



## PROGRAMA ANALÍTICO

### Carrera: ARQUITECTURA

---

#### 1. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

##### ASIGNATURA: Estructuras 3

---

- Plan de estudios: 2018
- Carga horaria total: 120hs.
- Carga horaria semanal :4hs.
- Duración del dictado: Materia Anual
- Turno: Noche
- Tipo de promoción: Por examen final

#### UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

---

CICLO SUPERIOR DE GRADO (CSG)      NIVEL 4

#### 2. OBJETIVOS

Se propone dar a los estudiantes una base de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos referidos al Diseño Estructural, que aseguren una formación profesional adecuada para la toma de decisiones ya que, en este nivel, se agrega a la formalidad analítica de los niveles que le preceden, la síntesis integradora necesaria para la comprensión de fenómenos particulares que refieren a los tipos estructurales en estudio: desde los edificios de gran altura que desafían las complicaciones de las acciones laterales crecientes hasta las cubiertas de grandes luces que plantean verdaderos desafíos tecnológicos a los materiales y las formas. El alcance general de la asignatura se encuadra dentro del contexto de las obras arquitectónicas de mediana y alta complejidad proyectual y estructural. Los casos de estudio se orientan en la búsqueda de soluciones estructurales eficientes, seguras y económicas

#### 3. CONTENIDOS

##### Unidad Temática Nº1. Diseño Estructural para Edificios en Altura y Cubiertas de Grandes Luces.

##### 1. Complejidad.

1.1. Del espacio: Espacios diferenciados en cuanto a niveles y funciones. Resolución de espacios cuyas funciones indiquen entre otras el uso de sistemas circulatorios mecánicos y organizados en pequeñas y medianas o grandes luces, caso de edificios de viviendas con pequeñas luces de viga (o entre columnas), o caso de edificios para oficinas (o plantas libres) con estructuras en la fachada y en el núcleo circulatorio (grandes luces). O cubiertas de grandes luces sin apoyos intermedios.

1.2. De la altura de los edificios: Media y gran altura. Criterios de esbeltez; su influencia en las fundaciones.

1.3. De tecnología: Estructuras en hormigón armado, metálicas, etc. Sistemas constructivos tradicionales racionalizados., pre-industrializados e industrializados.

2. Tipologías. Fundamentos de los contenidos y la necesidad de abordar la temática del diseño estructural para edificios en altura en el área de: vivienda, trabajo, salud, educación, esparcimiento, etc.; y el diseño estructural para edificios con cubiertas de grandes luces, que responden a arquitectura de usos colectivos.

3. Problemática proyectual general.

Conocimientos, habilidades y destrezas necesarias a adquirir para el diseño y utilización de la "tipología estructural" propia del nivel. Los Sistemas Estructurales Arquitectónicos interpretados como principios del Diseño.



Etapas a recorrer en el proceso de Diseño Estructural en obras de "media y alta complejidad". El estudio de edificios en altura y cubiertas de grandes luces, como sistemas y subsistemas estructurales, constructivos, instalaciones, etc., eligiendo un "estructura óptima", que a su vez satisfaga las condicionantes "ajenas" a la misma.

La estructura como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico. Análisis de soluciones usuales, conjuntamente con su justificación crítica. Verificación del Diseño Estructural en obras realizadas. Planteo de alternativas estructurales. Análisis crítico-comparativo de las diversas opciones. Selección de las alternativas más adecuadas.

#### **Unidad Temática Nº2. Análisis de la problemática de los edificios en altura.**

##### 1. Estados de carga.

Análisis de los estados de carga relevantes, en función de la tipología estructural aplicable a las construcciones características del nivel. Planteo de la problemática que deriva de los estados de carga que deben soportar los elementos estructurales y su transmisión a las fundaciones. Tratamiento de las cargas principales en un edificio en altura. Cargas verticales. Cargas horizontales.

2. Acciones verticales. Cargas muertas. Cargas de ocupación. Criterios y procedimientos para la distribución de las cargas verticales y la determinación del estado de sollicitación en los distintos elementos estructurales.

3. Acciones horizontales. Criterios y procedimientos para la distribución de las cargas horizontales Accidentales Viento y Sismo; y la determinación del estado de sollicitación en los distintos elementos estructurales. Normas Cirsoc, o Reglamento Nacional vigente.

#### **Unidad Temática Nº3. Diseño de sistemas para estructuras contravientos.**

1. Comportamiento del edificio ante la acción del viento. Seguridad al volcamiento. Verificaciones

2. Tipologías de las estructuras contravientos. Análisis de distintas variantes estructurales.

3. Ventajas, inconvenientes, alcance y limitaciones de cada sistema. Factibilidad técnico-económica. Criterios para elegir el sistema estructural más conveniente.

4. Criterios de predimensionado, dimensionado y verificación. Normas Reglamentarias.

5. Soluciones en Hormigón Armado y Acero.

#### **Unidad Temática Nº4. Diseño sismo-resistente.**

1. Comportamiento del edificio ante las acciones sísmicas. Previsiones estructurales y constructivas.

2. Tipologías de las estructuras que pueden resistir las acciones sísmicas. Ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones de cada sistema.

3. Factibilidad técnico-económica. Criterios para elegir el sistema estructural más conveniente.

4. Criterios de predimensionado, dimensionado y verificación. Normas Reglamentarias.

5. Soluciones en Hormigón Armado, Acero, soluciones combinadas.

#### **Unidad Temática Nº5. Análisis de algunas tipologías más importantes.**

1. Tabiques macizos y calados. Núcleos de circulaciones verticales como estructuras contraviento.

2. Sistemas aporticados.

3. Sistemas combinando pórticos y tabiques. Interacción pórtico-tabique.

4. Sistemas tubulares, fachadas resistentes.

5. Sistemas reticulados espaciales.

6. Macro pórticos.

7. Otros tipos estructurales.

#### **Unidad Temática Nº6. Fundaciones.**

1. Fundaciones de edificios de gran altura y grandes luces. Mecánica de suelos. Profundización sobre la problemática de la "mecánica de los suelos". Propiedades físicas de los suelos. Teoría de la mecánica de los suelos. Resolución de los problemas planteados por el proyecto y los métodos constructivos. Interpretación de los resultados de ensayos de suelos.

2. Tipología estructural del nivel para fundaciones. Fundaciones directas e indirectas.

2.1. Fundaciones directas. Fundaciones continuas. Fundaciones de tabiques con flexo-compresión y pie de pórticos. Fundaciones de núcleos circulatorios verticales. Bóveda de compresión. Bóveda de tracción.



2.2. Fundaciones indirectas. Pilotajes: prefabricados y fabricados en sitio. Pozos o cilindros de fundación. Cabezales, arriostramientos, procedimientos constructivos, etc. Ventajas, inconvenientes, alcance y limitaciones de los distintos sistemas analizados. Factibilidad técnico-económica. Criterios para elegir el sistema de fundación de un edificio. Criterios de pre-dimensionado, dimensionado y verificación. Uso de tablas y manuales.

3. Estructuras especiales en sótanos para empujes de tierra o agua. Problemática de edificios con varios subsuelos. Fundaciones por debajo del nivel de la capa freática. Excavaciones profundas. Teoría del empuje de los suelos. Muros y elementos de contención. Plateas y placas de sub-presión de propósitos múltiples. Sótanos y excavaciones profundas: análisis de los diversos estados de cargas. Problemas durante su excavación y submuración. Soluciones a las distintas propuestas de ejecución. Apuntalamiento, etc. Ventajas, inconveniente, alcance y limitaciones. Factibilidad técnico-económica, etc.

#### **Unidad Temática N°7. Sistemas estructurales de tracción pura.**

1. Definición del sistema estructural. Generalidades. Mecanismos Dominante y Secundario. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.

2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Estructuras de tracción pura en que la cubierta tiene forma de superficie de: Simple curvatura (superficie de revolución y traslación) Doble curvatura total positiva (superficie de revolución y traslación). Doble curvatura total negativa (superficie de revolución y traslación).

3. Geometría de las superficies: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.

4. Materialización y comportamiento estructural. Criterios para "estabilizar" una estructura de Tracción Pura. Para cada subsistema estructural: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico, a sus posibilidades formales y funcionales, a la realización con distintos materiales y técnicas constructivas, a su factibilidad técnico-económica. Estructuras de tracción pesadas, ídem livianas, cercha Jawerth, Plana y Radial. Paraboloide Hiperbólico de cables, concepto de tensión previa y distintos estados de cargas: peso propio, viento, nieve, hielo, etc. Estados combinados. Apoyos.

5. Características tecnológicas y problemas constructivos. Sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras.

6. Criterios generales de: predimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.

7. Modelos didácticos, geométricos, de ensayo aerodinámico y cargas estáticas. Estructuras mixtas. Composición estructural.

#### **Unidad Temática N°8. Sistemas estructurales de tracción pura. Estructuras neumáticas y membranas tensadas.**

1. Definición del Sistema Estructural. Generalidades. Mecanismos Dominantes y Secundarios. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.

2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Construcción soportada por aire. Construcción hinchada con aire. Construcciones neumáticas híbridas. Elección de las formas neumáticas convenientes.

3. Geometría de la superficie: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.

4. Materialización y comportamiento estructural. Criterios para "estabilizar" una estructura neumática. Para cada Subsistema: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico; a sus posibilidades formales y funcionales, a su realización con distintos materiales y técnicas constructivas. A su factibilidad técnico-económica.

5. Características tecnológicas y problemas constructivos. En sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras.

6. Criterios generales de pre-dimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.

7. Membranas tensadas, criterios de diseño y pre-dimensionado. Apoyos.

#### **Unidad Temática N°9. Sistemas estructurales de compresión dominante.**

1. Definición del Sistema Estructural. Generalidades. Mecanismos Dominantes y Secundarios. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.

2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Estructuras de compresión dominante en que la cubierta tiene forma de superficie de: Simple curvatura (superficie de traslación) Doble curvatura total positiva (superficie de revolución y traslación). Doble curvatura total negativa (superficie de revolución y traslación).

3. Geometría de las superficies: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.





4. Materialización y comportamiento estructural. Problemas de pandeo en sistemas estructuras de compresión dominante. Para cada subsistema estructural: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico, a sus posibilidades formales y funcionales, a la realización con distintos materiales y técnicas constructivas, a su factibilidad técnico-económica.
5. Características tecnológicas y problemas constructivos. Sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras. Criterios generales de: pre-dimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.

#### **Unidad Temática Nº10. Sistemas estructurales laminares. Cáscaras.**

1. Definición del sistema estructural. Generalidades. Mecanismos Dominante y Secundarios. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.
2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Estructuras laminares, cáscaras en que la cubierta tiene forma de superficie de: Simple curvatura (superficie de traslación) Doble curvatura total positiva (superficie de revolución y traslación). Doble curvatura total negativa (superficie de revolución y traslación).
3. Geometría de las superficies: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.
4. Materialización y comportamiento estructural. Pandeo en las cáscaras. Para cada subsistema estructural: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico, a sus posibilidades formales y funcionales, a la realización con distintos materiales y técnicas constructivas, a su factibilidad técnico-económica.
5. Características tecnológicas y problemas constructivos. Sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras.
6. Criterios generales de: predimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.
7. Prefabricación. Aplicación del pretensado en cáscaras Estructuras mixtas. Composición estructural.

#### **Unidad Temática Nº11. Sistemas estructurales laminares planos. Plegados.**

1. Definición del Sistema Estructural. Generalidades. Mecanismos Dominantes y Secundarios. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.
2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Clasificación por su configuración geométrica: prismáticas, semi-prismáticas, piramidales, con conicidad. Clasificación por la forma de la sección del plegado. Plegados simples y plegados múltiples. Plegados unidireccionales y bidireccionales.
3. Geometría de las superficies: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.
4. Materialización y comportamiento estructural. Problemas de borde en los plegados. Problemas de pandeo. Proporciones del plegado y la indeformabilidad de las aristas Para cada subsistema estructural: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico, a sus posibilidades formales y funcionales, a la realización con distintos materiales y técnicas constructivas, a su factibilidad técnico-económica.
5. Características tecnológicas y problemas constructivos. Sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras.
6. Criterios generales de: predimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.
7. Prefabricación. Aplicación del pretensado en estructuras plegadas de hormigón armado. Estructuras mixtas. Composición estructural. Plegados Metálicos.

#### **Unidad Temática Nº12. Sistemas estructurales de barras.**

1. Definición del Sistema Estructural. Generalidades. Mecanismos Dominantes y Secundarios. Referencias históricas. Su evolución y perspectivas. Análisis de obras realizadas.
2. Tipología y clasificación. Posibilidades formales. Estéreo estructuras y estructuras planas. Estructuras de barras en que la cubierta tiene forma de superficie de: Simple curvatura (superficie de revolución y traslación) Doble curvatura total positiva (superficie de revolución y traslación). Doble curvatura total negativa (superficie de revolución y traslación).
3. Geometría de las superficies: limitación, interpenetración y composición de sectores. El espacio y la forma resultante. Plantas.
4. Materialización y comportamiento estructural. Pandeo en barras en sistemas estructurales similar compresión dominante. Para cada subsistema estructural: análisis, síntesis y evaluación en cuanto a su importancia como factor condicionante y condicionado



del Diseño Arquitectónico, a sus posibilidades formales y funcionales, a la realización con distintos materiales y técnicas constructivas, a su factibilidad técnico-económica.

5. Características tecnológicas y problemas constructivos. Sus ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Límites inferiores y superiores de competencia. Fiabilidad de estas obras.

6. Criterios generales de: predimensionado, dimensionado y verificación. Diseño de apoyos y fundaciones.

7. Prefabricación e industrialización. Estructuras mixtas. Composición estructural.

### Modalidad de Enseñanza:

La Cátedra, desde el primer nivel de estructuras, busca estimular en los estudiantes la capacidad de percibir a la estructura como un elemento integral de la arquitectura, donde su función, además de resistir cargas y garantizar la estabilidad de los edificios, contribuye al proyecto arquitectónico, añadiendo otros valores que aumenten el interés y la vivencia en los edificios.

### Desarrollo del curso

Clases teóricas en las aulas y prácticas en los talleres. Los alumnos tienen acceso, con antelación, tanto a las clases teóricas impresas como a la guía de TP y todo material didáctico complementario. El desarrollo y presentación de los trabajos prácticos es grupal, en grupos de hasta 6 integrantes como máximo. Los Trabajos Prácticos comprenden ejercitaciones que conforman una carpeta de T.P., adjunto a trabajos de investigación y modelos y/o maquetas a los efectos de la realización de experiencias. En el cronograma se fijan fechas de entrega para cada trabajo práctico.

### Modalidad de Evaluación:

#### Aprobación del cursado.

La carpeta de TPs. al finalizar la cursada, debe contener el 100% de los trabajos realizados y aprobados. Con la carpeta completa se firma la aprobación de los Trabajos Prácticos. Serán considerados regulares y estarán en condiciones de firmar la aprobación de los Trabajos Prácticos, aquellos alumnos que acrediten el 75% de asistencia y el 100% de los trabajos prácticos aprobados dentro de los requisitos y tiempos establecidos. Con tres ausentes consecutivos se pierde la condición de regular. Aprobación de la materia.

Una vez aprobado los Trabajos Prácticos se está en condiciones de dar el examen final.

#### Aprobación de final.

##### Sistema de evaluaciones integradoras optativas.

La cátedra implementa un sistema de evaluaciones integradoras optativas (no vinculante con la aprobación de los trabajos prácticos) con el propósito lograr instancias parciales donde el alumno pueda integrar los conocimientos adquiridos hasta el momento y aplicarlos sobre una propuesta concreta.

En cada cuatrimestre se plantean dos, con sus instancias de recuperación: por un lado una ejercitación práctica integradora y por otro una serie de preguntas teóricas que comprenden conceptos desarrollados y/o análisis de situaciones particulares.

##### La aprobación de las evaluaciones habilita en el examen final y sólo por un año a:

- desarrollar una evaluación teórica de los temas que se dictaron durante la cursada si aprobó la instancia de la práctica (del 1º y 2º cuatrimestre)
- desarrollar una evaluación práctica de los temas que se realizaron durante la cursada si aprobó la instancia teórica (del 1º y 2º cuatrimestre)
- desarrollar un tema teórico si el alumno utilizó este sistema y aprobó las cuatro evaluaciones en cualquiera de sus instancias (las dos prácticas y las dos teóricas).

El contenido de estas evaluaciones, elaborado con la colaboración del equipo, mantiene las características de las ejercitaciones realizadas en los trabajos prácticos, pero los ejercicios integran los conceptos de tres o cuatro unidades.



Los alumnos son informados con antelación de las características de ejercitación práctica, cantidad de ejercicios, tiempos para realización de los mismos y pautas y criterios de evaluación. Asimismo, tienen a su disposición un listado de preguntas teóricas que abarcan todos los temas tratados en las respectivas unidades temáticas.

### **Examen Final.**

El examen final comprende la totalidad de los contenidos, tanto prácticos como teóricos, del programa de la materia. Consiste en una ejercitación práctica integradora y una serie de preguntas teóricas que comprenden conceptos desarrollados durante la cursada o, el análisis de situaciones particulares. El contenido de la evaluación mantiene las características de las ejercitaciones realizadas en los trabajos prácticos, pero con criterio integrador.

### **Bibliografía:**

#### **Bibliografía Básica:**

- Apuntes y guías preparados por los docentes de la Cátedra.
- Edificios de gran altura. Tipologías estructurales.
- Edificios de gran altura. Acciones horizontales.
- Edificios de gran altura. Tabiques.
- Edificios de gran altura. Pórticos.
- Edificios de gran altura. Tubos.
- Cubiertas de grandes luces. Estructuras de tracción.
- Cubiertas de grandes luces. Estructuras de compresión.
- Elementos de Mecánica de suelos y fundaciones.
- Texto de los Reglamentos CIRSOC 102 e INPRES-CIRSOC 103.
- Temas de estructuras especiales, P. PERLES- ed. Kliczkowsky/Nobuco.
- Tipologías Estructurales. La desmaterialización de las Estructuras de grandes luces. J. Becker- E. Kuschnir.
- Notas para el diseño Sismo- resistente. E. Kuschnir, FADU, 2002.
- Diseño Estructural en Arquitectura – SALVADORI y LEVY. Ed. CECSA., Bs. As.
- High- Rise Building Structures - W. SCHEULLER. John Willey & Sons. Traducción realizada para la cátedra por el Ing. José Becker.

#### **Bibliografía Complementaria:**

- Diseño Sísmico de edificios. BAZÁN / MELLI. Ed. Limusa-
- Sistemas de estructuras. - ENGEL, H. Ed. Blume corregida. Madrid.
- Edificios Altos- Ing. M.G. Fratelli. Ed. De la autora 1998.
- Mecánica de suelos. Terzaghi - Peck. El Ateneo .Buenos Aires.
- Cimentaciones. W.E. Shulze - K. Simmer. Ed. Blume. Madrid.