

# ESTRUCTURAS 1

## Estructuras resistentes para edificios de baja complejidad

Anual
Día de Cursado: Viernes y Sábados
Promoción por Exámen final

Listado de cátedras	(por orden alfabético y por turno)
Mañana	Prof. Ing. Laruccia Prof. Arq. Perlés Prof. Arq. Terzoni
Tarde	Prof. Arq. Roizen
Noche	Prof. Ing. Cardoni Prof. Ing. Laruccia Prof. Arq. Perlés Prof. Arq. Roizen Prof. Arq. Terzoni

### Contenidos

Cargas que actúan sobre las estructuras. Resolución de sistemas de fuerzas aplicando los principios de la Estática. Inmovilización de una estructura. Vínculos. Reacciones de vínculo. Diagramas de características. Geometría de los elementos estructurales. Resistencia y características de los materiales estructurales. Estructuras de reticulado: determinación de esfuerzos. Solicitaciones. Dimensionamiento de piezas sometidas a: Tracción y compresión. Pandeo en barras. Flexión plana normal y oblicua Flexión compuesta. Deformaciones. Sistemas hiperestáticos. Su resolución. Estructuras de Acero y Madera. Fundaciones de estructuras del nivel de Estructuras 1.

### Objetivos

Proporcionar a los alumnos aquellos conocimientos y herramientas imprescindibles para el análisis, comprensión, diseño y resolución de estructuras de baja complejidad, capacitándolo para articular estos sistemas resistentes a los requerimientos del proyecto arquitectónico, con la finalidad de conformar un todo único e indisoluble. Se ha de priorizar el estudio de materiales homogéneos, como la Madera y el Acero, por la mayor facilidad de interpretación para quienes aún no cuentan con los conocimientos necesarios para reconocer el comportamiento mecánico de materiales y/o esquemas de mayor complejidad. Se otorgará especial relevancia al análisis de los diagramas de características a modo de radiografías que permiten seguir y entender la distribución de solicitaciones, detectar las zonas más afectadas y diseñar en consecuencia las piezas o esquemas más apropiados en correspondencia con esos diagramas. El alumno ha de ir adquiriendo paulatinamente las aptitudes requeridas para seleccionar aquellos sistemas que mejor se adecuen a las posibilidades tecnológicas y socioeconómicas del medio en que le toca actuar. El diseño de estos tipos estructurales, su predimensionado con su verificación o cálculo en ese orden constituye el primer escalón de la futura tarea estructural del Arquitecto, donde el cálculo será la herramienta de optimización del Diseño Estructural.

**1. Diseño de los "sistemas estructurales" para edificios que responden a los siguientes grados de complejidad**

Del espacio:

Resolución de espacios ubicados en uno o dos niveles con usos de sistemas circulatorios elementales. Espacios de pequeñas luces planas.

De tecnología:

Estructuras que utilizan materiales homogéneos y no homogéneos. Sistemas constructivos tradicionales.

**2. Contenidos y tipología:**

Fundamentos de los contenidos y la necesidad de abordar la temática del área: vivienda, trabajo, salud, educación, etc.

**1. Introducción a la problemática:**

Conocimientos, habilidades y destrezas necesarias a adquirir para el diseño y utilización de la "tipología estructural" propia del nivel 1...El momento del "Proceso de Diseño en el que puede intervenir el "Subsistema Estructural" del edificio a fin que se integre al proceso creativo del "Diseño Arquitectónico" interpretado como un "Sistema Total" Instrumentación del proceso que representa incursionar en forma coordinada en la problemática del nivel, generada por los subsistemas estructurales, constructivos e instalaciones, eligiendo una "Estructura óptima" que a su vez satisfaga a las condicionantes ajenas a la estructura misma. Análisis de soluciones usuales, conjuntamente con su justificación crítica. Variación del diseño estructural de obras realizadas: remodelaciones, refacciones, cambios de destino, etc.

La estructura y sus alcances como factor condicionante y condicionado del diseño arquitectónico. Planteo de alternativas estructurales. Análisis crítico-comparativos de las diversas opciones. Selección de alternativas más adecuadas. Desarrollo de la alternativa elegida. La programación, el diseño, el predimensionado y/o verificación, el dimensionado definitivo. Problemas de materialización de las obras.

Estructuras resistentes arquitectónicas. Definición. Finalidad de la estructura. Exigencias estructurales: el equilibrio, la estabilidad, la resistencia, la economía, la funcionalidad, la estética, etc. Criterio de estructura óptima.

**4.Cargas actuantes sobre las estructuras:**

Definición. Objeto del estudio de las Cargas que actúan sobre una estructura. Fundamentos. Clasificación de las cargas: según su origen: gravitacionales, eólicas, especiales. Por el estado inercial: estáticas y dinámicas. Por el tiempo de aplicación de la carga: permanentes y accidentales. Por su ubicación en el espacio: concentradas y distribuidas, cargas de servicio.

Determinación de la magnitud de las cargas. Análisis para su determinación. Criterios de simplificación. Transmisión de las cargas a través de los elementos estructurales.

**1. La estática:**

Definición, objetivos, conceptos generales. Postulados. Estática espacial y Estática plana. Fuerza, concepto, características. Magnitudes escalares y vectoriales. Determinación gráfica y analítica de una fuerza. Escalas de fuerza y longitudes. Escalas usuales. Cuerpo rígido ideal. Hipótesis de rigidez. Elementos básicos de la

Estática: fuerza, y pares de fuerzas. Concepto de equivalencia: Sistema resultante y sistema equilibrante. Principios de la Estática.

## 2. Estática general del plano

Hipótesis de la chapa rígida. Sistemas de fuerzas concurrentes. Sistemas de fuerzas no concurrentes. Sistemas de fuerzas paralelas. Resolución de sistemas de fuerzas concurrentes: suma de fuerzas, resultante y equilibrante. Principio del paralelogramo. Condiciones gráficas y analíticas del equilibrio. Descomposición de una fuerza en dos direcciones. Solución gráfica y analítica. Resolución de sistemas de tres o más fuerzas no concurrentes ni paralelas en el plano. Polígono funicular. Características. Momento de una fuerza con respecto a un punto. Teorema de Varignon. Pares de fuerzas. Suma de pares. Momento de un par con respecto a un punto cualquiera del plano. Suma de una fuerza y un par. Condiciones generales de equilibrio: gráficas y analíticas. Descomposición de una fuerza en dos direcciones. Descomposición de una fuerza en tres direcciones no concurrentes.

### Unidad Temática nº 3

#### Inmovilización de estructuras

Sistemas rígidos vinculados. Grados de libertad de un punto y grados de libertad de una chapa rígida en el plano. Vínculos: diversos tipos. Vínculos aparentes y superabundantes. Apoyos. Inmovilización de una chapa mediante apoyos. Diferentes tipos de apoyos. Aplicaciones a casos prácticos de uso común. Reacciones de vínculo: su determinación. Sistemas constituidos por dos chapas. Grados de libertad. Determinación de sus reacciones de vínculo.

### Unidad Temática nº 4

#### Esfuerzos Característicos

##### 1. Las características

Efecto que las fuerzas externas provocan en el elemento estructural vinculado: análisis de una sección. Esfuerzos característicos: Corte, Momento Flexor, Momento Torsor y Esfuerzo Normal.

##### 2. Diagramas de características.

Concepto y finalidad de los diagramas. Definiciones: momento flexor, esfuerzo de corte y esfuerzo normal. Relaciones analíticas entre los diagramas de características. Aplicación de las relaciones entre diagramas a casos prácticos. Trazados de diagramas de características. Trazado de diagramas en vigas y pórticos isostáticos para distintos tipos de cargas.

### Unidad Temática nº 5

#### Geometría de los elementos estructurales

Centro de gravedad de un cuerpo, baricentro. Baricentros de superficies. Momento de primer orden. Momento estático de superficies respecto a un eje. Procedimientos para su determinación. Momentos de segundo orden: definición, unidades y signos de momento de inercia, centrífugo y polar. Relaciones entre los momentos de inercia y polar. Transposición paralela. Determinación gráfica y analítica del momento de inercia de una figura. Ejes principales de inercia. Ejes conjugados. Momento de inercia de elementos estructurales de secciones simples o compuestas. Características geométricas de la sección normal: área, módulo resistente, radio de giro.



## Unidad Temática nº 6

### Estudio de las características físico-mecánicas de los materiales estructurales

La "resistencia" como exigencia estructural. Propiedades estructurales de los materiales. Hipótesis fundamentales de la Resistencia de Materiales. Tensiones. Ensayos de tracción de aceros comunes y especiales, aluminio y madera. Curvas de tensión-deformación. Límite de fluencia. Proporcionalidad y elasticidad. Módulo de elasticidad o de Young. Ensayos de compresión de la madera y el hormigón. Probetas. Curvas de tensión, deformación. Tensiones de falla. Coeficientes de seguridad. Tensiones admisibles. Tensiones características.

### Segundo cuatrimestre

## Unidad Temática nº 7

### Estructuras de reticulado

Definición. Características y justificación de su uso. Reticulados planos. Cabriadas y vigas de reticulado. Tipologías. Estructuras metálicas y de madera. Generación de un reticulado indeformable. Clasificación de reticulados (constituidos por una chapa). Hipótesis básicas. Esfuerzos en las barras de un reticulado. Determinación de los esfuerzos: método de Cremona, y Cremona con notación Bow, método de Culmann y Ritter.

## Unidad Temática nº 8

### Solicitaciones

#### 1. Casos simples de resistencia:

##### 1.1 Solicitación axil:

###### 1.1.1 Tracción simple:

Distribución de las tensiones. Estado tensional de una sección sometida a esfuerzos de tracción. Módulo de elasticidad y de Poisson. deformaciones. Alargamientos longitudinales y retracciones transversales. Variantes de secciones y posibilidades de formas de elementos resistentes. Elementos resistentes "lineales" (barras) sometidos a esfuerzos de tracción. Verificación del alargamiento de un elemento traccionado. Tensores y barras de reticulado como elementos estructurales.

###### 1.1.2 Compresión simple:

Distribución de las tensiones. Estado tensional de una sección sometida a esfuerzos de compresión. Acortamientos longitudinales y expansiones transversales. La importancia de la "longitud" de las piezas comprimidas en relación con las dimensiones de la sección. Distintos comportamientos entre "longitudes cortas" (compresión simple) y "longitudes largas o esbeltas" (ver problemas de pandeo). La compresión simple y las variantes de secciones y distintas posibilidades de formas de elementos resistentes solicitados a compresión. Ejemplos de piezas cortas-pilares, y largas-columnas (ver pandeo). Comportamiento estructural en ambas situaciones. Muros, pilares, fuerzas actuantes, acciones que soportan; dimensionado y verificación.

### 1.1. 3 Pandeo en acero y madera:

Concepto general del problema. Equilibrio inestable. Carga crítica de pandeo. Período elástico. Fórmula de Euler. Coeficiente de esbeltez. Período plástico para el acero y la madera. Coeficientes de pandeo, esbeltez ideal de un perfil. Luces de pandeo. Tensiones admisibles. Dimensionado y/o verificación columnas de sección simple de acero y de madera.

### 1.2 Corte simple:

Módulo de elasticidad transversal, distorsión. Módulo de Poisson.

### 1.3 Flexión simple:

Flexión simple normal: tensiones y deformaciones. Fórmula fundamental, su aplicación. Proyecto y verificación. Casos constructivos donde se presenta la flexión simple normal. Flexión simple oblicua: fórmula fundamental, descomposición en dos flexiones simples normales.

### 1.4 Torsión:

Fórmulas fundamentales, influencia de la forma de la sección.

## 2.Casos combinados de resistencia:

### 2.1. Flexión plana:

Tensiones normales y tangenciales de corte. Teorema de Cauchy, fórmula de Collignon, tensiones de resbalamiento, diagrama de tensiones de resbalamiento en secciones rectangulares y perfiles. Dimensionamiento y verificación de piezas metálicas y de madera sometidas a flexión plana normal y oblicua.

### 2.2. Flexión compuesta:

Flexotracción y flexocompresión normal y oblicua. Distribución de tensiones. Eje neutro. Núcleo central: sus propiedades y aplicaciones. Dimensionamiento y verificación de piezas metálicas y de madera sometidas a flexión compuesta normal.

## Unidad Temática nº 9

### Deformaciones

Concepto de deformación de las estructuras. Deformaciones por la flexión en vigas y pórticos: análisis comparativo para diversos estados de carga y condiciones de apoyo. Elástica de deformación: concepto y trazado. Relaciones diferenciales entre elongaciones, rotaciones y momentos reducidos. Aplicación de los Teoremas de Mohr. Flecha. Análisis de los factores que intervienen en su determinación. Flecha admisible. Importancia de su verificación, su incidencia directa en los elementos de cerramiento. Análisis comparativo de distintas secciones, materiales: luces y condiciones de apoyo en el valor de la flecha.

## Unidad Temática nº 10

### Sistemas hiperestáticos

La continuidad estructural. Concepto de continuidad. Vinculación entre los elementos integrantes del sistema y la continuidad resultante. Diferencias fundamentales entre estructuras isostáticas e hiperestáticas. Distinción y conveniencia de los sistemas hiperestáticos. Grados de hiperestaticidad. Análisis de los estados de carga de acuerdo a los sistemas estructurales propios del nivel.

Planteo de la resolución de los sistemas hiperestáticamente sustentados. Resolución de estructuras continuas. Resolución y determinación de diagramas de características. Determinación de reacciones de vínculo. Aplicación. Análisis de vigas continuas y sistemas aporticados. Usos de tablas.

## Unidad Temática nº 11

### Nociones de estructuras de acero y madera.

Estructuras simples. Criterios de diseño. Tipología estructural. Ventajas, inconvenientes, alcances y limitaciones. Factibilidad técnico-económica. Formas constructivas corrientes. Uso de tablas. Dimensionado y verificación de piezas. Nociones de medios de unión.

## Unidad Temática nº 12

### Fundaciones

Consideraciones generales de diseño. Transmisión de las distintas cargas al plano de fundación. Zapatas continuas. Bases centradas macizas. Bases para estructuras metálicas simples. Dimensionamiento y/o verificación. Concepto de valor soporte, capacidad portante y tensión admisible de los distintos suelos de fundación.

### Modalidad de Dictado

Los contenidos se transmiten a través de clases teóricas, teórico – prácticas a cargo del equipo docente básicamente, con algunas intervenciones de profesionales invitados especializados para determinadas temáticas. También se incluyen visitas a Laboratorios de Ensayos y a obras de la escala correspondiente al nivel (o su visualización mediante diapositivas, transparencias, láminas, videos, etc.).

Los trabajos prácticos se desarrollan grupalmente y se recopilan encarpetados para su presentación en las entregas parciales y firma de Trabajos Prácticos.

Cada etapa tendrá una fecha de entrega final, pero previamente a ella, los alumnos deberán presentar a los docentes, sus trabajos para que los mismos, constaten su evolución y realicen correcciones.

Los alumnos deberán asistir como mínimo al 75% de las clases teóricas y prácticas.

Para promocionar la materia se deberá aprobar el 100% de los Trabajos Prácticos y el Examen Final.

Las evaluaciones se efectuarán durante todo el proceso de enseñanza – aprendizaje, o sea por cada unidad pedagógica, por cada etapa del curso, por el curso completo (corresponde a la aprobación de la totalidad de los trabajos prácticos), y por la instancia final, (cuando el alumno aprueba el examen). Se propenderá al desarrollo de una actitud permanentemente activa en el alumno, que le permita tomar conciencia de las adecuadas correcciones para alcanzar las metas fijadas.

### Bibliografía Básica

- Bibliografía elaborada por cada cátedra.
- Estática de las Construcciones, E. AVENBURG, ed. O. Bonano.
- Resistencia de materiales, E. AVENBURG, ed. Espacio.
- Bases para un diseño estructural, E. AVENBURG, ed. O Bonano.
- Estabilidad 1er. curso, E. FLIESS, ed. Kapelusz.
- Estabilidad 2do. Curso, E FLIESS, ed. Kapelusz.

### Bibliografía Ampliada

- Razón y Ser de los Tipos Estructurales, E. TORROJA, ed. Artes Gráficas Mag. Madrid.
- Diseño estructural en Arquitectura, M. G. SALVADORI, Cía. Ed. Continental, México
- Elementos de Resistencia de Materiales, TIMOSHENKO – YOUNG, Ed. Montaner y Simón, Barcelona.
- Introducción a las Estructuras de los Edificios, D. DÍAZ PUERTAS, Ed Summa, Buenos Aires.
- El Lenguaje Arquitectónico, P.L. Nervi, F.A.U., Buenos Aires.
- Intuición y Razonamiento en el Diseño Estructural, D. MOISSET DE ESPANES, Ed. Escala.
- La Estructura W ROSENTHAL, Ed. Blume.
- Sistemas de Estructuras H.ENGEL, Ed. Blume.
- La madera en la arquitectura, B VILLASUSO, El Ateneo.
- Ciencia de la Construcción, O. BELLUZZI, Ed. Aguilar.
- Curso Superior de Resistencia de Materiales, SEELY & SMITH, Ed. Nigar.
- Estructuras para Arquitectos, SALVADORI Y HELLER. Ed. CP 67.