen los esfuerzos que se producen en el interior de una viga o una columna, por acción de las cargas exteriores. Se relaciona el tipo y distribución de las mismas con la forma de los diagramas. Se hacen análisis comparativos de funcionamiento a partir de la visualización de la estructura deformada.*

### **Unidad 5: Geometría de las Secciones**

Características geométricas de 1er orden: baricentro, análisis para diferentes secciones. Optimización de áreas y volúmenes en cuerpos de revolución. Características geométricas de 2do orden: momentos de inercia, centrífugo y polar. Relaciones, radios de giro. Momento de inercia de secciones simples o compuestas. Ejes principales de inercia.

*Se analizan las características propias de las secciones de elementos estructurales que hacen a su forma, dimensiones y distribución del material. Se relacionan dichas propiedades geométricas con la eficiencia estructural de diferentes secciones*

### **Unidad 6: Tensiones y deformaciones. Estructuras a tracción y/o compresión**

Concepto de tensión normal y tangencial. Deformaciones. Ley de Hooke. Ensayo de tracción. Materiales elásticos y homogéneos. Coeficiente de seguridad y tensión admisible. Pandeo, concepto. Estructuras Reticuladas, generación y diseño. Métodos de cálculo Dimensionado de elementos básicos a tracción y compresión simple en estructuras metálicas, de madera y otros materiales. Aspectos constructivos: nudos, medios de unión

*Se abordan propiedades intrínsecas como la tensión y el módulo de elasticidad a partir de experiencias visibles como los ensayos y las deformaciones (elásticas y plásticas). Se distinguen materiales homogéneos y no homogéneos, de rotura dúctil o frágil. Se analiza el concepto de esbeltez y se establecen criterios de diseño y predimensionado de sistemas reticulados. Se indican métodos gráfico- numéricos sencillos para calcular los esfuerzos en las barras. Se dimensionan y/o verifican piezas estructurales por tensiones admisibles en materiales como el acero, la madera y otros materiales.*

**Unidad 7. - Flexión pura y simple recta en Materiales homogéneos**

Flexión pura elástica. Hipótesis de las secciones planas, eje neutro, diagramas de tensiones normales, módulo resistente a flexión. Sección rectangular. Sección ideal en flexión, perfil “doble T”. Flexión simple: variación de las tensiones tangenciales. Diseños elementales por flexión y corte. Vigas reticulares livianas. Dimensionado de secciones simples y compuestas en estructuras metálicas, de madera y otros materiales homogéneos.

*Definida la flexión pura, se analiza la deformación de un sector elemental y se explica la tensión normal desde la ley de Hooke. Integrando la geometría de las secciones se define el módulo resistente y se obtiene la eficiencia de la sección. Se analiza la influencia del esfuerzo de corte en vigas flexadas. Se diseñan y verifican secciones metálicas y de madera Finalmente se estudia el comportamiento de vigas reticulares livianas de cordones paralelos, integrando conceptos de brazo de palanca y de fuerzas concurrentes para explicar la transformación de la flexión y el corte en tracciones y compresiones en cordones y diagonales.*

**Unidad 8. – Deformaciones en la flexión – Diseño de elementos flexados**

Elástica de deformación. Curvatura, flecha. Relación elástica-diagramas de Momentos. Vigas simples y Vigas con voladizos. Criterios de diseño. Vigas continuas. Comportamiento. Ventajas y Desventajas. Aspectos Constructivos.

*Se completa el concepto de rigidez flexional y se analiza la incidencia de los otros factores que inciden en las deformaciones de vigas flexadas, como la luz, el tipo de carga y las condiciones de apoyo. Se relacionan puntos característicos de la estructura deformada con los momentos flectores.*

**Unidad 9.- Estados Combinados - Torsión**

Flexión simple oblicua, tensiones, posición del eje neutro. Flexión compuesta recta, tensiones, posición del eje neutro. Flexión compuesta oblicua, tensiones, posición del eje neutro. Criterios de diseño y dimensionado. Tubos y perfiles metálicos, secciones de madera. Núcleo central, tensiones en materiales sin resistencia a tracción. Torsión, tensiones, módulo resistente. Estructuras sometidas a torsión.

*Se analizan estos esfuerzos combinados mediante superposición de los esfuerzos simples que intervienen. Se presentan casos en que se verifica este tipo de estados y se busca la eficiencia del diseño estructural de la sección para cada uno. Se establecen criterios comparativos de comportamiento para diferentes secciones metálicas y de madera. Se estudia el comportamiento de estructuras con materiales que no resisten tracciones, como el suelo, la mampostería y el hormigón simple. Finalmente se dan los conceptos básicos de la torsión y criterios de diseño.*

**PLAN DE CLASES NIVEL I**

CLASE	UNIDAD	TEMATICA	ACTIVIDAD PRACTICA DE APLICACIÓN CONCEPTUAL (Taller)
1	1	<b>Diseño, Tipologías Estructurales y Cargas</b>	(Inscripción al nivel y organización de grupos de estudio) <b>TPN° 1: DISEÑO ESTRUCTURAL - TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES</b>
2	2	<b>Diseño, Tipologías Estructurales y Cargas</b>	<b>TPN° 1</b>
3	2	<b>Materiales estructurales</b>	<b>TPN° 1</b>
4	3	<b>Equilibrio de sistemas estructurales. Vínculos</b>	<b>TPN° 2 INTRODUCCION AL ANALISIS ESTRUCTURAL</b>
5	3		<b>TPN° 2</b>
6	4	<b>Esfuerzos internos</b>	<b>TP N° 3: CARGAS ACTIVAS Y REACTIVAS</b>
7	4		<b>TP N° 3</b>
8	4		<b>TP N° 4: ESFUERZOS INTERNOS</b>
9	4		<b>TP N° 4</b>
10	5	<b>Geometría de las secciones</b>	<b>TP N° 5: GEOMETRIA DE LAS SECCIONES</b>
11	<b>INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 1-2-3-4-5</b>		<b>TP N° 5</b>
12	<b>1ERA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 1-2-3-4-5</b>		
13	6	<b>Tensiones y deformaciones. Estructuras a tracción y/o compresión</b>	<b>TP N° 6: DISEÑO Y DIMENSIONADO – ESFUERZOS SIMPLES</b>
14	6		<b>TP N° 6</b>
15	7	<b>Flexión pura y simple recta en Materiales homogéneos</b>	<b>TP N°7: DISEÑO Y DIMENSIONADO – ESFUERZOS de FLEXION Y CORTE</b>
16	7	<b>Flexión pura y simple recta en Materiales homogéneos</b>	<b>TP N°7</b>
17	8		<b>TP N°8: Diseño estructural de</b>

		<b>Deformaciones en la flexión – Diseño de elementos flexados</b>	<b>entrepisos flexados en acero y madera</b>
18	<b>8</b>		<b>TP N°8</b>
19	<b>9</b>		<b>TP N°8: análisis comparativo de alternativas</b>
20	<b>9</b>	<b>Estados combinados - Torsión</b>	<b>TP N° 9: DISEÑO Y DIMENSIONADO – FLEXION COMBINADA - TORSIÓN</b>
21	<b>9</b>		<b>TP N°9</b>
22	<b>9</b>		<b>TP N°9</b>
23	<b>INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 6-7-8-9</b>		
24	<b>2DA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 6-7-8-9</b>		
25	<b>RECUPERACION DE EVALUACIONES</b>		APROBACION DE CARPETA DE TP
26	<b>RECUPERACION DE EVALUACIONES</b>		APROBACION DE CARPETA DE TP
27	<b>CIERRE DEL CURSO</b>		

### 3.2.2 Programa Analítico NIVEL II

Los contenidos mínimos del Plan de Estudios vigente para Nivel II son los siguientes:

#### Contenidos Mínimos<sup>18</sup>

Introducción básica a los programas de análisis por computación

Estructuras de flexión simple oblicua y flexión compuesta oblicua

Estructuras de torsión

Estructuras de hormigón pretensado – Sistemas de pretensado

Cubiertas planas para luces relativamente importantes – Entrepisos y cubiertas con losas alivianadas planas

Grillas planas metálicas

Patología estructural – Patologías habituales en estructuras de elevación – Patologías en fundaciones

Diseño estructural de elementos estructurales básicos en distintos materiales

Diseño estructural de estructuras compuestas para edificios de baja altura con distintos materiales

Fundaciones convencionales de edificios – Análisis de los suelos de fundación

Fundaciones menos convencionales de edificios – Fundaciones mediante vigas combinadas y vigas continuas – Plateas

Fundaciones profundas (pilotes)

En consideración a los mismos, y a la temática propuesta para el segundo nivel, se desarrollan las siguientes unidades de contenidos.

#### Unidad 1. - Hormigón Armado - Flexión

El hormigón, componentes, propiedades, dosificación, ensayos, concepto de resistencia característica. Aceros para hormigón armado, tipos, resistencia. Hormigón armado, comportamiento a flexión, ensayos. Estados de deformación y tensión asociada. Concepto de cuantía mínima y máxima. Dimensionado. Análisis simplificado de la flexión simple oblicua. Aspectos constructivos y reglamentarios

Se presentan los materiales que componen el hormigón armado indicando consideraciones a tener en cuenta en su fabricación y control. Estudiamos el comportamiento a flexión de este material mediante observación de ensayos a rotura. Se plantea el dimensionado de secciones a flexión simple recta y oblicua por métodos simplificados. Por último se establecen pautas de ejecución y condiciones reglamentarias.

#### Unidad 2. - Losas. Tipos y Funcionamiento

Definición. Clasificación. Diferentes condiciones de apoyo. Losas prefabricadas, tipos comerciales, campos de uso. Losas "in situ" macizas y nervuradas, campos de uso, predimensionado. Tipos de losas alivianadas, rango de luces. Losas unidireccionales o cruzadas, diferentes formas. Optimización de diseños. Análisis de funcionamiento, flexión, corte y torsión. Solicitaciones en losas bidireccionales. Reacciones por líneas de rotura. Dimensionado. Aspectos constructivos: formas de armado, disposiciones reglamentarias.

Se analizan distintas posibilidades de diseño de losas y se estudia su comportamiento a partir de la observación de las deformaciones que presentan para distintas condiciones de apoyo, rangos de luces, relación de lados y estados de cargas. Se plantean Métodos simplificados para cálculo de solicitaciones en losas cruzadas. Se realiza el dimensionado a flexión de fajas unitarias y se indican detalles de armado para los diferentes tipos.



<sup>18</sup> Plan de Estudios VI – Contenidos mínimos Estructuras 2

### **Unidad 3. - Vigas. Tipos y Funcionamiento**

Definición. Secciones de vigas, rectangular, placa, invertida, cinta, refuerzos. Condiciones de apoyo: vigas apoyadas, empotradas, simples y continuas., vigas aporticadas, ménsulas. Optimización de diseños. Corte en hormigón armado. Analogía del reticulado. Verificación de vigas al corte. Diseño de vigas con rigidez torsional. Detalles de armado. Disposiciones constructivas y reglamentarias.

*Se reconocen los factores principales que determinan el funcionamiento estructural de los distintos tipos de vigas y se buscan los diseños óptimos en función de dichos factores. Se realiza el dimensionado a flexión y verificación al corte de diferentes secciones. Se identifica y se plantean las condiciones de diseño de vigas sometidas a torsión. Se hace el análisis conceptual de la relación entre las deformaciones, las solicitaciones y las armaduras adoptadas y graficadas..*

### **Unidad 4. - Diseño estructural para edificios de baja a media complejidad.**

Pautas de diseño estructural en espacios de pequeña o mediana luz entre apoyos, desarrollados en dos o tres plantas. Diseño y función de elementos especiales (escaleras, tensores). Articulación del subsistema estructural con los otros subsistemas (constructivo, de instalaciones, ambiental, de producción, etc) comprendidos en el sistema arquitectónico global. Búsqueda de la eficiencia estructural. Planteo de alternativas. Optimización del diseño mediante aplicación de software informáticos.

*Se establecen premisas para el diseño de la estructura en obras cuya envergadura no represente una complejidad mayor. Se deben satisfacer condicionantes que imponen otros subsistemas del proyecto arquitectónico. Se estudian distintas variantes y mediante métodos simplificados para predimensionado, se hacen análisis comparativos. Luego se procesa el dimensionado definitivo con las herramientas disponibles para tal fin, y se hace la evaluación final de los resultados.*

### **Unidad 5. - Columnas. Tipos y Funcionamiento**

Diseño de elementos estructurales de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> a compresión. Su importancia en la estructura. Columnas y tabiques, distintas Formas de sección. Tipos de columnas: simples y zunchadas: Diferencias de comportamiento, ventajas y limitaciones. Criterios de predimensionado. Dimensionado a compresión, pandeo. Detalles de armado. Disposiciones constructivas y reglamentarias vigentes.

*Se destaca la consideración jerárquica de estos elementos en el conjunto estructural, particularmente por los sectores de carga que abarcan y el tipo de rotura frágil en comparación con las estructuras flexadas. Se presentan distintas opciones de diseño de tabiques y columnas y se indican métodos sencillos para predimensionar su sección. Se analiza el dimensionado a compresión con las cuantías y los coeficientes de seguridad reglamentarios. Se indican las armaduras longitudinales, transversales y la función que cumplen.*

### **Unidad 6. - Fundaciones. Tipos y funcionamiento**

Suelos de fundación. Tipos de suelo, principales características. Estudio geotécnico, importancia de su realización, interpretación de resultados. Estructuras de fundación, tipos, formas de transmisión de cargas. criterios de elección de un tipo de fundación. Tipología de fundaciones directas: zapatas, bases aisladas, bases combinadas, plateas. Concepto de punzonado. Tipología de fundaciones indirectas: pilotines con viga de fundación, Pilotes prefabricados e "in situ", Cilindros de fundación. Fundaciones en obras de baja complejidad: fundamentos de diseño, predimensionado, cálculo definitivo y detalles constructivos.

*Se efectúa una revisión y ampliación de conceptos básicos de la mecánica de suelos y su interacción con las estructuras de fundación. Se presentan los tipos de fundación en general. Se establecen criterios de adopción para obras menores considerando condiciones del proyecto, constructivas, de cargas (tipo y magnitud), del suelo, de producción, etc. Se analiza el funcionamiento resistente de cada tipo estructural. Se justifican a través de dicho análisis las dimensiones de una fundación y la ubicación de las armaduras adoptadas y graficadas*

### **Unidad 7. - Aspectos de ejecución de estructuras de H<sup>º</sup>A<sup>º</sup> - Patologías estructurales**

Modos de realización e instalación de encofrados. Preparación, distribución y posicionamiento de las armaduras. Elaboración y colocación del hormigón. Técnicas de vibrado y curado del mismo. Tiempos mínimos de desencofrado.

Patología en estructuras de hormigón armado. Origen y causas mecánicas, físicas, químicas o biológicas. Grietas y fisuras de distinto origen. Tareas de Prevención, ensayos, diagnóstico y reparación.

*Se indican cuestiones a tener en cuenta en las etapas previas al hormigonado de la estructura. Se establecen algunas pautas de control durante el hormigonado y en la fase de endurecimiento, para minimizar riesgos de fallas. Se indican posibles causas de patología en H<sup>º</sup>A<sup>º</sup>, fallas más comunes y acciones para prevenir o estudiar y reparar eventuales fisuras u otros defectos que puedan presentarse.*

### **Unidad 8. - Diseño de sistemas estructurales pretensados**

Concepto general de pretensado, fundamentos de su funcionamiento estructural. Estados tensionales. Técnicas de precompresión: pretesado y postesado. Predimensionado y verificación de secciones. Campo de aplicación de sistemas estructurales pretensados, ventajas y desventajas respecto otros sistemas. Procesos constructivos, prefabricación, sistemas de montajes. Normas reglamentarias

*Se da la fundamentación conceptual del material y los diferentes sistemas de precompresión. Del análisis de los estados tensionales surgen pautas de predimensionado y métodos de verificación. En comparación con otros sistemas estructurales se estudia la factibilidad técnico – económica de su aplicación en proyectos diversos. Se indican detalles constructivos y reglamentación vigente.*

### **Unidad 9. - Grillas planas metálicas.**

Reticulados espaciales de superficie plana, conformación y génesis. Campo de utilización. Ventajas e inconvenientes. Funcionamiento estructural. Solicitaciones. Criterios generales de dimensionado. Herramientas informáticas de aplicación. Nudos. Uniones Sistemas de apoyo.

*Se explica el comportamiento resistente de esta tipología estructural, y los fundamentos que establecen el ámbito de su aplicación. Se analizan métodos simplificados para la determinación de solicitaciones y dimensionado de las barras, que luego podrán verificarse mediante el uso de software específicos. Se detallan aspectos constructivos.*

**PLAN DE CLASES NIVEL II**

CLASE	UNIDAD	TEMATICA	ACTIVIDAD PRACTICA DE APLICACIÓN CONCEPTUAL (Taller)
1	1	<b>Hormigón Armado Flexión</b>	(Inscripción al nivel y organización de grupos de estudio) <b>TP 0: Repaso General de Nivel I</b>
2	1		<b>TPN° 1 HORMIGON ARMADO</b>
3	2	<b>Losas Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TPN° 1</b>
4	2	<b>Losas Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TPN° 2: LOSAS</b>
5	3	<b>Vigas Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TPN° 2</b>
6	3		<b>TP N° 3: VIGAS</b>
7	4	<b>Pautas de Diseño estructural para edificios de baja a media complejidad</b>	<b>TP N° 3</b> <b>TP especial: Diseño estructural - Inicio</b>
8	4		<b>TP especial: cont.</b>
9	5	<b>Columnas Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TP N° 4: COLUMNAS</b>
10	5	<b>Columnas Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TP N° 4</b>
11	1 a 5	<b>Aplicación de la informática al cálculo estructural</b>	<b>Aplicación de la informática al cálculo estructural</b> <b>TP especial: cont.</b>
12	<b>INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 1-2-3-4-5</b>		
13	<b>1ERA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 1-2-3-4-5</b>		
14	6	<b>Fundaciones Tipos y Funcionamiento</b>	<b>TP N° 5: FUNDACIONES</b>
15	6		<b>TP N° 5:</b>

16	7	Aspectos de ejecución de estructuras de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup> .	TP especial: cont.
17	7	Patologías estructurales	TP especial: Entrega final
18	8	Diseño de sistemas estructurales pretensados	TP N° 6: HORMIGON PRETENSADO
19	8		TP N° 6:
20	9	Grillas planas metálicas	TP N° 7: GRILLAS
21	9		TP N° 7
22	9	Aplicación de la informática al cálculo estructural	
23	INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 6-7-8-9		
24	2DA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 6-7-8-9		
25	RECUPERACION DE EVALUACIONES		APROBACION DE CARPETA DE TP
26	RECUPERACION DE EVALUACIONES		APROBACION DE CARPETA DE TP
27	CIERRE DEL CURSO		

### 3.2.3 Programa Analítico NIVEL III

Los contenidos mínimos del Plan de Estudios vigente para Nivel II son los siguientes:

#### **Contenidos Mínimos<sup>19</sup>**

Estructuras de losas sin vigas

Estructuras de transición

Edificios sometidos a cargas horizontales - Acción mecánica del viento sobre las construcciones – Acciones sísmicas

Diseño estructural para edificios de altura importante – Elementos estructurales usuales

Estructuras de grandes luces de tracción pura – Estructuras colgantes – Estructuras de cables pretensados

Estructuras laminares ("cáscaras")

Láminas plegadas

Láminas cilíndricas

Láminas de revolución

Estructuras regladas – Paraboloídes hiperbólicos – Conoides

Estructuras membranales y neumáticas

Consecuentemente, se indican los contenidos para las unidades propuestas.

#### **Unidad 1. - Entrepisos sin vigas. Entrepisos no convencionales.**

Funcionamiento estructural losa con apoyo directo sobre columnas. Análisis comparativo, ventajas y desventajas. Incidencia de otros subsistemas para su elección. Funcionamiento de fajas. Punzonado, capiteles. Predimensionado y Cálculo a flexión. Detalles constructivos. Placas no convencionales . Abordaje simplificado y riguroso mediante software existentes.. Conceptos. Comportamiento estructural. Criterios de diseño. Análisis de esfuerzos. Pautas de predimensionado. Procedimiento de cálculo. Emparrillados: Concepto , predimensionado y cálculo

*Se comparan en modelos reales o digitales los entrepisos sin vigas con los vigados. Se indican razones arquitectónicas, funcionales y constructivas de su utilización, y la influencia de las instalaciones, la estética y la producción de obras. Se dan pautas de predimensionado.*

*Se explica el concepto de análisis de placas no convencionales para cubrir grandes luces con menor peso. Se plantean criterios de diseño y predimensionado para diferentes plantas geométricas.*

*Finalmente se otorgan herramientas para el análisis definitivo de los esfuerzos y las deformaciones en losas sin vigas y en emparrillados.*

#### **Unidad 2. - Diseño estructural de edificios de altura - Estructuras de transición**

Tipología estructural. Desarrollo del proyecto estructural en concomitancia con el proyecto arquitectónico Pautas de diseño. Análisis de soluciones usuales. Evaluación de la rigidez del conjunto. Planteo de variantes estructurales. Posibilidad de emplear el diseño estructural paramétrico. Estructuras de transición. Causas de su generación. Pórticos, arcos, viga Vierendeel. Diseño, predimensionado y cálculo.

*Se implantan los fundamentos técnicos para el diseño estructural de edificios en altura, haciendo hincapié en la necesaria capacitación que debe lograr el arquitecto para obrar con responsabilidad profesional. Se aborda el análisis desde el concepto de Sistema arquitectónico inclusivo de los subsistemas estructural, constructivo, de instalaciones, de producción, etc. Se observan las razones que imponen la incorporación de estructuras de transición en el sistema. Se aplican procedimientos simples de predimensionado, y se obtienen las dimensiones definitivas mediante análisis informáticos. Se desarrollara la tipología estructural correspondiente a Arcos , Porticos , Viga vierendeel , estructuras funiculares y antifuniculares en forma detallada y comparativamente. Toda la tipología se estudiara como integrante de un proyecto arquitectónico y como funcionamiento independiente, en su comienzo para luego, interpretar y dimensionar globalmente la estructura con la utilización del software disponible.*

<sup>19</sup> Plan de Estudios VI – Contenidos mínimos Estructuras 3

### **Unidad 3. - Cargas horizontales en los edificios. Acción del viento y acción sísmica**

Acción del viento. Normas reglamentarias. Funcionamiento estructural. Análisis de cargas. Pautas de diseño estructural. Procedimiento de cálculo.

Acción sísmica. Conceptos. Normas reglamentarias. Análisis de cargas. Evaluación de esfuerzos. Criterios de diseño. Aspectos constructivos

*Se indica la reglamentación de cargas por acción del viento. Se hace el análisis conceptual de distintas soluciones estructurales. Se plantean métodos simplificados para su dimensionado. Se dan bases de diseño sismorresistente y recaudos a tomar en la estructura desde aspectos proyectuales y constructivos. Se establecen criterios de elección y predimensionado de la estructura, y se aportan detalles de ejecución. Se realizaron observaciones en túnel de viento para interpretar la influencia de las formas en las cargas laterales actuantes. Se estudiaran los modelos de edificios en forma aproximada, luego de acuerdo a las Normas para finalmente compararlas con los estudios rigurosos utilizando programas de cálculo.*

### **Unidad 4. - Fundaciones Especiales - Submuraciones**

Fundaciones para obras de media y alta complejidad. Bases combinadas, vigas cantiléver, plateas, pilotajes, cilindros, micropilotes, etc. Fundamentos de diseño, predimensionado, cálculo y detalles constructivos. Tratamiento de fundaciones en medianera. Submuraciones, trascendencia de su análisis y control de obra. Edificios con subsuelos, tabiques de submuración y contención del suelo lateral, presencia de napa freática, losas de subpresión. Criterios de diseño, formas de ejecución.

*Se analizan aspectos de diseño y ejecución de fundaciones importantes, en particular se observan los procedimientos constructivos y recaudos a tomar en las excavaciones en medianera. Se presentan diferentes modos de submuración y contención lateral y los posibles criterios de elección, considerando la presencia de aguas subterráneas. Se analizara, con todos los detalles, obras urbanas realizadas, medianeras de edificios en altura y otros, generando documentación con una metodología para desarrollar Submuración y grandes excavaciones en centros urbanos.*

### **Unidad 5. - Láminas: plegadas - cilíndricas - de revolución, regladas - de traslación sinclásticas**

Tipología general. Características geométricas de cada tipo. Campos de utilización.: Análisis de esfuerzos, mecanismo estático – resistente, predimensionado, sistemas de apoyo, aspectos constructivos.: funcionamiento estructural de diferentes tipos, evaluación de esfuerzos, estabilidad elástica, perturbaciones flexionales. Sistema de apoyo y su incidencia en el comportamiento estructural. Láminas con formas combinadas. Campo de aplicaciones. Condiciones de sustentación. Elementos de borde. Evaluación de esfuerzos y predimensionado. Características geométricas y constructivas. Campo de utilización. Sistemas de apoyo.

*Se detallan los tipos de láminas plegadas, cilíndricas y de revolución, su generación. Las láminas regladas: Paraboloide hiperbolico, hiperboloide de revolución y conoides. Las láminas de traslación sinclásticas.: Bóvedas de traslación circular, Paraboloide elíptico. Características geométricas y constructivas. Campo de utilización. Funcionamiento estructural*

### **Unidad 6. - Cubiertas de tracción pura - membranales y neumáticas**

**Estructuras de tracción pura- Colgantes, membranales y neumáticas.** Características geométricas y constructivas. Distintos tipos y formas. Cubiertas pesadas: planas, cilíndricas y con doble curvatura positiva. Cubierta liviana: simple o doble curvatura. Cubiertas mixtas de cables y vigas. Condicionantes de diseño arquitectónico. Campos de utilización, criterios de diseño, predimensionado y verificación. Sistemas de apoyo y fundaciones.

Estructuras neumáticas y membranales. Análisis de funcionamiento, campos de uso, criterios de diseño, predimensionado y verificación. Sistemas de apoyo y fundaciones.

*Se definen las características de estos sistemas y su comportamiento estructural. Se indica la factibilidad de su realización con distintos materiales y técnicas constructivas. Se brindan criterios generales para el predimensionado, y herramientas disponibles para su verificación. Se presentan aspectos constructivos en el diseño de apoyos y fundaciones.*

### **Unidad 7 – Sistemas curvos espaciales de barras.**

Reticulados espaciales de superficie curva. Estéreo estructuras para superficies de rotación y traslación: simple curvatura (cónicas, cilíndricas), doble curvatura total positiva (casquetes, paraboloides elípticos), doble curvatura total negativa (hiperboloides de una hoja, paraboloides hiperbólicos), otras formas geométricas. Diseño computacional, materialización y comportamiento estructural. Análisis de condicionantes para el diseño arquitectónico, materiales, secciones de barras y procedimientos constructivos. Criterios generales de : predimensionado, y verificación. Sistemas de apoyo.

*Se reconocen los diferentes tipos estructurales, y los fundamentos que establecen el ámbito de su aplicación. Se analizan posibilidades de diseño y métodos simplificados para la determinación de solicitaciones y dimensionado de las barras. Se utilizarán software específicos para su verificación. Se detallan aspectos constructivos, estéticos y de producción.*

### **Unidad 8.- Estructuras de formas paramétricas.**

Superficies complejas de doble curvatura generadas utilizando programas de diseño paramétrico. Incorporación de diseños vanguardistas para su análisis. Integración de la producción industrializada. Análisis de obras construidas. Geometrías de las formas generadas por leyes de comportamiento físico: estructuras optimizadas por forma. Generación de estructuras laminares y constituidas por mallas. Estructuras funiculares y antifuniculares planteadas por el análisis de las deformaciones. Utilización del software para la definición de la geometría. Materialidad. Estructuras laminares superficiales: cáscaras en Hormigón armado y mallas de distintos materiales.

*Se trabaja con maquetas reales y virtuales. Se estudiará a través de software el comportamiento analizando sus deformaciones como medida primaria de funcionamiento. Se intenta desarrollar conceptos para la generación de estructuras alternativas . Realizar cambios dimensionales y de forma para evaluar el comportamiento. Comparación con otros sistemas. Se analizara desde el punto de vista estructural y de sus aspectos de ejecución*

**PLAN DE CLASES NIVEL III**

CLASE	UNIDAD	TEMATICA	ACTIVIDAD PRACTICA DE APLICACIÓN CONCEPTUAL (Taller)
1	1	Entrepisos sin vigas. Entrepisos no convencionales	(Inscripción al nivel y organización de grupos de estudio) <b>TP 0: Repaso General de Nivel II</b>
2	1		<b>TPN° 1 Entrepisos sin vigas</b>
3	2	Diseño estructural de edificios de altura - Estructuras de transición	<b>TPN° 1</b>
4	2		<b>TPN° 1: Entrega</b> <b>TPN° 2: Estructuras de transición</b>
5	2		<b>TPN° 2</b>
6	2		<b>TP N° 2</b>
7	3	Cargas horizontales en los edificios. Acción del viento y acción sísmica	<b>TP N° 2</b>
8	3		<b>TP N° 2 : Entrega</b> <b>TP N°3. Cargas Horizontales</b>
9	4	Fundaciones Especiales - Submuraciones	<b>TP N°3. Entrega</b> <b>TP N° 4</b> <b>Fundaciones Especiales - Submuraciones</b>
10	4	Fundaciones Especiales - Submuraciones	<b>TP N° 4</b>
11	5	Láminas: plegadas - cilíndricas - de revolución, regladas - de traslación sinclásticas	<b>TP N° 4: Entrega</b> <b>TP N° 5: Láminas</b>
12	<b>INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 1-2-3-4</b>		
13	<b>1ERA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 1-2-3-4</b>		
14	5	Láminas: plegadas - cilíndricas - de revolución, regladas - de traslación sinclásticas	<b>TP N° 5: Láminas:</b>
15	6	Cubiertas de tracción pura - membranales y neumáticas	<b>TP N° 5: Entrega</b> <b>TP N° 6: Cubiertas membranales y neumáticas</b>

16	6		TP N° 6:
17	7	Sistemas curvos espaciales de barras.	TP N° 6: Entrega TP N° 7: Grillas curvas
18	7		TP N° 7:
19	8	Estructuras de formas paramétricas	TP N° 7: Entrega TP N° 8: Diseño Paramétrico
20	8		TP N° 8:
21	8		TP N° 8
22	8		TP N° 8: Entrega
23	INTEGRACION DE CONCEPTOS UNIDADES 5 6-7-8		
24	2DA. EVALUACION CONCEPTUAL UNIDADES 5-6-7-8		
25	RECUPERACION DE EVALUACIONES		APROBACION DE CARPETA DE TP
26	RECUPERACION DE EVALUACIONES		APROBACION DE CARPETA DE TP
27	CIERRE DEL CURSO		

### 3.3 ACTIVIDADES EN EL TALLER

Se expondrán al comienzo de cada curso, los objetivos específicos de la Propuesta Pedagógica para el nivel, los contenidos a desarrollar y los métodos de trabajo, para que el estudiante conozca previamente las aptitudes que esperamos pueda adquirir al completar cada nivel.

#### 3.3.1 Análisis Teórico-Conceptual:

Cada una de las unidades indicadas en el ítem 3.2 (Contenidos por Nivel) se desarrollará en atención a las tres instancias descritas en el ítem 1.5 (El Espíritu de la Propuesta), es decir:

*Diseño Estructural Conceptual,  
Verificación Preliminar  
Dimensionado Definitivo*

Además de los tradicionales, se utilizarán como medio de apoyo didáctico, las siguientes herramientas: power point, videos, ensayos reales y virtuales, etc. para aplicaciones educativas mereciendo especial interés, el empleo de modelos, maquetas y software de cálculo para uso didáctico, que permiten la visualización, conceptualización y comprensión de funcionamiento estructural.

El arribo a los casos de estudio fragmentado de un elemento estructural se realizará en general partiendo de hechos reales, inclusive de obras emblemáticas. Entendemos que la Arquitectura y sus aspectos constructivos y funcionales deben estar presentes desde la primera clase.

Según los temas a tratar podrán promoverse espacios de discusión general una vez culminada la exposición teórica de presentación, a modo de “esquicios” grupales con intervención de los docentes de la Cátedra.

Cada una de las clases expositivas de los temas conceptuales serán posteadas en la web una vez presentadas las mismas.

#### 3.3.2 Descripción de las Actividades Prácticas:

El desarrollo de las clases prácticas implementadas en su primera etapa con la proyección de ilustraciones de obras existentes de interés arquitectónico-estructural, acorde con la temática en estudio, conferirán al alumno la idea básica de la problemática tratada. Seguidamente se planteará el trabajo práctico en forma general, con ejemplos donde los alumnos apliquen los conocimientos adquiridos y desarrollen su espíritu creativo.

Los trabajos prácticos a desarrollar durante el dictado de los cursos, serán desdoblados en trabajos de carácter general y trabajos de carácter particular. Los primeros serán abordados por el cuerpo docente durante el desarrollo de las clases teóricas o bien como aplicación práctica de estos, teniendo por objetivos, afianzar y consolidar los conocimientos de los temas tratados. Los segundos, serán realizados por los grupos de trabajo en base a datos individuales que permitirán al alumno, elaborar con criterio personal los conceptos asimilados y tomar decisiones para resolver creativamente el problema.

El enfoque de los TPs, tal como ya se expresó, será orientado de manera que el alumno comprenda que el análisis estructural nace con la concepción del anteproyecto y no en forma independiente y posterior a él.

Los alumnos podrán agruparse para formar equipo en un número aproximado de tres a cinco integrantes, permitiendo de esta forma el intercambio de ideas al plantear la resolución del trabajo asignado.

Tanto la presentación, desarrollo, corrección, evaluación de los Trabajos Prácticos se implementaran en aula y a través del espacio web del Taller.

### 3.3.3 Estrategia metodológica para los Trabajos Prácticos

**A) TEMA:** título (surge del programa de contenidos)

**B) OBJETIVO:**

**B.1** General: abordar la temática desde la elaboración de un proyecto a realizar (NIVEL 2 Y 3) ò sobre una obra arquitectónica existente (NIVEL 1, 2, 3).

En el caso de adoptarse para el práctico una obra existente, se realizar la crítica teniendo en cuenta los parámetros de diseño considerados por el proyectista y proponiendo otras soluciones con las valoraciones correspondientes.

**B.2** Especifico: en el primer caso (Nivel 2 y 3) se tendrá en cuenta los requerimientos en cuanto a: materialidad, procesos constructivos, instalaciones y arquitectura (programa, sitio, suelo, materiales, tecnología, costos y sustentabilidad)

Se adecuará el objetivo general a la temática de cada nivel.

**C) HERRAMIENTAS Y ANTECEDENTES** para la elaboración del TP

**C.1.** Clase teórica (*exposición teórica presencial*)

**C.2.** Fichas de Estudios (apuntes teóricos)

**C.3.** Guía del Trabajo Práctico

**C.4.** Bibliografía recomendada específica del tema

**C.5.** Sitio web referenciado y específico

**C.6.** Referencias de obras afines a la temática desarrollada

**D) DESARROLLO**

Estudio fragmentado de cada elemento estructural, para luego evaluarlo como integrante del sistema estructural en su conjunto.

Proceso de comparación continuo de los valores obtenidos en el dimensionado para distintos materiales, como así también de los diferentes elementos estructurales conocidos hasta el momento del estudio, de acuerdo a su posición, distribución/variación geométrica y relaciones de vínculo.

**D.1.** Comenzar el análisis partiendo de las tres instancias descriptas: (Ver Instancias del proceso de diseño estructural (Subítems 1.5.1, 1.5.2 y 1.5.3)

*Diseño estructural conceptual*

*Verificación preliminar*

*Dimensionado definitivo*

**D.2.** Seguir el proceso evolutivo del diseño de acuerdo a las instancias planteadas considerando en forma simultánea los parámetros relevantes para la toma de decisión (materialidad, procesos constructivos, etc.).

Como modelo mostramos una temática particular de Nivel III a modo de ejemplo: “*sistemas aporticados*”.

Se analizara el proyecto adoptado, evaluando en primera instancia las premisas del mismo (requerimiento de luces funcionales, tipos de materiales a utilizar, aspectos estéticos de la obra, procesos constructivos, adaptación al sitio, etc.). Se procederá a elaborar alternativas de *diseño estructural conceptual* con los elementos conocidos hasta el momento (viga de sección uniforme, viga de sección variable, viga continua, etc). Para luego plantear la tipología de estudio del presente trabajo practico. Comenzando con la distribución de los elementos estructurales variando su posición para distintas alternativas, luces, etc., generando este proceso, un escenario de discusión sobre las características de las variantes propuestas y en comparación con el diseño estructural de la obra existente si correspondiese.

Esta etapa comparativa pretende formar el criterio estructural del alumno, a los fines de abordar con estos conceptos las alternativas posibles del diseño.

Una vez consensuada la etapa anterior, comienza la segunda instancia en la que se establecen las dimensiones de los elementos constitutivos de acuerdo a las distintas alternativas propuestas, mediante la utilización de herramientas simples de cálculo sencillo (*verificación preliminar*). De este modo se analiza la viabilidad de la estructura haciendo los ajustes necesarios.

A continuación, mediante la utilización del software disponible, se realizara el *dimensionado definitivo*. De verificarse la estructura, se adoptara como solución final, caso contrario se deberá reiniciar el proceso.

**D.3. Valoración de la propuesta estructural:** Finalmente se realizara la valoración de las soluciones propuestas mediante la cuantificación del consumo de materiales como uno de los parámetros que, analizados en conjunto con otros definirán una medida de la eficiencia estructural.

## **E) TAREAS PROPUESTAS PARA INVESTIGACION:**

**E.1. Estructuras biológicas:** búsqueda y análisis de antecedentes de estructuras biológicas que se puedan relacionar con la temática en cuestión

**E.2 Parametricismo:** determinar aquellos aspectos del trabajo practico que puedan servir como base para el estudio parametrico de la obra.

## **F) SINTESIS TEMATICA**

No se tratar de un cuestionario sino de una síntesis de las observaciones a la temática desarrollada en la que el alumno con redacción propia definirá sucintamente la cuestión planteada.

## **G) CONCLUSIONES**

Se valoraran las características propias del sistema, considerando su participación en los aspectos, estéticos, constructivos, de producción, sustentables, etc.

### 3.3.4 Ejemplos Desarrollados

A continuación se presentan tres modelos preliminares de trabajos prácticos a los efectos de mostrar la secuencia propuesta para su análisis y desarrollo:

#### Ejemplo N°1

#### PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN TORRE

##### OBJETIVOS:

- Desarrollo de las distintas tipología de estructuras de transición en un edificio en altura ( elección de un proyecto ya realizado o desarrollo de un diseño propio), para la evaluación de su comportamiento y predimensionado de los distintos sistemas estructurales abordados en clase.
- Comparación y evaluación del comportamiento de las estructuras para una posterior elección de la mas eficiente desde el punto de vista arquitectónico y estructural.

#### EJEMPLO DE TRABAJO PRACTICO ELABORADO POR ALUMNOS

Proyecto de los alumnos en base a pautas de diseño brindados por parte del docente

DATOS PARA CONFECCIÓN DE PROYECTO

**FORMA DEL TERRENO**

- Trapezoidal simétrico
- Trapezoidal asimétrico
- Triangular
- Rectangular
- Cuadrado

**SUPERFICIE DEL TERRENO:**

- 300 m<sup>2</sup>
- 3000 m<sup>2</sup>
- 1000 m<sup>2</sup>
- 6000 m<sup>2</sup>
- 10000 m<sup>2</sup>
- 2000 m<sup>2</sup>
- 3000 m<sup>2</sup>
- 6000 m<sup>2</sup>
- 10000 m<sup>2</sup>

**AREA TOTAL REQUERIDA SEGUN NECESIDADES FUNCIONALES**

- 3000 m<sup>2</sup>
- 4000 m<sup>2</sup>
- 5000 m<sup>2</sup>
- 6000 m<sup>2</sup>
- 7000 m<sup>2</sup>
- 10000 m<sup>2</sup>
- 12000 m<sup>2</sup>
- 15000 m<sup>2</sup>
- 60000 m<sup>2</sup>

**RESTRICCIONES LATERALES PERIMETRALES** (entre bordes del terreno y bordes del edificio)

- Línea en arco
- 1 m
- 2 m
- 3 m

**CONTORNOS DE BASE DE PARTIDO** ( dos opciones combinadas en altura )

- Rectangular
- Cuadrado
- Circular
- Elíptico
- Poligonal
- Trapezoidal

**PERFIL DE LA TORRE**

- Rectangular
- Trapezoidal creciente
- Trapezoidal decreciente
- Elíptico
- Estrechándose decreciente
- Combinación de cualquiera de los casos anteriores

**RESTRICCIONES CENTRALES DE LAS PLANTAS** (restricciones porcentajes de vacíos en plantas)

- >5 %
- >10 %
- >15 %
- >20 %

**RESTRICCIONES CENTRALES DE LAS PLANTAS** (formas de los vacíos)

- Circular
- Rectangular
- Cuadrado
- Elíptico
- Trapezoidal
- Triangular

**VALORES DE RESTRICCIONES (1) Y (6)** (ubicarlas de dichas vacíos)

- En todos los pisos
- Sólo en planta más alta
- Piso por medio
- Cada 3 pisos
- Cada 5 pisos
- Sólo en 2 plantas a media altura

**UBICACION DEL NUCLEO DE SANITARIOS Y CIRCULACION VERTICAL** (uso: ocupar el 30% de la sup. de la planta)

- Central
- Lateral simétrica
- Lateral asimétrica
- Exterior simétrica
- Exterior asimétrica

**RESTRICCIONES ESTRUCTURALES DEBIDAS A ESPACIOS LIBRES DE COLUMNAS INTERIORES**

- Pisos bajo libre
- Todos los pisos libres
- Un piso a media altura libre
- El 40% de los pisos libres

**COLUMNAS PERIMETRALES**

- Sin restricciones
- A 1m del contorno de la planta
- A 2m del contorno de la planta
- A 3m del contorno de la planta

**RESISTENCIA DEL TERRENO DE IMPLANTACION**

- A 5m<sup>1</sup> = 0,5 kg/cm<sup>2</sup>
- A 10m<sup>1</sup> = 1 kg/cm<sup>2</sup>
- A 5m<sup>1</sup> = 1 kg/cm<sup>2</sup>
- A 10m<sup>1</sup> = 6 kg/cm<sup>2</sup>
- A 15m<sup>1</sup> = 3 kg/cm<sup>2</sup>
- A 15m<sup>1</sup> = 7 kg/cm<sup>2</sup>

**PROFUNDIDAD DE LA MAPA DE AGUA**

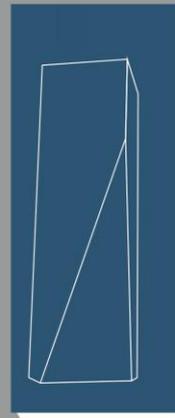
- 1m
- 2m
- 3m
- 4m
- 5m

**CANTIDAD DE NIVELES DE SUBSUELO**

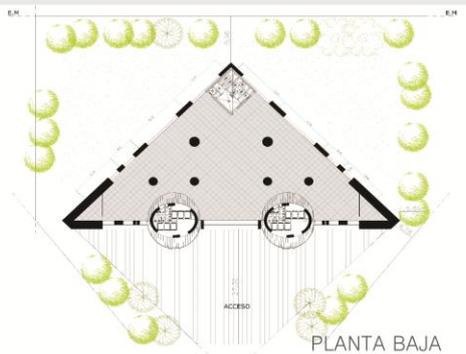
- 2
- 4
- 6
- 8
- 10

#### TRABAJO PRACTICO N°

##### Diseño Estructural

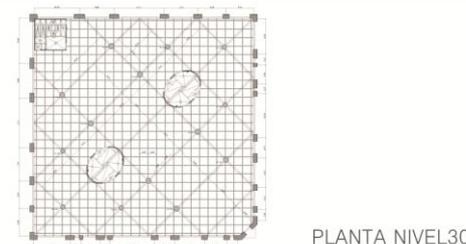


Perfil trapezoidal creciente



Sup. Terreno: 6068m<sup>2</sup>

Tipología Planta Baja: TRIANGULAR



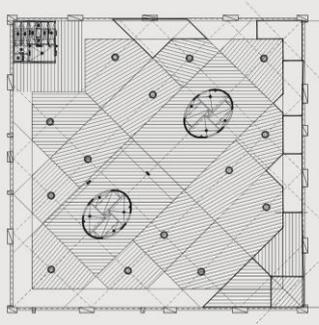
Tipología Nivel 30: CUADRADA



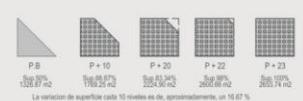
DISEÑO PROPIO

TRABAJO PRACTICO ELABORADO POR ALUMNO

PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN TORRE



- SUPERFICIES TRIBUTARIAS**
- 161.40 m<sup>2</sup>
  - 109.21 m<sup>2</sup>
  - 288.80 m<sup>2</sup>
  - 99.17 m<sup>2</sup>
  - 80.50 m<sup>2</sup>
  - 70 m<sup>2</sup>
  - 35 m<sup>2</sup>



La relación de superficie cada 10 niveles es de, aproximadamente, un 16.67 %

**DIMENSIONAMIENTO DE NÚCLEOS ELIPSOIDALES**

NIVEL 40 - 30

Sup. slab = 21.83 x 13.24 = 288.80 m<sup>2</sup>

g. columnas = 1.2 m<sup>2</sup>

P TOTAL = sup. slab + g. = 288.80 + 1.2 = 290.00 m<sup>2</sup>

h<sup>2</sup> placa = 10

P TOTAL = 288.80 m<sup>2</sup> + 1.2 = 290.00 m<sup>2</sup>

Por ser tabiques verticales no consideramos empujes del viento.

**SECCION DEL TABIQUE**

Sec. = P / 5 (distanciamos 5 entre HP = 0.10 m / cm<sup>2</sup>)

Sec. = 161.40 m<sup>2</sup> / 5 = 32280 cm<sup>2</sup>

Relación de ejes  
b/a = 550 / 475 = 1.177  
30 = 13.737 m

Área elipse = π × a × b  
A. elipse int. = π × 475 cm × 350 cm = 522289.77 cm<sup>2</sup>

h<sup>2</sup> m<sup>2</sup> necesario = 34880 cm<sup>2</sup> (si el slab que fuera según en todo su desarrollo, para el presentar estructura - acero 40% - resistencia la sección necesaria es 40%)

34880 cm<sup>2</sup> = 40%  
522289.77 cm<sup>2</sup> × 0.4 = 208915.91 cm<sup>2</sup>

Para la fórmula de área (si el elipse interior) usamos la relación de ejes de la elipse interior (para que el exterior pueda ser proporcional a la interior, y así calcular el espesor del tabique).

A = π × a × b / 7.72 m  
57041.8 cm<sup>2</sup> = π × a × b / 7.72  
496.50 cm = a  
365.86 cm = b

Cálculo del espesor del tabique elipsoidal  
esp. a = b × esp. ext. = b × esp. int.  
esp. a = 365.86 × 475  
esp. b = 365.86 × 350  
esp. b = 128.05 cm

Adaptamos a mayor = 21.83 cm = 22 cm → esp. TABIQUE PROCS 40-30 = 22 CM

NIVEL 25

P TOTAL 40 - 30 = 3488 m<sup>2</sup>      P TOTAL = P 40 - 30 + P 30 - 25  
P = placa = 348.8 m<sup>2</sup>      = 3488 m<sup>2</sup> + 1734 m<sup>2</sup> = 5222 m<sup>2</sup>

P + 5 placa = 348.8 m<sup>2</sup> × 5 = 1734 m<sup>2</sup>

**SECCION DEL TABIQUE**

Sec. = P / 5 (distanciamos 5 entre HP = 0.10 m / cm<sup>2</sup>)  
Sec. HP = 5222 m<sup>2</sup> / 5 = 104440 cm<sup>2</sup>

Sec. HP = A × esp. exterior - A × esp. interior → A × esp. exterior = 52220 cm<sup>2</sup> + 522289.8 cm<sup>2</sup> = 574509.8 cm<sup>2</sup>

496.10 cm × a = esp. a = 496.10 - 475      esp. b = 367.10 - 350  
esp. a = 21.10 cm      esp. b = 17.10 cm

Adaptamos a mayor = 23.15 cm = 25 cm → esp. TABIQUE PROCS 30 - 25 = 25 CM

NIVEL 25 - p-b

P TOTAL 40 - 30 = 3488 m<sup>2</sup>      P TOTAL = P 40 - 30 + P 30 - 25 + 25 p-b  
P TOTAL 30 - 25 = 1734 m<sup>2</sup>      = 3488 m<sup>2</sup> + 1734 m<sup>2</sup> + 8323.20 m<sup>2</sup> = 13545.20 m<sup>2</sup>

P = 24 placa = 348.8 m<sup>2</sup> × 24 = 8323.20 m<sup>2</sup>

P + 24 placa = 348.8 m<sup>2</sup> × 24 + 8323.20 m<sup>2</sup>

**SECCION DEL TABIQUE**

Sec. = P / 5 (distanciamos 5 entre HP = 0.10 m / cm<sup>2</sup>)  
Sec. HP = 13545.20 m<sup>2</sup> / 5 = 2709040 cm<sup>2</sup>

Sec. HP = A × esp. exterior - A × esp. interior → A × esp. exterior = 135250 cm<sup>2</sup> + 522289.8 cm<sup>2</sup> = 1374739.8 cm<sup>2</sup>

A = π × a × b / 7.72 → 1374739.8 cm<sup>2</sup> = π × a × b / 7.72      esp. b = 302.74 - 350  
532.36 cm × a = esp. a = 532.86 - 475      esp. b = 42.74 cm  
esp. a = 57.9 cm      esp. b = 42.74 cm

Adaptamos a mayor = 57.9 cm = 60 cm → esp. TABIQUE PROCS 25 - 20 = 60 CM



**DIMENSIONAMIENTO DE NÚCLEO CUADRADO**

NIVEL 40 - 30

Sup. slab = 211.90 m<sup>2</sup>

g. columnas = 1.2 m<sup>2</sup>

P TOTAL = sup. slab + g. = 211.9 m<sup>2</sup> + 1.2 = 213.10 m<sup>2</sup>

h<sup>2</sup> placa = 10

P TOTAL = 213.10 m<sup>2</sup> + 1.2 = 214.30 m<sup>2</sup>

Por su condición perimetral, empezamos las cargas un 30% por los empujes del viento.

Sec. HP = 213.10 m<sup>2</sup> / 5 = 42620 cm<sup>2</sup>

Sec. HP TOTAL = 32576 cm<sup>2</sup> + 15% = 37451.40 cm<sup>2</sup>

Sec. int. = 400000 cm<sup>2</sup>

Sec. TOTAL = sec. ext. - sec. int.  
37451.40 cm<sup>2</sup> = sec. ext. - 400000 cm<sup>2</sup>  
37451.40 cm<sup>2</sup> + 400000 cm<sup>2</sup> = sec. ext.  
437451.40 cm<sup>2</sup> = sec. ext. → 32812.40 cm<sup>2</sup> = a2

espesor tab. = a × esp.      32812.40 cm<sup>2</sup> = a × esp.  
espesor tab. = 227.35 cm = 230 cm = 13.32 cm

Adaptamos sec. mínima de HP = esp. = 15 cm

esp. TABIQUE PROCS 40-30 = 15 CM

NIVEL 25

P TOTAL 40 - 30 = 3357.60 m<sup>2</sup>      P TOTAL = P 40 - 30 + P 30 - 25  
P = placa = 335.76 m<sup>2</sup>      = 3357.60 m<sup>2</sup> + 1678.80 m<sup>2</sup> = 5036.40 m<sup>2</sup>

P + 5 placa = 335.76 m<sup>2</sup> × 5 = 1678.80 m<sup>2</sup>

**SECCION DEL TABIQUE**

Sec. HP = 5036.40 m<sup>2</sup> / 5 = 1007280 cm<sup>2</sup>

Sec. HP = A × esp. exterior - A × esp. interior → A × esp. exterior = 1005280 cm<sup>2</sup> + 400000 cm<sup>2</sup> = 1405280 cm<sup>2</sup>

A = π × a × b / 7.72 → 1405280 cm<sup>2</sup> = π × a × b / 7.72      esp. b = 302.74 - 350  
532.36 cm × a = esp. a = 532.86 - 475      esp. b = 42.74 cm  
esp. a = 57.9 cm      esp. b = 42.74 cm

Adaptamos a mayor = 57.9 cm = 60 cm → esp. TABIQUE PROCS 30 - 25 = 60 CM

NIVEL 25 - p-b

P TOTAL 40 - 30 = 3357.60 m<sup>2</sup>      P TOTAL = P 40 - 30 + P 30 - 25 + 25 p-b  
P TOTAL 30 - 25 = 1678.80 m<sup>2</sup>      = 3357.60 m<sup>2</sup> + 1678.80 m<sup>2</sup> + 8323.20 m<sup>2</sup> = 13959.60 m<sup>2</sup>

P = 24 placa = 335.76 m<sup>2</sup> × 24 = 8058.24 m<sup>2</sup>

P TOTAL = P 40 - 30 + P 30 - 25 + 25 p-b  
= 3357.60 m<sup>2</sup> + 1678.80 m<sup>2</sup> + 8323.20 m<sup>2</sup> = 13959.60 m<sup>2</sup>

**SECCION DEL TABIQUE**

Sec. HP = 13959.60 m<sup>2</sup> / 5 = 2791920 cm<sup>2</sup>

Sec. HP = A × esp. exterior - A × esp. interior → A × esp. exterior = 1393920 cm<sup>2</sup> + 522289.8 cm<sup>2</sup> = 1446209.8 cm<sup>2</sup>

A = π × a × b / 7.72 → 1446209.8 cm<sup>2</sup> = π × a × b / 7.72      esp. b = 302.74 - 350  
532.36 cm × a = esp. a = 532.86 - 475      esp. b = 42.74 cm  
esp. a = 57.9 cm      esp. b = 42.74 cm

Adaptamos a mayor = 57.9 cm = 60 cm → esp. TABIQUE PROCS 25 - 20 = 60 CM



**PREMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS**

NIVEL 34 - 28

COLUMNAS SOLICITADA

P placa 40 - 30 = 620.76 m<sup>2</sup>

P placa 30 - 25 = 124.14 m<sup>2</sup> × 4 placa = 496.56 m<sup>2</sup>

P TOTAL = 620.76 m<sup>2</sup> + 744.84 m<sup>2</sup> + 1395.54 m<sup>2</sup>

Sec. HP = 1395.54 m<sup>2</sup> / 5 = 279108 cm<sup>2</sup>

Sec. circular = π × r<sup>2</sup> = 1395.4 cm<sup>2</sup>  
r = 10.32 cm

NIVEL 27 - p-b

COLUMNAS SOLICITADA

P placa 40 - 30 = 620.76 m<sup>2</sup>

P placa 30 - 25 = 124.14 m<sup>2</sup> × 4 placa = 496.56 m<sup>2</sup>

Sup. slab = 102 m<sup>2</sup>

g. columnas = 1.2 m<sup>2</sup>

P TOTAL = 620.76 m<sup>2</sup> + 744.84 m<sup>2</sup> + 1395.54 m<sup>2</sup> + 102 m<sup>2</sup> + 1.2 = 1563.30 m<sup>2</sup>

P TOTAL = 1563.30 m<sup>2</sup> + 1.2 = 1564.50 m<sup>2</sup>

Sec. HP = 1564.50 m<sup>2</sup> / 5 = 312900 cm<sup>2</sup>

Sec. circular = π × r<sup>2</sup> = 312900 cm<sup>2</sup>  
r = 11.20 cm

NIVEL 40

COLUMNAS SOLICITADA

Sup. slab = 102 m<sup>2</sup>

g. columnas = 1.2 m<sup>2</sup>

P TOTAL = 620.76 m<sup>2</sup> + 744.84 m<sup>2</sup> + 1395.54 m<sup>2</sup> + 102 m<sup>2</sup> + 1.2 = 1563.30 m<sup>2</sup>

P TOTAL = 1563.30 m<sup>2</sup> + 1.2 = 1564.50 m<sup>2</sup>

Sec. HP = 1564.50 m<sup>2</sup> / 5 = 312900 cm<sup>2</sup>

Sec. circular = π × r<sup>2</sup> = 312900 cm<sup>2</sup>  
r = 11.20 cm

NIVEL 39 - 35

COLUMNAS SOLICITADA

P placa 40 = 124.14 m<sup>2</sup>

P placa 30 - 25 = 124.14 m<sup>2</sup> × 4 placa = 496.56 m<sup>2</sup>

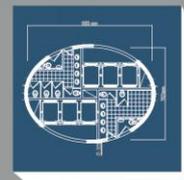
P TOTAL = 124.14 m<sup>2</sup> + 496.56 m<sup>2</sup> + 620.76 m<sup>2</sup>

Sec. HP = 620.76 m<sup>2</sup> / 5 = 124152 cm<sup>2</sup>

Sec. circular = π × r<sup>2</sup> = 124152 cm<sup>2</sup>  
r = 10.87 cm

**TRASLACION DE CARGAS**

TRABAJO PRACTICO Nº  
Diseño Estructural



Núcleo Elipsoidal



Núcleo Cuadrado



Corte



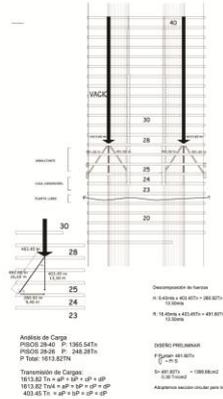
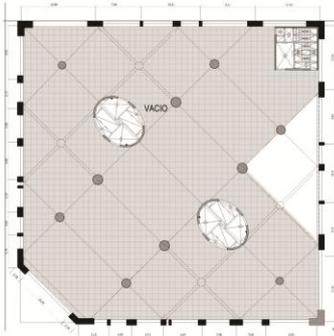
DISENO PROPIO

TRABAJO PRACTICO ELABORADO POR ALUMNO

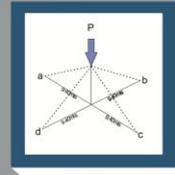
PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN TORRE

ESTRUCTURAS DE TRANSICIÓN: PROPUESTAS

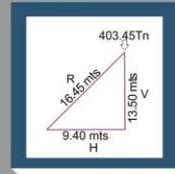
PLANTA NIVEL 25-28



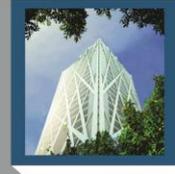
JABALCONES



Jabalcones

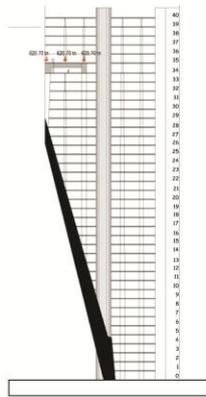
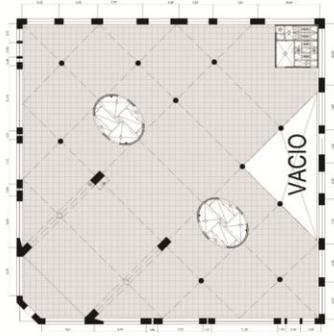


Descomposición de fuerzas



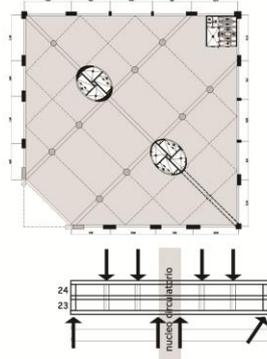
PORTICOS

ESTRUCTURA SOBRE NIVEL 34

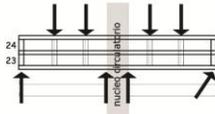
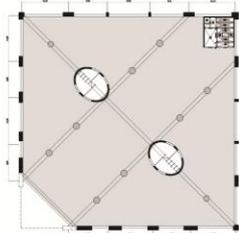


VIGA VIERENDEEL

ESTRUCTURA SOBRE NIVEL 24



ESTRUCTURA SOBRE NIVEL 23



TRABAJO PRACTICO ELABORADO POR ALUMNO

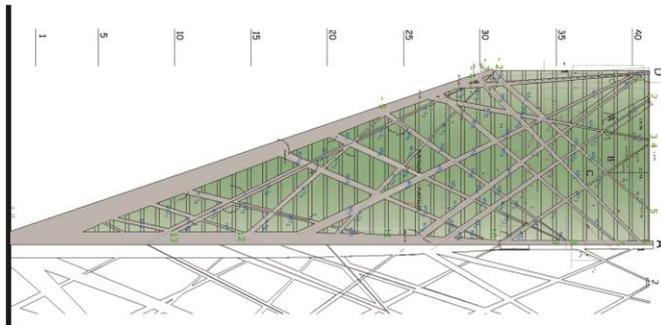
DISEÑO PROPIO

TRABAJO PRACTICO Nº  
Diseño Estructural

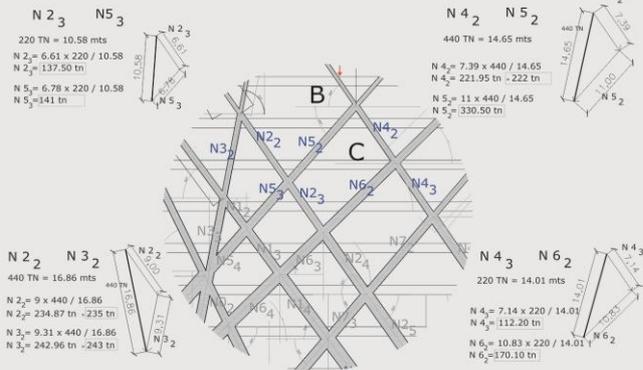
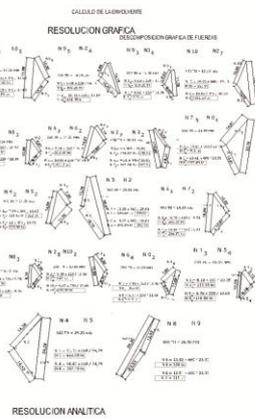
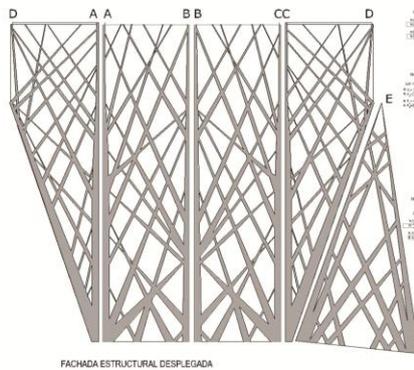
PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN TORRE

TRABAJO PRACTICO Nº  
Diseño Estructural

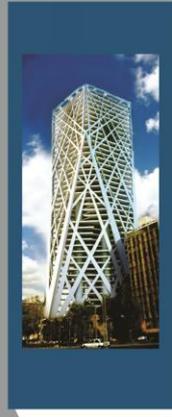
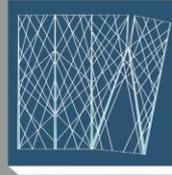
DETALLE FACHADA



PREDIMENSIONADO DE LOS NERVIOS EN FACHADA



TRABAJO PRACTICO ELABORADO POR ALUMNO

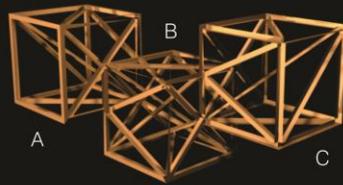


DISEÑO PROPIO

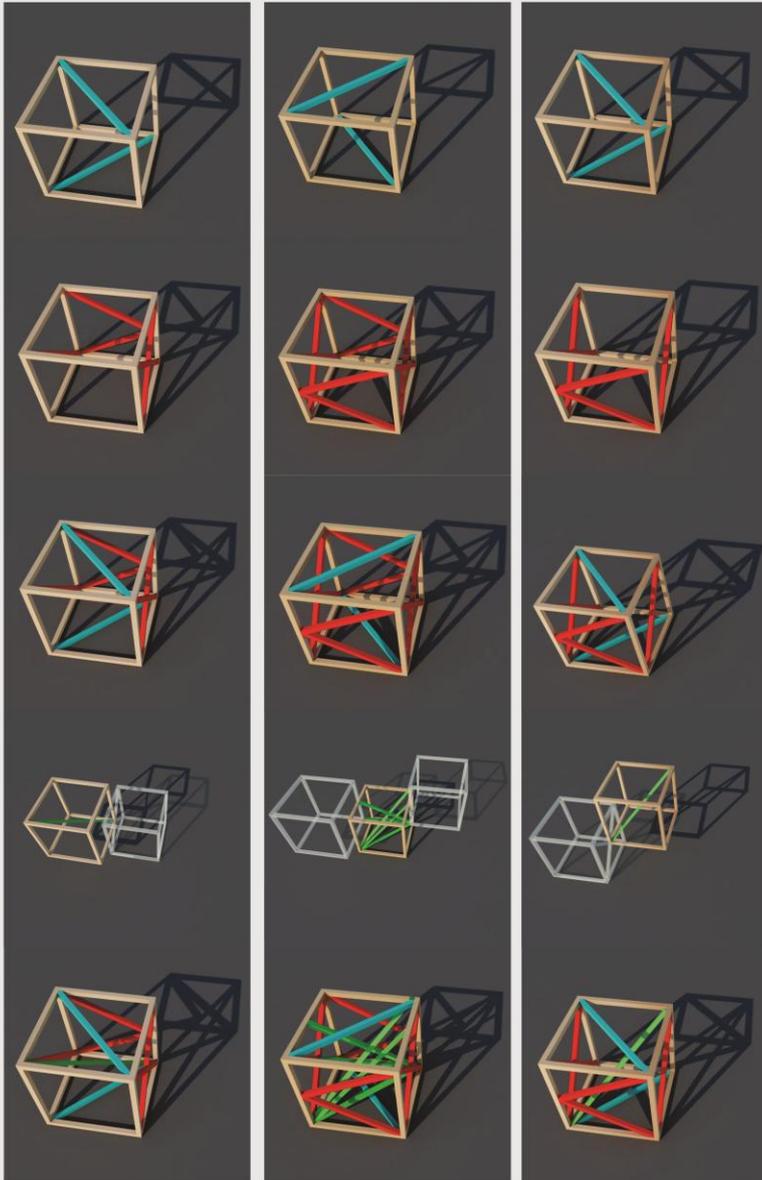
Ejemplo N°2

-Diseño a partir de la volumetría propuesta por el docente, de un sistema estructural que traslade las cargas descomponiéndolas a esfuerzos simples.

Resolución estructural propuesta por el alumno



PROCESO DE TRIANGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA



Unidad A

Unidad B

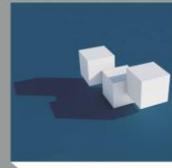
Unidad C

TRABAJO PRACTICO N°

Esfuerzos Simples



Material Didáctico  
3 cubos



Agrupación propuesta  
por el docente



Planta

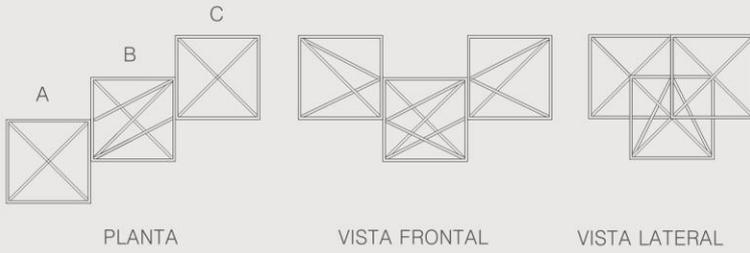


OBJETIVOS:

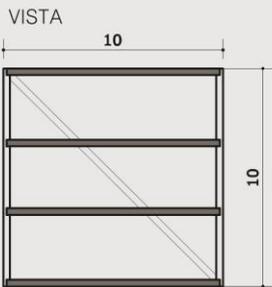
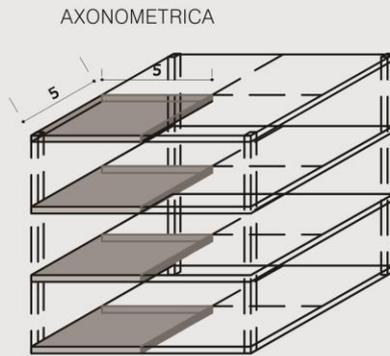
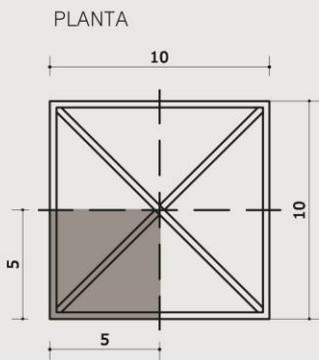
Comprensión por parte del alumno de la generación de esfuerzos simples en estructuras reticuladas, evaluando el comportamiento de las distintas barras



Unidad Base



Diseño preliminar de los elementos componentes del CUBO "C"



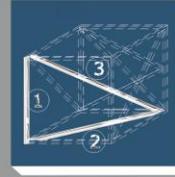
DATOS:

SUPERFICIE TRIBUTARIA: 100 m<sup>2</sup>  
 N': 1 tn/m<sup>2</sup>  
 σ: 100 kg./cm<sup>2</sup>

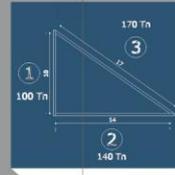
ELEMENTO 3

N': 170 ün.  
 σ = N'/A  
 100 kg./cm<sup>2</sup> = 170000 kg./A  
 A = 170000 kg.  
 100 kg./cm<sup>2</sup>  
 A = 1700 cm<sup>2</sup>  
 ADOPTO UNA SECCION DE 45cm x 40cm  
 (1800 cm<sup>2</sup>)

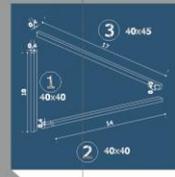
TRABAJO PRACTICO Nº  
 Esfuerzos Simples



CUBO "C"



Descomposición de Fuerzas



Pre dimensionado de elementos



### Ejemplo Nº 3

#### Diseño paramétrico:

El presente trabajo consiste en la realización de un estudio comparativo de estructuras laminares simples con formas paramétricas.

El planteo comenzara con el proyecto de las estructuras laminares con los siguientes datos:

Planta a cubrir :

30 por 30 metros para la forma de cúpula .

Libre para la forma paramétrica.

Altura sugerida : 5/ 110 metros

Material: Se utilizara primero hormigón armado para luego compararlo con estructura de barras

#### Procedimiento:

I.-Se ejecutara en maqueta el proyecto realizado.

I.- Maqueta de la cúpula

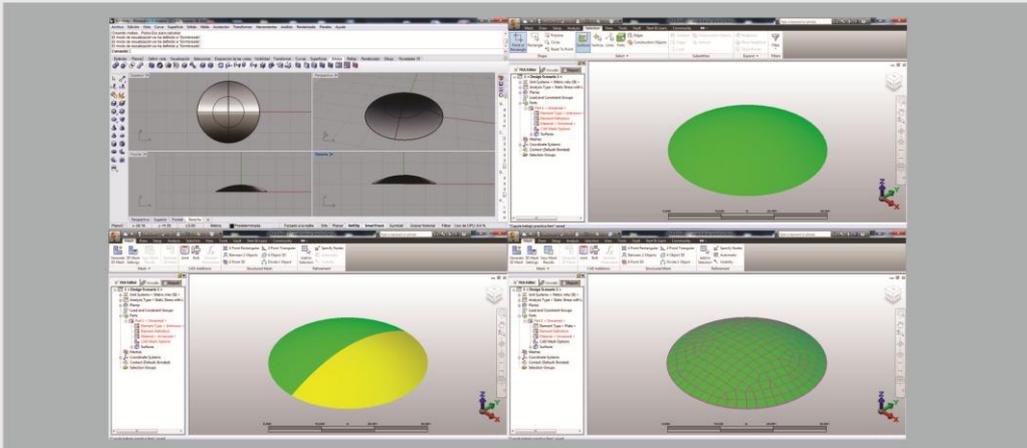
II.- Se fotografiara la maqueta y se la transfora en formato digital .

Modelo en en telgopor de la cupula



III.- Se transformara , con ayuda de los docentes, el formato digital en una malla tridimensional extensión stl.

IV.- Al formato de malla será tomado por un software grafico extensión dwg . Autocad



V.- Con este formato se lo analizara con un software de calculo disponible, Simulation Multiphysics, o Ansys donde se obtendrán las deformaciones, solicitaciones y tensiones.

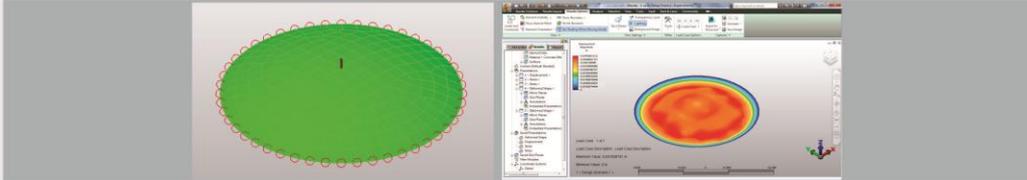
VI.- Si las deformaciones o tensiones superan las admisibles se procede a la modificación de la formas según los conceptos adquiridos en el curso.

VII.- Si las modificaciones efectuadas corrigen los estados de deformación y de tensiones dentro de las admisibles , este paso concluye.

VI.- Si las deformaciones o tensiones superan las admisibles se procede a la modificación de la formas según los conceptos adquiridos en el curso.



VII.- Si las modificaciones efectuadas corrigen los estados de deformación y de tensiones dentro de las admisibles, este paso concluye.



VIII.- SE procede en esta instancia a verificar las solicitaciones obtenida en el pto. anterior con el uso de herramientas simples conceptuales para verificar si los datos mostrados por el software utilizado están en el mismo rango.

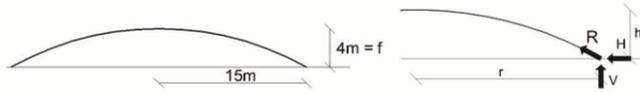
Datos:

$$q = e x y x 1$$

$$= 0.1m x 2400Kg/m^3$$

$$q = 240Kg/m^2$$

$$q = 0.25Tn/m^2$$



IX.- Si coinciden aproximadamente se considera esta etapa concluida.

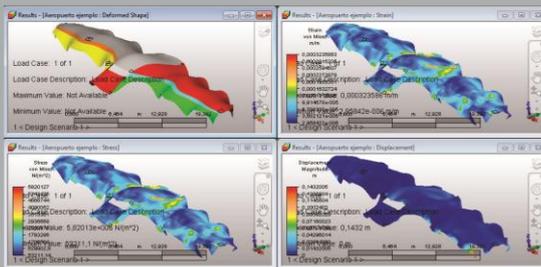
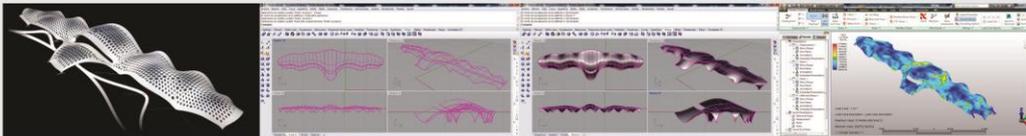
X.- Se procederá finalmente a comparar y evaluar las soluciones encontradas para realizar un informe sobre lo que se intentara elaborar conceptos y medidas de la eficiencia estructural.

Diseño paramétrico:

La forma paramétrica.

Altura sugerida : 5 / 110 metros

Material: Se utilizara primero hormigón armado para luego compararlo con estructura de barras



### 3.3.5 Visitas a Obra

Se propiciará la organización periódica de visitas a obras en ejecución en el ámbito local, provincial y nacional para los tres niveles del Taller, donde los alumnos puedan tomar contacto con los aspectos constructivos vinculados a las estructuras.

Se completará la tarea con la resolución de trabajos especiales en taller vertical, que tendrán complejidad variable para lograr una intervención activa de todos los participantes, independientemente del nivel de cursada en que se encuentren

### 3.3.6 Interrelación con otros talleres de la Facultad

Todos los docentes del taller en su conjunto estarán dispuestos para prestar el asesoramiento estructural que necesiten los alumnos sobre los trabajos que desarrollen en otros Talleres.

Por otra parte, el cuerpo de Profesores continuará, como lo viene haciendo hasta ahora, con el dictado de clases especiales en los diferentes Talleres, a requerimiento de éstos.

Visita Obra  
Museo Bicentenario



## 4 RÉGIMEN DE CURSADA, EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

### 4.1 Planificación Horaria

En el ciclo lectivo, se adecuará anualmente el calendario y distribución de carga horaria, establecida oficialmente para el plan vigente de 4hs semanales, distribuidas de la forma siguiente:

#### **Clase Teórico-Práctica: 2 hs.**

El tema a abordar, será presentado en una clase expositiva, siempre acompañada de ejemplificaciones diversas (diapositivas, videos, Modelos en escala, etc.) iniciadas con una introducción, en la que se planteará el objetivo del trabajo y la presentación general del tema ó problema a exponer. Se usará un lenguaje adecuado, tratando en todo momento de inculcar en los alumnos la necesidad de internalizar los nuevos conceptos y adquirir un vocabulario técnico apropiado, indispensable para su desempeño futuro como profesionales. En el transcurso de la clase se plantearán preguntas que permitan indagar el grado de comprensión alcanzado.

#### **Trabajo sobre temas específicos, consulta y evaluación de prácticos: 2 hs.**

En las actividades prácticas se aplicará la metodología del trabajo grupal, como medio de lograr la discusión, argumentación, reflexión y comunicación entre los integrantes de cada grupo. En una segunda instancia de integración, se propiciará la exposición y discusión de las experiencias grupales, en exposiciones orales, por parte de los integrantes de cada grupo, al resto de la clase. En estos eventos, el Taller oficiará de moderador, por intermedio de los docentes auxiliares a cargo de las comisiones, incitando a que todos participen en el análisis, confrontación y discusión de los conceptos expuestos por el grupo en acción.

*Se integrará como carga horaria adicional del Taller la disponibilidad de los docentes para consulta y asistencia a los diferentes Talleres de Arquitectura y Procesos constructivos (interrelación con otras asignaturas)*

### 4.2 Evaluación y Calificación:

Con la finalización de cada unidad temática o de aquellas relacionadas entre sí, se realizará un análisis de conjunto para permitir que el alumno adquiriera el grado de comprensión necesario y el englobe general del tema.

Promoción con examen final, para las restantes asignaturas cuya aprobación definitiva es por el sistema de examen final individual con modalidad escrita y/u oral.

En cada nivel los alumnos deberán rendir satisfactoriamente pruebas de evaluación teórico-práctica, cuyo número y fecha serán establecidos por los distintos niveles del taller

Forma parte del proceso enseñanza-aprendizaje, la devolución de las pruebas teórico-prácticas, indicando en cada caso errores y aciertos de la evaluación.

### 4.3 Organización interna de la Cátedra

A los efectos de materializar las metas propuestas en cuanto a las metodologías y procedimientos anunciados precedentemente, se conformarán dentro del esquema de organización interna de la Cátedra, funciones específicas a realizar por grupos de docentes auxiliares designados a tal fin.

Estas funciones serán: coordinación interdisciplinaria, publicaciones, visitas a obra, modelizaciones y maquetas, entre otras.

### 4.4 Colaboración externa / Docentes invitados:

Convocaremos al **Ing. Ernesto Roberto Villar**, como Profesor consultor, e invitaremos a especialistas en Estructuras Metálicas, Suelos, Hormigón (Pre y Pos tesado), Estructuras sísmicas, Software de cálculo, etc.

## 5. BIBLIOGRAFIA

En el desarrollo de las distintas unidades, se irá suministrando la correspondiente bibliografía.

### NIVEL I

#### Bibliografía de Consulta / Recomendada

- 4 “Razón y ser de los tipos estructurales”. Eduardo Torroja. Ed. IETC y C
- 5 “Diseño estructural en arquitectura”. Salvadori y Levi. Ed. CECSA
- 6 “Hacia una nueva filosofía en las estructuras”. Félix Candela
- 7 “Formas estructurales en la arquitectura moderna”. Curt Siegel. Ed. CECSA
- 8 “Estática elemental de las cargas”. Alf Pflugger. Ed EUDEBA
- 9 “Comprensión de las estructuras en arquitectura”. Fuller Moore. Ed Mc Graw Hill
- 10 “Intuición y razonamiento en el diseño estructural”. D. Moisset de Espanés. Ed. ESCALA
- 11 “Diseño y cálculo de estructuras”. Bernardo M. Villasuso. Ed. El Ateneo
- 12 “Estructuras para arquitectos”. Salvadori-Heller
- 13 “Introducción a las estructuras de edificios”. D. Díaz Puertas. Ed. Suma
- 14 “Estructuras-Introducción”. J.R. Bernal
- 15 “La estructura”. H. Werner. Ed. Blume
- 16 “Sistemas de estructuras”. H. Engel. Ed. Blume
- 17 Fichas de Estudio – Curso 2014 Plan VI. - Taller Vertical de Estructuras V-F-L  
Publicaciones del CEAU

#### Sitio web:

[fauestructurasvfl.com.ar](http://fauestructurasvfl.com.ar) / Nivel I – Material teórico

### NIVEL II

#### Bibliografía de Consulta / Recomendada

1. “Estructuras para arquitectos”. Salvadori y Héller. Ed: La Isla.
2. “Diseño estructural”. Salvadori y Levi. Ed: CECSA.
3. “La estructura en la arquitectura moderna”. Arcondelli. Ed: EUDEBA.
4. “Principios fundamentales del diseño estructural”. N. Lisborg. Ed: CECSA.
5. “Sistemas de estructuras”. H. Engel. Ed: Blume.“
6. “CIRSOC”. Ed: INTI.
7. “Diseño de estructuras metálicas”. Williams y Harris. Ed: CECSA.
8. “Cimentaciones de estructuras”. C. Dunham. Ed: McGraw.
9. “Cimentaciones”. Schulze y Simmer. Ed: Blume.
10. “Pilotes y cimentaciones sobre pilotes”. Davidian y Zaven. Ed: Editores Técnicos Asociados.
11. “La madera en la arquitectura”. Villasuso. Ed: El Ateneo.
12. “La madera en la Argentina II”. Villasuso. Ed: El Ateneo.
13. “Patología y terapéutica del hormigón armado”. Fernández Canovas. Ed: Rugarte S.L.
14. “Introducción a las estructuras de edificios”. D. Díaz Puerta. Ed: Suma.
15. “Estructuras. Introducción”. J. R. Bernal. Ed: Bernal.
16. “Losas”. J. R. Bernal. Ed: Bernal
17. “Vigas, columnas, zapatas y tablas”. J. R. Bernal. Ed: Bernal.
18. “Carpetas de apuntes Estructuras II”. Villar, Farez, Lozada. Ed: CEAU

#### Sitio web:

[fauestructurasvfl.com.ar](http://fauestructurasvfl.com.ar) / Nivel II – Material teórico

## NIVEL III

## Bibliografía de Consulta / Recomendada

1. **“Comprensión de las estructuras en Arquitectura”**. Fuller Moore. Ed: McGraw Hill. INTEMAC.
2. **“La estructura metálica hoy”**. R. Aquelles Álvarez. Ed: MBH.
3. **“El proyectista de estructuras metálicas”**. R. Nonnas. Ed: Parainfo.
4. **“Hormigón armado”**. Jiménez Montoya, G. Gili.
5. **“Edificios altos”**. Ing. María Fratelli. Ed: UNIVE.
6. **“Introducción al diseño estructural”**. B. Villasuso. Ed: El Ateneo.
7. **“Diseño estructural”**. Meli Piralle. Ed: Limusa.
8. **“Razón y ser de los tipos estructurales”**. Eduardo Torroja. Ed: Madrid.
9. **“Edificación, diseño y construcción sismo resistente”**. N. Green. Ed: G. Gili.
10. **“Construcciones antisísmicas y resistentes al viento”**. Creixel. Ed: Limusa.
11. **“Norman Foster”**. Parainfo.
12. **“Santiago de Calatrava”**. Skire.
13. **“Los cien edificios más altos del mundo”**. Parainfo.
14. **“Conceptos y sistemas estructurales para arquitectos e ingenieros”**. T. L. Yin – S. D. Stotesbury. Ed: Limusa.
15. **“Temas de estructuras especiales”**. Pedro Perles. Ed: CP67.
16. **“Estructuras para arquitectos”**. Salvadori y Héller. Ed: La Isla.
17. **“Diseño estructural en arquitectura”**. Salvadori y Levy. Ed: CECSA.
18. **“La estructura en la arquitectura moderna”**. Arcandelli. Ed: EUDEBA.
19. **“Principios fundamentales del diseño estructural”**. N. Lisborg. Ed: CECSA.
20. **“Sistemas de estructuras”**. H. Engel. Ed: Blume.
21. **“Cimentaciones de estructuras”**. C. Dunham. Ed: McGraw.
22. **“Cimentaciones”**. Schulze y Simmer. Ed: Blume.
23. **“Construcción. El caso de la esquina rota”**. J. Trill – J. Bowyer. Ed: G. Gili.
24. **“Pilotes y cimentación sobre pilotes”**. Davidian y Zaven. Ed: Editores Técnicos Asociados S. A.
25. **“Patología y terapéutica del hormigón armado”**. Fernández – Canovas. Ed: Rugarte S. L.
26. **“Carpeta de apuntes Estructuras III”**. Villar – Farez, Lozada. Ed: CEAU.
27. **“Tipologías estructurales”**. Ing. Jose Becker
28. **“Hacia una nueva filosofía en las estructuras.”** Felix Candela.
29. **“Diseño y cálculo de estructuras pretensadas”**. Jhanes Johanson. Ed: Marcombo.
30. **“La práctica del hormigón pretensado”**. G. Dreux. Ed: Blume.
31. **“Formas estructurales en la arquitectura moderna”**. Kurt Siegel. Ed: SECSA.
32. **“Teoría y cálculo de las bóvedas cáscaras cilíndricas”** Agripino Spampiato. Ed: Alsina.
33. **“Estructuras de superficies alabeadas”**. Eduardo Catalana. Ed: EUDEBA
34. **“Paraboloides hiperbólicos”** Ed: Instituto del cemento Pórtland argentino.
35. **“Estática elemental de las cargas”**. Alf Pflugger. Ed: EUDEBA.
36. **“Láminas de hormigón armado”**. A. M. Haas. Ed: Instituto E. Torroja de la Construcción y el Cemento.
37. **“Las Estructuras de Candela”**. Colin Faber. Ed: CECSA.
38. **“Estructuras plegadas de hormigón armado”**. Ed: Instituto del Cemento Pórtland Argentino.
39. **“Cubiertas colgantes”**. Frei Otto. Ed: Labor.
40. **“Construcciones especiales de acero”** Makowski. Ed: G. Gili.
41. **“Arquitectura neumática”**. Roger Dent. Ed: Blume.
42. **“Construcciones neumáticas”**. Thomas Herzog. Ed: G. Gili.
43. **“Carpeta de apuntes Estructuras IV”** Villar-Farez, Lozada Ed. CEAU.
44. Documentales de Estructuras: Nat Geo

## Sitio web:

[fauestructurasvfl.com.ar](http://fauestructurasvfl.com.ar) / Nivel III – Material teórico

