



VII JORNADAS DE TRANSFERENCIA ACADÉMICA

ANÁLISIS ESTRUCTURAL I
ESTABILIDAD
RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

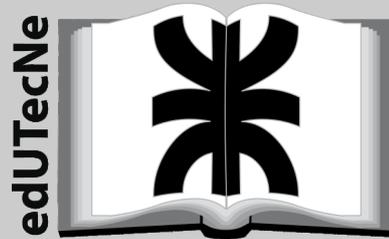
Córdoba 2017

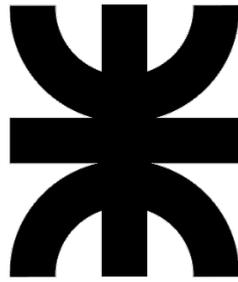


REUN
Red de Editoriales de
Universidades Nacionales



Libro
Universitario
Argentino





Universidad Tecnológica Nacional

**VII Jornada de Transferencia Académica
"Estabilidad - Resistencia de Materiales -
Análisis Estructural I"**

Facultad Regional Córdoba

Córdoba 14 Y 15 de septiembre De 2017

VII Jornada de Transferencia Académica "Estabilidad - Resistencia de Materiales - Análisis Estructural I"

Compiladores

Aiassa Martínez, Gonzalo

Giusti, Sebastian

Arrua, Pedro

Azelart, Daniel

1ª Edición Digital- Córdoba, 2019

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba

edUTecNe, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N.

VII Jornadas Resistencia de los Materiales, Análisis Estructural, I Estabilidad

Córdoba 2017

Compilado por Aiassa Martínez, Gonzalo; Giusti, Sebastian; Arrua, Pedro; Azelart, Daniel .. [et al.]

Edición y diseño: Fernando Cejas.

Diseño de tapa: Carlos Busqued.

1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-01-9

CDD 624

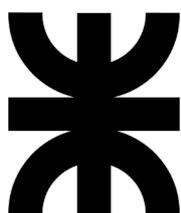
Enero 2019

VII Jornadas Resistencia de los Materiales, Análisis Estructural, I Estabilidad Córdoba 2017 de Transferencia Académica / Enrique Gil ... [et al.] ; compilado por Gonzalo Aiassa Martínez ... [et al.] ; editado por Fernando Cejas. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4998-01-9

1. Estabilidad. 2. Resistencia de Materiales. 3. Análisis Estructural. I. Gil, Enrique II. Aiassa Martínez, Gonzalo, comp. III. Cejas, Fernando, ed.
CDD 624



Universidad Tecnológica Nacional

Rector: Ing. Hector Eduardo **Aiassa**

Vicerrector: Ing. Haroldo **Avetta**

Secretaria Académica: Ing. Liliana Raquel **Cuenca Pletsch**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba

Decano: Ing. Rubén **Soro**

Vicedecano: Ing. Jorge **Abet**

Director Departamento Ingeniería Civil: Dr. Gonzalo **Aiassa Martínez**



edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando H. **Cejas**

Área de edición a cargo: Patricia V. **Cejas**

Director Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía,

Ambiente: Dr. Jaime **Moragues.**

Área Publicaciones: Ing. Carlos **Busqued**

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

Queda hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723

© **edUTecNe, 2019**

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-4998-01-9



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

7° Jornada de Transferencia Académica "Estabilidad - Resistencia de Materiales - Análisis Estructural I"

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba

Indice

Estabilidad

Estabilidad Facultad Regional Bahía Blanca

Enrique Gil; Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional

Estrategia y Enfoque Didáctico en 4 Aspectos de la Materia Estabilidad

Ariel Fernández; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Pablo Carballo; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Juan Pablo Pereyra, Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

La actividad curricular “Estabilidad” en la Facultad Regional Rosario de UTN. Objetivos, estrategias y metodologías para el desarrollo

Alejandro O. Lucarelli; Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

Armando M. F. Pellegrini; Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

Prácticas de enseñanza implementadas en “Estabilidad” en la UTN – Facultad Regional Santa Fe

Ing. Maggi, Oscar; Docente a cargo de la asignatura, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Ing. Ferrando, Romina; Jefe de Trabajos Prácticos, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional

Durunda, Romina; Auxiliar alumno de 2da Categoría, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional

UTN FRBA- Estabilidad Virtual- Abstract

Resistencia de Materiales

Trabajo Final Resistencia de Materiales Facultad Regional Córdoba

Lanari, Nolberto; Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional.

Naveiro, Silvia; Facultad Regional Cordoba, Universidad Tecnológica Nacional.

Pucci, Andrea; Facultad Regional Cordoba, Universidad Tecnológica Nacional.

Prácticas de Enseñanza Implementadas en “Resistencia De Materiales” en la UTN - Facultad Regional Santa Fe.

Mg. Ing. Carrere, Alejandro; Profesor a cargo de la asignatura, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Ing. Román, Nadia; Jefe de Trabajos Prácticos, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Kuchen, Rodolfo; Auxiliar de Trabajos Prácticos de 2da, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Resistencia de los Materiales, Facultad Regional Bahía Blanca

Martín Saravia; Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional

Trabajo final de la asignatura Resistencia de Materiales de la Carrera de Ingeniería Civil

Guillermo P. Trolliet; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Luis Nelson Sosti; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Análisis Estructural I

Análisis Estructural I centralidad de la asignatura e importancia del replanteo de la metodología de su enseñanza

Hugo Félix Begliardo; Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional

Análisis Estructural I en la Facultad Regional Mendoza

Gustavo Palazzo; Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Daniel Sarcinella; Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Jorge Pecorari; Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Gustavo Gioacchini; Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Análisis Estructural I, Introducción al Análisis Estructural y Cargas en la Facultad Regional Bahía Blanca

Eduardo A. Bambill; Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional

Arturo Lezcano; Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional

Aporte del cálculo avanzado a las asignaturas estructurales de tecnologías básicas.

Ariel Fernández; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Pablo Carballo; Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Juan Pablo Pereyra, Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional

Estrategias metodológicas para la enseñanza de análisis estructural I

Flaviano Maggioni; Facultad Regional Venado Tuerto, Universidad Tecnológica Nacional

La actividad curricular “Análisis Estructural I” en la Facultad Regional Rosario de UTN. Objetivos, estrategias y metodologías para el desarrollo

José Luis Laluce; Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional

Antonio Muiños; Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional

Prácticas de Enseñanza Implementadas en “Análisis Estructural I” en la UTN - Regional Santa Fe

Ing. Maggi, Oscar; Profesor Adjunto, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Ing. De Santis, Eduardo; Jefe de Trabajos Practicos, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Esp. Ing. Juan Manuel, Franco; Ayudante de Trabajos Practicos, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

ESTABILIDAD
FACULTAD REGIONAL BAHIA
BLANCA

Enrique Gil

Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: enrigil@bvconline.com.ar

RESUMEN

Estabilidad es una asignatura del bloque curricular Tecnologías Básicas, que tiene a Análisis Matemático I, Física I y Álgebra y Geometría Analítica como asignaturas correlativas para cursar y aprobar.

1. INTRODUCCIÓN

La currícula consta de un temario que abarca tanto aspectos teóricos como prácticos vinculados a la resolución de pórticos isostáticos.

El dictado de clases teórico-prácticas se realiza semanalmente, con apoyo de apuntes de cátedras. Se indica al alumno la bibliografía de consulta permanente.

Al comienzo del cuatrimestre se suministra al alumno un apunte básico, el cual sirve como guía troncal de estudio. De esta manera se intenta promover la participación activa de los alumnos en las clases, evitando que distraigan su atención tomando apuntes.

Por otra parte, el alumno, reunido en comisiones para favorecer la discusión, deberá resolver los Trabajos Prácticos propuestos por la Cátedra, presentando los mismos en forma individual.

2. PROGRAMA ANALÍTICO.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN - CONCEPTOS GENERALES

Objeto y principios de la estática. Concepto de fuerza. Momento de una fuerza respecto de un punto. Momento de una fuerza respecto de un eje. Par de fuerzas. Traslación de fuerzas y pares. Sistemas de fuerzas. Teorema de Varignon. Reducción de sistemas de fuerzas. Sistemas equivalentes de fuerzas. Equilibrio de sistemas de fuerzas. Fuerzas paralelas. Centro de fuerzas paralelas. Centro de gravedad. Centroides de figuras planas. Sistemas continuos y discretos. Teorema de Pappus-Guldin.

TEMA 2: SISTEMAS CONCURRENTES

Sistemas concurrentes planos. Cinemática del punto en el plano. Grados de libertad. Concepto de vínculo. Vinculación de un punto. Biela. Equilibrio. Reacciones. La barra axil isostática. Análisis de sistemas axiles isostáticos planos simples. Sistemas concurrentes espaciales. Cinemática del punto en el espacio. Grados de libertad. Vinculación. Equilibrio. Reacciones. Análisis de sistemas axiles isostáticos espaciales simples.

TEMA 3: SISTEMAS PLANOS

Concepto de chapa. Cinemática de la chapa rígida. Grados de libertad. Vinculación. Equilibrio de la chapa isostática. Reacciones. Fuerzas distribuidas. Sistema de chapas rígidas. Desplazamientos relativos. Vínculos relativos. Cadenas cinemáticas. Vinculación. Autoisostático. Reacciones externas y relativas. Reticulados planos. Distintos tipos. Determinación de esfuerzos. Planteo matricial. Estructuras de barras. Esfuerzos internos. Noción de rigidez a flexión. Momento de segundo orden de figuras planas. Sistemas discretos y continuos. Cambio de coordenadas. Teorema de Steiner. Ejes principales. Círculo de Mohr. La viga isostática. Vigas Gerber. Pórticos. Arcos. Cables. Cables con cargas concentradas. Cables con cargas distribuidas. Cable parabólico. Catenaria.

TEMA 4: SISTEMAS ESPACIALES

Concepto de placa. Cinemática de la placa rígida. Grados de libertad. Vinculación. Equilibrio de la placa isostática. Estructuras normales de barras. Esfuerzos internos. Sólido en el espacio. Grados de libertad. Vinculación. Estructuras espaciales de barras, casos sencillos. Reacciones y esfuerzos internos. Reticulados espaciales.

TEMA 5: NOCIONES DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Nociones sobre tipos estructurales. Hipótesis simplificativa de cálculo. Esquemmatización admitida para el cálculo. Determinación de acciones. Cargas sobre las estructuras. Normativas vigentes. Esquema de cargas. Cargas permanentes. Sobrecargas accidentales.

TEMA 6: LINEAS DE INFLUENCIA

Concepto. Definición. Coeficiente de influencia. Determinación analítica de línea de influencia. Diagrama de influencia. Complemento de cinemática plana. Cadena cinemática de un grado de libertad. Desplazamientos virtuales de cadenas cinemáticas. Diagramas de corrimientos. Trabajo de una fuerza. Principio de los trabajos virtuales. Aplicación del principio de los trabajos virtuales al trazado de líneas de influencia.

2.1. Análisis de los contenidos

Unidad Temática 1: Introduce al alumno en los conceptos básicos de la asignatura. Generación de modelos estructurales, conceptos de rigidez, sistemas de ecuaciones estáticamente determinados, indeterminados e incompatibles. Análisis de sistemas de masas y de fuerzas.

Unidad Temática 2: Se analiza la estructura más elemental, el punto material. Se incorporan los conceptos de vínculos y se plantean las ecuaciones de la estática para el cálculo de sus reacciones.

Unidad Temática 3: Estudia modelos estructurales planos como chapas, reticulados y sistemas deformables continuos. Se analiza su vinculación y se realizan distintos planteos para el cálculo de sus reacciones y esfuerzos internos.

Unidad Temática 4: Introduce el concepto de especialidad de las estructuras y se estudia el equilibrio de casos sencillos.

Unidad Temática 5: Presenta sucintamente las nociones de análisis estructural. Hipótesis simplificativas de cálculo. Esquemmatización admitida para el cálculo. Determinación de acciones. Cargas sobre las estructuras. Normativas vigentes. Esquema de cargas. Cargas permanentes. Sobrecargas accidentales.

Unidad Temática 6: Se inicia con un complemento de cinemática plana para un posterior estudio del Principio de los Trabajos Virtuales y su aplicación en el trazado de Líneas de Influencia. Se plantean distintas estructuras sometidas a cargas móviles.

2.2 Objetivos de la materia

- Conocer los conceptos de estructura, cargas, acciones y esfuerzos internos.
- Comprender el concepto de especialidad de toda la estructura y los conceptos de equilibrio y estabilidad.
- Generar habilidad para realizar análisis de cargas y acciones, estudiar el equilibrio y determinar solicitaciones de sistemas planos y espaciales isostáticos.
- Despertar curiosidad por los problemas estructurales generales y por los métodos prácticos de resolución mediante el uso de herramientas computacionales.

3. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

La enseñanza de la asignatura es de tipo colectiva empleándose para los contenidos elementales el método expositivo. Las clases se desarrollan en forma teórico-práctica con el objetivo de lograr una activa participación de los alumnos a través de la discusión del temario propuesto en cada jornada. Se proporcionan apuntes de clases para la mayoría de los temas. La finalidad de suministrar los apuntes básicos es que el alumno no distraiga su atención por el tomado de notas.

En la práctica se aplican y ejercitan los conceptos adquiridos en teoría empleando una modalidad de agrupamientos. Para la realización de los trabajos prácticos se sugiere a los alumnos formar comisiones para favorecer la discusión de criterios, pero la entrega es individual.

Se fomenta un ámbito de consultas que pueden ser realizadas en clase, modalidad puede ser grupal o individual, se abarca el tiempo que sea necesario evacuarla. Se estimula al alumno a que interactúe con los docentes para lograr el mejor resultado en su aprendizaje.

Se introduce al alumno en el empleo de herramientas informáticas (PPlan, Autocad, planillas de cálculo, etc.).

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La enseñanza de la asignatura es de tipo colectiva empleándose para los contenidos elementales el método expositivo. Las clases se desarrollan en forma teórico-prácticas con el objetivo de lograr una activa participación de los alumnos a través de la discusión del temario propuesto en cada jornada. Se proporcionan apuntes de clases para la mayoría de los temas. La finalidad de suministrar los apuntes básicos es que el alumno no distraiga su atención por el tomado de notas. En la práctica se aplican y ejercitan los conceptos adquiridos en teoría.

4.1. Modalidad de agrupamientos:

Para la realización de los trabajos prácticos se sugiere a los alumnos formar comisiones para favorecer la discusión de criterios, pero la entrega es individual.

4.2. Consultas:

Pueden ser realizadas en clase, modalidad puede ser grupal o individual, se abarca el tiempo que sea necesario evacuarla. Se estimula al alumno a que interactúe con los docentes para lograr el mejor resultado en su aprendizaje

4.3. Actividades dirigidas a desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita:

Presentación y elaboración de los trabajos prácticos propuestos.

4.4 Organización de espacios dentro y fuera del ámbito universitario:

Si existe interés los alumnos pueden participar en cursos de utilización (de seminario) de software para la resolución de pórticos (PPlan bajo Windows, etc.), dictado por el Departamento de Ingeniería Civil

5. EVALUACIÓN

Se toman de 3 parciales cada uno con su correspondiente recuperatorio. La nota de aprobación es 6.

Gran parte de los ejercicios de los prácticos los alumnos lo desarrollan en comisión con una exposición del mismo en el pizarrón para todo el curso. Con esto se va obteniendo un

concepto de los alumnos, se mejora la asistencia a las clases prácticas y se optimizan los tiempos asignados a cada práctico.

Los alumnos que han superado ampliamente los objetivos del curso y han obtenido una nota mayor o igual a 8 se les ofrece la posibilidad de una Aprobación Directa. Aquellos alumnos que habiendo aprobado un parcial no alcanzan la nota de Aprobación Directa, pueden llegar a la misma rindiendo el recuperatorio correspondiente. La nota final de Aprobación Directa surge de promediar todos los parciales y recuperatorios que haya rendido.

6. BIBLIOGRAFIA

Autor	Título	Editorial	Año Edición
Beer F.; Russell Johnston E.	Mecánica vectorial para ingenieros	Mc Graw-Hill	1979
Belluzzi O.	Ciencia de la construcción	Aguilar	1977
Fliess E. D.	Estabilidad. Primer curso	Kapeluz	1963
Hibbeler R. C.	Mecánica para ingenieros: Estática	Cía. Editorial Continental S. A	1982
INTI	Reglamento CIRSOC de acciones sobre las estructuras	INTI	
Kiseliow V. A	Mecánica e construcción	Mir	1976
Meoli H.	Lecciones de estática gráfica	Nigar	1958
Meriam J. L.	Estática	Reverte	1980
Shames I. H.	Ingeniería mecánica	Dossat	1979
Timoshenko S.- Young D.	Mecánica técnica	Hachette	1955

ESTRATEGIA Y ENFOQUE DIDACTICO EN 4 ASPECTOS DE LA MATERIA ESTABILIDAD

Ing. Ariel Fernandez
info@afestructural.com.ar

Ing. Pablo Carballo
pablocarballo2000@hotmail.com

Ing. Juan Pablo Pereyra
juanpablopereyra81@hotmail.com

RESUMEN

Se reflexionará acerca de cómo es la estrategia aplicada y cuáles son los resultados obtenidos de 4 aspectos puntuales que se desarrollan en la materia Estabilidad. En primer lugar, se analizará la implementación de métodos matriciales, como alternativa de métodos gráficos y cuál es su aplicación en otras instancias de la carrera. En segundo lugar, como la construcción de un kit de bielas por parte del alumno, mejora su reflexión en el tema análisis cinemático. En tercer lugar, se analizará cómo se logra motivar la participación del alumno mediante aplicación de reglamentos CIRSOC en ejercicios sencillos de Ingeniería Estructural. En último lugar, compartir comentarios acerca de cómo es la modalidad de evaluaciones parciales de cada TP.

ASIGNATURA: **ESTABILIDAD**

EXPOSITOR: **ING. ARIEL FERNANDEZ**
info@afestructural.com.ar

1-ANALISIS MATRICIAL:

Se valora como método de resolución alternativo a distintos problemas básicos de la materia, como descomposición de fuerzas, obtención de reacciones de vínculos en estructuras isostáticas, resolución de reticulados simples isostáticos. La resolución de las matrices se plantea mediante software Mathcad. Se destacará la aplicación como primer contacto con el método en problemas simples de nuestra materia y su futura aplicación en instancias futuras en la carrera en matrices de rigidez de estructuras bidimensionales simples y elementos finitos. También se destaca el primer contacto con el software, de amplia aceptación en el medio.

2-KIT DE BIELAS

Su utilización se centra en el proceso de justificación del análisis cinemático de estructuras simples de cadenas abiertas y cerradas. Ayuda a la reflexión del alumno y a consolidar conceptos, al momento de realizar dicho análisis inicial del esquema estructural propuesto. La modalidad incluye subir el video a YouTube para apreciación de la cátedra y por el resto de los alumnos.

3-ANALISIS DE CARGAS

Se propone un primer contacto con el reglamento CIRSOC 101-05, al plantear problemas con situaciones reales y simples de Ingeniería Estructural. En dicha resolución se deben resolver análisis de cargas introduciendo al alumno en la aplicación del reglamento y a la interpretación de problemas en esquemas unifilares. La actividad se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con las normas CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05.

4-INTERROGATORIO TRABAJO PRACTICO

Se propone como alternativa al tradicional “parcialito” de cada TP, un múltiple choice interactivo bajo la modalidad de un sistema on line y en tiempo real, utilizando la plataforma kahoot. Dicha aplicación permite la obtención de los resultados en el momento de finalizado el interrogatorio.

**LA ACTIVIDAD CURRICULAR “ESTABILIDAD”
EN LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO DE UTN
OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO**

Ing. Alejandro O. Lucarelli

Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

alejandrolucarelli@hotmail.com

Ing. Armando M. F. Pellegrini

Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

armando_pellegrini@yahoo.com.ar

Resumen

Este trabajo presenta los objetivos, estrategias didácticas y metodologías utilizadas en el desarrollo de la asignatura Estabilidad, del segundo año de la carrera Ingeniería Civil, en la Facultad Regional Rosario de UTN. La misma se ubica en el Diseño Curricular de la carrera dentro del Bloque de Tecnologías Básicas, en el Área Estabilidad y Resistencia de Materiales, formando el conocimiento de los alumnos sobre los conceptos de estructura, cargas, acciones y deformaciones. Comprendiendo la espacialidad de toda la estructura, y los conceptos de equilibrio y estabilidad en sistemas isostáticos.

Se plantearán los criterios utilizados en el desarrollo de los distintos contenidos, como así también la documentación y bibliografía adoptada, articulación con otras asignaturas, y los factores de evaluación utilizados para la aprobación de la materia.

1. INTRODUCCIÓN

El ordenamiento planteado para exponer la actividad curricular de la asignatura Estabilidad en la Facultad Regional Rosario se desarrolla sobre los siguientes temas a tratar: Estructura de la actividad curricular, Objetivos de la asignatura, Contenidos, Distribución de carga horaria, Metodología de trabajo, Articulación con otras asignaturas, Evaluación y Referencias bibliográficas.

Se incorpora un resumen de las dificultades encontradas durante el desarrollo de la asignatura, como así también comentarios sobre las experiencias en el seguimiento de las mismas.

2. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:

ESTABILIDAD

Área: Estabilidad y Resistencia de Materiales

Bloque: Tecnologías Básicas

Modalidad: Anual

Carga horaria semanal: 5 horas cátedra

Carga horaria anual: 160 horas cátedra.

Composición del equipo docente:

Profesor Asociado: Ing. Alejandro O. Lucarelli

Jefe de TP: Ing. Armando M. F. Pellegrini

3. OBJETIVOS:

3.1. Objetivos generales s/ Ordenanza 1030/2004 CS

- Conocer los conceptos de estructura, cargas, acciones y deformaciones.
- Comprender el concepto de espacialidad de toda la estructura y los conceptos de equilibrio y estabilidad.
- Demostrar habilidad para realizar análisis de cargas y acciones, estudiar el equilibrio de sistemas planos y espaciales isostáticos y determinar solicitaciones en sistemas isostáticos.
- Despertar curiosidad por los problemas estructurales generales y por los métodos prácticos de resolución mediante el uso de herramientas computacionales.

3.2. Objetivos generales de la Cátedra

- Identificar conceptos fundamentales asociados a las cargas, la transmisión de esfuerzos y la vinculación de sistemas estructurales, profundizando el estudio sobre las problemáticas planteadas, anterior y paralelamente, en las materias integradoras de los dos primeros niveles de la carrera, e integrar la capacidad de modelización desarrollada por la base Físico Matemática.

- Abordar los conocimientos clásicos de la Estática Aplicada, y elementos de la Teoría de Tensiones, para determinar el equilibrio de sistemas estructurales generales y la distribución de esfuerzos internos en sistemas estructurales lineales: estructuras isostáticas simples y compuestas sometidas a la acción de fuerzas exteriores.
- Estudiar características geométricas de secciones asociadas a sistemas estructurales lineales, baricentros, momentos de inercia.
- Permitir al estudiante estar en condiciones de abordar inmediatamente la Resistencia de Materiales, con el objeto de efectuar dimensionamientos y calcular deformaciones, así como de prevenir fallas.

4. CONTENIDOS:

4.1. Contenidos según Ordenanza 1030/2004 CS

- Estática de la partícula. Momento de la fuerza. Reducción de sistemas de fuerzas. Descomposición de fuerzas.
- Equilibrio del cuerpo rígido. Sistemas vinculados. Centros de gravedad. Momentos de 1° y 2° orden. Acciones y cargas sobre la estructura. Estructuras lineales. Esfuerzos característicos. Reticulados planos y espaciales. Vigas. Pórticos y arcos planos. Pórticos simples espaciales. Cables. Líneas de influencia. Tensiones y deformaciones.

4.2. Contenidos del Programa Analítico de la Asignatura

Unidad Didáctica Nº 1

ESTATICA DE LA PARTICULA. Fuerzas. Momentos. MOMENTO DE UNA FUERZA. Momento de un vector con respecto a un punto. Momento de un vector con respecto a un eje. Relación entre momentos de un vector con respecto a dos polos. REDUCCION DE SISTEMAS DE FUERZAS. DESCOMPOSICION DE FUERZAS. Sistemas planos y espaciales. ACCIONES Y CARGAS SOBRE UNA ESTRUCTURA. Cargas. Sistemas de fuerzas distribuidas sobre líneas, superficies y volúmenes. Curva funicular.

Unidad Didáctica Nº 2

EQUILIBRIO DEL CUERPO RIGIDO. Cuerpo rígido. Grados de libertad. Chapa y barra: conceptos; desplazamientos; grados de libertad. Vínculos: conceptos; tipos de vínculo. SISTEMAS VINCULADOS. Vinculación isostática, hipostática e hiperestática. Condiciones de equilibrio en el plano y en el espacio. Equilibrio de los cuerpos rígidos vinculados; ecuaciones de equilibrio externo. Cadenas cinemáticas: concepto; distintos tipos; análisis de sus grados de libertad; casos particulares. Equilibrio de cadenas cinemáticas vinculadas isostáticamente.

Unidad Didáctica Nº 3

VIGAS. PÓRTICOS Y ARCOS PLANOS. PÓRTICOS SIMPLES ESPACIALES. ESTRUCTURAS LINEALES. Equilibrio externo e interno de sistemas de alma llena. ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS (esfuerzo normal, esfuerzos de corte, momentos flectores y momento torsor): conceptos; relaciones; diagramas. Casos particulares. Estudio de puntos críticos. Trazado de diagramas de Mt, Mf, N y Q. Arcos triarticulados. Vigas Gerber.

CABLES. Cargas actuantes; reacciones; esfuerzos internos; geometría resultante.

Unidad Didáctica Nº 4

RETICULADOS PLANOS Y ESPACIALES. Sistemas planos isostáticos: concepto; hipótesis; generación; esfuerzos internos; casos particulares. Métodos de resolución: método de los nudos; método de Ritter; métodos gráficos; métodos computacionales; otros métodos. Análisis comparado de aplicabilidad de los distintos métodos. Análisis de cumplimiento de hipótesis en estructuras reticuladas reales.

Unidad Didáctica Nº 5

El método cinemático. Corrimientos absolutos y relativos. Diagramas de corrimientos; aplicación a cadenas cinemáticas de un grado de libertad. Desplazamientos virtuales. Trabajos virtuales. Principio de los trabajos virtuales. Aplicaciones. LÍNEAS DE INFLUENCIA. Aplicación en sistemas isostáticos de alma llena (esfuerzos de corte y normales, momentos) y reticulados (esfuerzos axiales). Diagramas envolventes.

TENSIONES Y DEFORMACIONES. Conceptos básicos de tensión y deformación. Aplicaciones.

Unidad Didáctica Nº 6

MOMENTOS DE 1º Y 2º ORDEN DE FIGURAS PLANAS. CENTROS DE GRAVEDAD. Baricentro: concepto y aplicaciones. Inercia: concepto y aplicaciones. Momento de inercia de una superficie con respecto a un eje; producto de inercia; momento de inercia polar. Cálculo para figuras sencillas. Teorema de Steiner. Cálculo de inercia para ejes rotados a partir de los originales. Ejes conjugados de inercia. Momentos y ejes principales de inercia. Círculo de Mohr. Carácter tensorial de la inercia. Comparación de valores de inercia para distintas secciones; introducción al estudio de su relación con la resistencia.

5. DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA:

La distribución de actividades entre teóricas y prácticas las ordenamos según el siguiente cuadro:

Actividad desarrollada	Carga horaria destinada (horas Cátedra)
Desarrollo teórico	80
Resolución de problemas	80

La resolución de trabajos prácticos por parte de los alumnos se inicia en horarios de clases, para completarse como trabajo individual acompañado por los docentes en horarios de consultas.

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO:

La modalidad elegida es teórico-práctica, alternando exposiciones docentes con análisis de material bibliográfico, y resolución de problemas, abordándose casos diversos que abarcan el campo de las estructuras lineales, y afrontándose también casos reales, con imágenes de estructuras civiles específicas. A ello se suman trabajos de campo mediante visitas a obras civiles.

Los trabajos prácticos, de acuerdo con el Diseño Curricular de la Universidad, están integrados al análisis teórico; consisten en ejercicios sencillos y en resolución de situaciones concretas que implican el aprendizaje, la comparación y el dominio de las principales estructuras teóricas de la asignatura. Dada la importante carga horaria y la trascendencia de esta materia en la carrera, y particularmente por las capacidades de aplicación que desarrolla, se privilegia la actividad del estudiante en clase, lo que lleva a completar la guía de trabajos prácticos con análisis crítico de teorías y defensa oral de la producción personal.

Asimismo, se complementa el desarrollo de los trabajos prácticos con un “Taller” de cada unidad, realizando una actividad grupal donde se comparten los conocimientos adquiridos con la guía del cuerpo docente.

La programación es flexible y adecuada al avance de los alumnos; los trabajos se plantean semanalmente mediante un proceso de evaluación permanente, para garantizar el avance real del estudiante a lo largo del curso. La resolución de la guía de trabajos prácticos es obligatoria. La presentación formal para su corrección se efectúa en fechas de vencimiento prefijadas en el cronograma asignado al comienzo del curso, de acuerdo con un formato normalizado.

En la integración horizontal del segundo nivel de Ingeniería Civil, esta asignatura completa su práctica con visitas a obras, orientadas a identificar y comparar elementos, conceptos y criterios de la Estabilidad presentes en ellas, y con la reflexión sobre las estructuras matemáticas subyacentes en los métodos de análisis y resolución que le competen.

7. ARTICULACION CON OTRAS ASIGNATURAS:

En el diseño curricular de la carrera, Estabilidad está ubicada entre las asignaturas comunes de la especialidad, propias e indispensables en la formación del Ingeniero Civil.

La asignatura constituye la base previa necesaria para el Análisis Estructural y la Resistencia de Materiales, que involucra el cálculo de tensiones y deformaciones, el dimensionamiento, el cálculo de estados límites, estados últimos, etc., de sistemas estructurales lineales simples y compuestos.

Asimismo, sirve como plataforma para el estudio posterior del equilibrio relacionado a la Hidráulica y a la Tecnología de la Construcción (incluyendo esta última habilidad para el

diseño y cálculo de detalles constructivos de obras civiles, el proyecto de demoliciones, apuntalamiento, tablestacados, rellenos y compactaciones, encofrados, submuraciones, etc.)

La asignatura toma como base la capacidad de modelización abordada en Análisis Matemático I, y en Álgebra y Geometría Analítica, y profundiza conceptos de la Estática abordados en Física I.

De la problemática de la Ingeniería Civil abordada anterior y paralelamente en las materias integradoras de los dos primeros niveles, Estabilidad toma y profundiza la función estructural.

Se integra a Ingeniería Civil II (que estudia los materiales de las obras civiles y sus aplicaciones, y analiza y comprende problemas básicos de la Ingeniería Civil), resolviendo cuestiones de Estática de obras civiles y dando base al estudio de problemas de Resistencia de Materiales.

8. EVALUACION:

El proceso de evaluación se logra a través del cumplimiento de la asistencia, el seguimiento en la realización de los trabajos prácticos, y la resolución de exámenes parciales teórico-prácticos por parte de los alumnos.

Se adecua a lo establecido en la Ordenanza 1549/2016 CS, en vigencia a partir del ciclo lectivo 2017. La metodología de evaluación se explicita al inicio del curso

8.1. Régimen de Aprobación Directa:

Estarán comprendidos dentro de este Régimen de aprobación aquellos alumnos que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tener una asistencia a clases mayor o igual al 80%. Incluye la totalidad de las clases de desarrollos teóricos y prácticos.
- Deberán presentar el 100% de los Trabajos Prácticos previamente a la fecha indicada para cada uno de ellos (esta condición no admite postergaciones) y realizar las correcciones que indique la cátedra previamente a una nueva presentación, coincidente con la fecha del Trabajo Práctico siguiente. La realización y presentación de los mismos será individual por cada alumno.
- Aprobar cuatro exámenes parciales teórico – prácticos, en fechas a fijar por la cátedra, uno de los cuales podrá ser recuperado en el caso de resultar desaprobado.

8.2. Régimen de Aprobación no directa – Examen final:

Estarán comprendidos dentro de este Régimen de aprobación aquellos alumnos que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tener una asistencia a clases mayor o igual al 75%. Incluye la totalidad de las clases de desarrollos teóricos y prácticos.

- Deberán presentar el 100% de los Trabajos Prácticos previamente a la fecha indicada para cada uno de ellos (esta condición no admite postergaciones) y realizar las correcciones que indique la cátedra preferentemente antes de la presentación del Trabajo Práctico siguiente. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos, dichas correcciones deberán realizarse antes de la finalización del 6° llamado a exámenes (como última fecha admitida). La realización y presentación de los mismos será individual por cada alumno.

8.3. No Aprobación:

Aquellos alumnos que no hayan demostrado niveles de aprendizaje en la resolución de los Trabajos Prácticos o hayan incumplido las exigencias de asistencia a clases, deberán recurrar la asignatura.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Libros. Disponibles en la biblioteca de la facultad.

Titulo	Autor(es)	Editorial
Estabilidad I	Fliess, E	Kapelusz
Mecánica para Ingenieros	Meriam, J / Kraige, L	Reverté
Ciencia de la Construcción V1	Belluzzi, O	Aguilar
Mecánica Técnica	Timoshenko, S / Young, D	Hachette
Apuntes de Mecánica Aplicada, FCEIA UNR, FRRO UTN	Zamboni, R	
Mecánica de Materiales	Beer, F / Johnston, E	McGraw-Hill
Estática y Resistencia de Materiales	Jackson, J / Wirtz, H	McGraw-Hill
Resistencia de Materiales	Ortiz Berrocal, L	McGraw-Hill
Resistencia de Materiales V1	Timoshenko, S	Espasa-Calpe
Estática Aplicada	Saliger, R	Labor
Ingeniería Mecánica: Estática	Hibbeler, Russel C.	McGraw-Hill
Mecánica para Ingeniería: Estática	Bedford, A.; Fowler, W.	Pearson Educación

10. DIFICULTADES ENCONTRADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA:

10.1. Dificultades halladas en los alumnos durante la resolución de problemas:

- Diagramas de cuerpo libre. Análisis físico del problema. Falta de interpretación de la interacción entre las distintas partes del sistema planteado.
- Escaso desarrollo en la aplicación del Dibujo Técnico en su implementación para la solución de los problemas.
- Descomposición de fuerzas. Error al multiplicar por las funciones trigonométricas complementarias pertinentes. Piezas inclinadas con cargas uniformemente repartidas.
- Apuro en el cálculo de las reacciones de vínculo. No verifican las mismas. Principalmente en sistemas compuestos.
- Los cálculos matemáticos son imprecisos, observándose que los errores se producen por la falta de práctica y desatención, no por el total desconocimiento del tema.

10.2. Dificultades encontradas para rendir el examen final de la materia:

- Falta de aprobación de las materias correlativas del año anterior. Mediante la Ordenanza 1549/2016 CS, vigente a partir del ciclo lectivo 2017, implementamos las condiciones de aprobación directa.
- Las cavilaciones al momento de responder a la ejercitación planteada hacen muy lento el proceso de resolución del problema, lo cual potencia los errores matemáticos de cálculo, y no permiten concluir con la totalidad de la ejercitación teórica-práctica planteada.

ESTABILIDAD - RESISTENCIA DE LOS MATERIALES – ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA IMPLEMENTADAS EN “ESTABILIDAD” EN LA UTN - REGIONAL SANTA FE

Ing. Maggi, Oscar

Docente a cargo de la asignatura

omaggi@frsf.utn.edu.ar

Ing. Ferrando, Romina

Jefe de Trabajos Prácticos

romivfh@gmail.com

Durunda, Romina

Auxiliar alumno de 2da Categoría

romi.durunda@gmail.com

Resumen

La siguiente presentación tiene como objetivo dar a conocer y compartir las pautas, condiciones, planificación, metodología y objetivos buscados en el desarrollo a lo largo del año académico de la cátedra de “**Estabilidad**” del 2do año de la carrera de Ingeniería Civil dictada en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

Como resultado de la participación en este encuentro, esperamos poder compartir nuestras experiencias y nutrirnos del intercambio con las demás regionales y sus actividades dentro y fuera del aula, y así, de esta manera mejorar nuestras prácticas educativas para con nuestros alumnos, futuros profesionales el día de mañana.

A continuación, presentamos una breve descripción de nuestra labor como docentes de la cátedra. Cabe aclarar que, Estabilidad conforma la primera asignatura de la carrera, que aborda temáticas del análisis de estructuras, seguida de Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I.

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se describe la metodología y las prácticas implementadas en la cátedra “Estabilidad” de la UTN-FRSF. El equipo de cátedra actual está conformado por el Profesor, el JTP y una Ayudante de 2°.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS METODOLOGÍAS EN LA UTN-FRSF

Para la carrera de Ingeniería Civil en la UTN-FRSF se observa en las prácticas docentes, que generalmente las clases están divididas en módulos de teoría, dictadas por el Profesor, y módulos de práctica, dictadas por el Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) o Ayudante.

En la mayoría de los casos, en una clase teórica el Profesor explica mediante presentaciones digitales y/o utilizando el pizarrón los conceptos que están detallados en los apuntes de clase, que en las asignaturas estudiadas son apuntes confeccionados por la cátedra que se distribuyen en forma de fotocopias.

Luego, en la clase de práctica, el JTP explica la resolución de ejercicios o problemas – tipo, mediante el uso del pizarrón. Dichos ejercicios se encuentran también en un apunte de clase previamente elaborado por la cátedra. En ambas clases, teoría y práctica, los alumnos siguen las explicaciones del profesor con sus apuntes en mano, con mayor o menor grado de participación dependiendo del grupo y del docente a cargo. En ocasiones, algunos docentes piden a los alumnos que realicen trabajos en grupos, ya sea dentro del horario de clase o como tarea extra. Existen, en algunas cátedras, Trabajos de Laboratorio que son realizados en los Laboratorios que posee la Facultad y luego los alumnos presentan algún informe sobre lo realizado.

En cuanto a los materiales utilizados, como los apuntes y las guías de ejercicios, generalmente están elaboradas hace años. Estos apuntes pueden estar en revisión permanente y actualizarse, según la cátedra. Existen también en las cátedras algunos libros de consulta para los alumnos. En algunas materias se utiliza software como material didáctico en el desarrollo de las clases y generalmente se utilizan en temas o momentos puntuales.

Por otro lado, la evaluación de las asignaturas se realiza mayormente por medio de evaluaciones parciales, otorgando al alumno la posibilidad de promocionar los contenidos de la materia. Los parciales se realizan en un día y hora determinados por la cátedra y los alumnos disponen de una cierta cantidad de tiempo para resolverlos. Luego, los profesores los corrigen y otorgan un cierto puntaje a la evaluación. Cumpliendo con ciertas condiciones de porcentajes el alumno puede regularizar y promocionar la materia. Existen también propuestas de Trabajos Prácticos (TP) de distinto tipo, con ejercicios y una duración determinada, en grupos, individuales, con puntaje, con aprobación, con exposición, etc. Los docentes, en general, brindan espacios de consulta adicionales a los horarios de clases.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CÁTEDRA “ESTABILIDAD”:

3.1. LINEAMIENTOS

Esta asignatura se dicta anualmente, en el 2° nivel de la carrera, con una duración semanal de 5 hs-cátedra. Los alumnos de Ing. Civil cursan 7 materias anuales en el 2° nivel. Fuera del horario de la cátedra, todas las semanas, cada docente perteneciente a la cátedra establece horarios de consulta.

3.2. OBJETIVOS

Los objetivos de esta asignatura son, principalmente:

- Comprender y aplicar las leyes que rigen el equilibrio de los sistemas estructurales
- Ubicar baricentros de líneas, superficies y cuerpos; determinar ejes principales y calcular momentos de primer y segundo orden de figuras planas
- Conocer los conceptos de estructura, cargas, acciones, tensiones y deformaciones
- Desarrollar y demostrar habilidades para realizar análisis de cargas y acciones, estudiar equilibrio de sistemas planos y espaciales isostáticos
- Determinar solicitaciones en sistemas isostáticos
- Profundizar el interés por los problemas estructurales
- Utilizar los métodos prácticos de resolución mediante el uso de herramientas computacionales
- Desarrollar la capacidad para resolver estructuras isostáticas

3.3. PROGRAMA CURRICULAR

Los contenidos que se desarrollan en la cátedra son:

- Sistemas de fuerzas
- Sistemas vinculados
- Sistemas de reticulados
- Sistemas de alma llena
- Baricentros. Momentos de primer y segundo orden
- Principio de los Trabajos Virtuales - Líneas de influencia
- Estados tensionales y deformacionales
- Cables

3.4. DESARROLLO DE CLASES

Los diferentes contenidos se desarrollan en forma encadenada a lo largo del año, tratando de vincular cada tema con los anteriores y posteriores, a fin de desarrollar las clases de una manera integradora. Los contenidos se van interrelacionando entre sí y son necesarios para avanzar a lo largo del año y constituir una mirada global de la asignatura.

Durante el desarrollo de una clase teórica, el docente a cargo expone presentaciones y trabaja en el pizarrón. El material utilizado y expuesto durante la clase es previamente colgado en el Campus Virtual de la cátedra para que el alumno opte por utilizarlo como guía

en el transcurso de la clase.

El desarrollo de los contenidos de teoría y la realización de ejercicios prácticos, si bien responde a la planificación de la asignatura, no se establece días fijos para el dictado de cada temática, sino que se avanza según el desarrollo que ocupa cada contenido y de acuerdo a como los alumnos incorporan los mismos.

Con respecto a las clases de práctica, se utilizan Guías de Trabajos Prácticos elaboradas por la cátedra, que cuentan con una selección de problemas representativos para el desarrollo de los diferentes trabajos prácticos (ejercicios de clase), resúmenes de fórmulas y tablas.

La asignatura cuenta con “Guías de Apoyo Didáctico” de cada tema, como ayuda para el desarrollo de los conceptos teóricos, las cuales se suman a la bibliografía disponible en la biblioteca de la UTN FRSE, que los alumnos pueden consultar para complementar el dictado de cada tema. Además, tal cual lo indicado precedentemente, se dispone de “Guía de Trabajos Prácticos” para cada uno de los temas desarrollados en el ciclo lectivo. Toda esta información se encuentra disponible en el Campus Virtual de la asignatura.

3.5. METODOS DE EVALUACIÓN

3.5.1. EVALUACIÓN CONTINUA – TRABAJOS PRÁCTICOS

Los “Trabajos Prácticos” o “Problemas propuestos” que desarrollan los contenidos anteriores están referidos generalmente a casos reales de la ingeniería, simplificados con un fin didáctico. Los problemas están orientados para favorecer en los alumnos las siguientes actividades: reconocer, plantear y resolver problemas, detectar datos e incógnitas, comparar alternativas, proponer y discutir soluciones, relacionar contenidos, entre otros aspectos.

Además del desarrollo de los “Trabajos Prácticos” o “Problemas propuestos” para clase - representativos de cada uno de los temas de la asignatura-, los alumnos deben llevar a cabo un Trabajo Práctico Integrador (TPI) sobre una estructura a definir por la cátedra al comienzo del año. El mismo abarca contenidos de los principales temas tratados y está basado en una simplificación de una estructura real. Consiste en analizar y calcular algunos elementos de dicha estructura.

Los TPI para "Estabilidad" se diseñan para que los alumnos puedan comprender mejor los contenidos de la materia y puedan aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del año en una estructura similar a una de la realidad.

Los objetivos del TPI son múltiples, pero principalmente se busca favorecer la comprensión de los temas de la materia. Otros objetivos importantes de la realización del TPI son:

- Que el alumno pueda relacionarse con una estructura similar a una de la realidad
- Que pueda brindar soluciones a los problemas que aparezcan
- Que realice el cálculo de elementos de una estructura y analice e interprete resultados
- Que se acerque a la tarea profesional
- Que incorpore el uso de software y tecnologías que complementan sus actividades
- Que desarrolle la capacidad de escritura de textos en el ámbito académico
- Que pueda trabajar en equipo y aprender a buscar en diferentes fuentes de información

Cabe mencionar que el TPI está pensado para realizarlo a lo largo del año, avanzando en su desarrollo en forma concomitante con el dictado de los distintos temas de la asignatura. Para ello se conforma grupos de tres o cuatro integrantes, según su extensión y complejidad. Está dividido en tres entregas y cada una involucra los incisos anteriores. Cada entrega es corregida por el equipo docente y devuelta al grupo para su análisis, corrección y realización de la siguiente etapa. Cada año se propone una estructura distinta. Esto se viene realizando desde el año 2012.

Estos TPI permiten relacionar los contenidos de la materia entre sí, mostrando a los alumnos cómo se relacionan y son necesarios, unos con otros, para la comprensión global de las estructuras trabajadas.

A lo largo de los años, fueron distintas las estructuras a desarrollar en los TPI, algunos ejemplos de tipologías estructurales analizadas fueron de viviendas, naves industriales, techos de cocheras, puentes ferrocarril, puentes peatonales, entre otras.

El enfoque que presenta está dirigido a la resolución continua y ordenada por parte del alumno. Cada etapa está caracterizada por un parámetro o tema central. Para la consigna del trabajo, se utilizan preguntas disparadoras seguida de los requerimientos específicos.

Se comienza con un análisis de la estructura del TPI, observando y comparando con las estructuras reales que el alumno puede visualizar en su entorno, se persigue la familiarización con la estructura dada, mediante el relevamiento, el reconocimiento y el análisis de la misma, para lo cual se recomienda el uso de fotografías, de gráficos, de selección de elementos estructurales particulares. Algunas de las preguntas disparadoras que se utilizan son: ¿Conozco la estructura con la que voy a trabajar? ¿Qué características tiene? ¿Para qué se usa? ¿Cómo funciona? ¿Por qué tiene ese diseño? ¿Algo me llama la atención de esta estructura?

Por el orden del dictado de temas en la asignatura, identificada la estructura, se continúa con el análisis de las cargas, planteándose: ¿Qué cargas actúan en esta estructura? ¿Cómo se sustenta? ¿Cómo puedo dividir la estructura en subsistemas más simples (isostáticos)? ¿Cómo se transmite la carga al suelo? Trabajamos con el “viaje” de las cargas. En esta etapa se plantea al alumno que analice el recorrido de las cargas y efectúe el análisis particular de cada elemento estructural involucrado.

Luego, se trabaja con la determinación de esfuerzos internos y de las propiedades geométricas de los elementos. Por último, se efectúan las conclusiones.

A continuación, se detalla una breve enunciación de los parámetros e información que se entrega a los alumnos en el marco del TPI (documento donde se detalla pormenorizadamente el trabajo a realizar, las características de la estructura a resolver y se establecen los lineamientos y condiciones)

- Consignas
- Datos de dimensiones, materiales.
- Esquemas explicativos de la estructura
- Planos

- Guía y formato a seguir
- Fechas y avances de entrega parciales
- Recomendaciones

Algunos ejemplos de esquemas en el TPI 2017. Estructura de vivienda



Figura 2

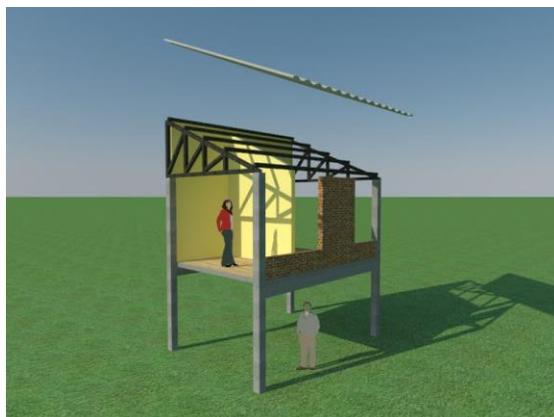


Figura 1

3.5.2. EXAMENES PARCIALES

En esta asignatura se vienen implementado desde años atrás, un sistema de evaluación mediante parciales de resolución individual por los alumnos; su propósito es no sólo el de calificar a los alumnos, sino el de realizar diagnósticos que permitan al docente efectuar oportunas correcciones en el proceso de enseñanza, a partir de una planificación abierta y flexible de las actividades a desarrollar en clases.

Durante el año académico se toman cuatro evaluaciones parciales. Los contenidos evaluados son teóricos y prácticos (esto en los últimos años, anteriormente solo se efectuaban evaluaciones de los contenidos prácticos).

Cada parcial se realiza al finalizar el dictado en clase de los módulos que incluye. La fecha es definida por la cátedra, con acuerdo de los alumnos y consultando a docentes de otras asignaturas del 2° nivel para no superponer fechas con otros parciales. Las evaluaciones se realizan por escrito y pueden ser fuera de los horarios normales de clase, debido a que los tiempos para el dictado de la asignatura son ajustados. Al finalizar dictado de la asignatura, habiéndose tomado los 4 parciales, se plantea la realización de una instancia de recuperación que puede incluir la recuperación de 2 parciales, lo cual permite “Aprobar el Cursado” y/o la denominada “Promoción Directa”.

3.6. PAUTAS DE REGULARIDAD, PROMOCION Y APROBACIÓN DE LA CATEDRA PARA EL AÑO 2017

3.6.1. CONDICIONES DE APROBACIÓN DE CURSADO (REGULARIDAD)

- Aprobar con un mínimo de 4 (cuatro) cada uno de los parciales, con posibilidad de recuperar 2 parciales a fin de año para lograr dicha aprobación. La nota de un recuperatorio reemplaza a la del parcial correspondiente
- Presentar y aprobar cada una de las entregas del Trabajo Práctico Integrador
- Cumplir con los requisitos de asistencia establecidos en el Reglamento de Estudio de la UTN (75%)

3.6.2. CONDICIONES PARA PROMOCIONAR LA MATERIA DURANTE EL CURSADO (PROMOCION DIRECTA)

- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) cada uno de los parciales, con posibilidad de recuperar 2 parciales a fin de año para lograr dicha aprobación. La nota de un recuperatorio reemplaza a la del parcial correspondiente
- Ser regular (aprobar las condiciones presentadas en el punto 3.6.1)

3.6.3. CONDICIONES PARA APROBAR LA MATERIA FUERA DEL CURSADO (APROBACION INDIRECTA)

- Ser regular (aprobar las condiciones presentadas en el punto 3.6.1)
- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) un examen teórico-práctico en correspondencia con las fechas de exámenes establecidas por la UTN FRSF.

La “Promoción Directa -Teoría y Práctica” de la asignatura es optativa. Para el alumno promocionado, la nota final en la materia se calcula promediando la nota de los parciales y del TPI presentado.

4. CONSIDERACIONES DEL EQUIPO DE CÁTEDRA SOBRE EL DICTADO DE LA ASIGNATURA:

La experiencia en el dictado de esta asignatura, con un curso integrado por un número de alumnos que supera los 70 alumnos en promedio anual, no ha llevado a realizar las siguientes consideraciones:

- Si bien es fundamental el desarrollo de los contenidos teóricos, para la comprensión e incorporación de estos conocimientos por parte del alumno, resulta determinante el desarrollo de los contenidos utilizando casos concretos reales a través de una numerosa ejercitación (resolución de problemas tipo).
- El desarrollo de los contenidos teóricos debe ir rápidamente aplicado a situaciones prácticas concretas, a los fines de que los alumnos puedan comprenderlos y luego aplicarlos.
- Esta situación hace que el desarrollo de los contenidos prácticos de la asignatura resulte determinante para la aprobación de la asignatura, y por lo cual se ocupa en el orden del 70% del horario destinado para su desarrollo, en todo el ciclo lectivo.
- La implementación del sistema de promoción mediante parciales ha resultado positiva, esto significa que sobre el total de alumnos inscriptos anualmente, al finalizar el ciclo lectivo efectivamente aprueban el cursado en el orden del 70%, y más del 40% promocionan en forma directa o en las primeras mesas posteriores a la finalización del cursado.
- Los alumnos que no adhieren al sistema de promoción mediante parciales, los resultados académicos y de aprobación de la asignatura se extiende en el tiempo.
- La implementación del TPI ha tenido un muy buen resultado en cuanto a que el alumno entienda que, en el 2do. nivel de la carrera, ya poseen conocimientos para resolver una estructura real (simplificada), y esto ha motivado un mayor interés y participación de estos en la asignatura, y fundamentalmente los ayuda en forma significativa a entender los contenidos desarrollados.
- No obstante, las distintas estrategias implementadas para el dictado de la asignatura, se sigue detectando en los niveles superiores de la carrera, limitaciones de los alumnos en cuanto a entender el comportamiento y la resolución de las estructuras isostáticas, y esto nos obliga a seguir buscando mejorar las metodologías, a fin de revertir esta situación.

SANTA FE, Setiembre de 2017.

UTN- FRBA- CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTABILIDAD VIRTUAL

Históricamente en la carrera de Ingeniería Civil de la UTN-FRBA, se ha observado que recurrentemente los estudiantes tienen gran dificultad para poder regularizar, y aprobar la asignatura Estabilidad, correspondiente al segundo nivel de la carrera.

Esta circunstancia tiene fuerte incidencia en los niveles de deserción en los primeros años, y su resolución es un objetivo académico de máxima importancia, especialmente al considerar que los contenidos de Estabilidad son fundamentales para las siguientes asignaturas del área estructural. Por lo tanto el Departamento de Ingeniería Civil ha desarrollado, a través del tiempo, diversas estrategias buscando resolver la problemática. Un aspecto a tener en cuenta es que esta situación se ha presentado independientemente de los distintos docentes y sus diferentes metodologías de enseñanza, cuestión que se pone de manifiesto en los cinco cursos en que se imparte tradicionalmente la asignatura en la FRBA.

Con este objetivo, el Consejo Departamental de la Carrera, en la búsqueda de soluciones novedosas, y en conjunto con la Dirección de Innovación Educativa y Campus Virtual de la Facultad, desarrollo un curso, para Estabilidad, con la metodología de cursado intensivo semipresencial, aprobada por la Universidad,

Para la implementación de esta materia a través del campus virtual de la UTN FRBA, se desarrolló un proceso, que incluyó las siguientes etapas:

- Preparación del material didáctico teórico y gráfico a utilizar.
- Ejecución del contenido práctico de la materia. (ejercicios, problemas y autoevaluaciones)
- Consensuar con todos los docentes que integran la cátedra, el enfoque, terminología y presentación de los distintos temas.
- Establecer la metodología de evaluación conceptual de los estudiantes a través de su actividad en el campus virtual, sin tener casi clases presenciales.
- Conciliar el dictado de la materia en 12 semanas.
- Armado definitivo del aula virtual.
- Definir el perfil del estudiante que podría acceder a esta modalidad de dictado, en su fase inicial.

A lo largo del proceso, se implementó el testeado del material que se fue elaborando, con alumnos voluntarios entre los que cursaban la asignatura en forma tradicional, ofreciéndoles la posibilidad de realizar el estudio de algunas de las unidades a través del aula virtual.

Finalmente, durante el 1º cuatrimestre de 2017 se implementó el dictado del primer curso con esta modalidad, obteniendo resultados muy alentadores, lo que llevo a realizar un nuevo curso en el actual cuatrimestre.

7° JORNADA DE TRANSFERENCIA ACADÉMICA "ESTABILIDAD - RESISTENCIA DE MATERIALES - ANÁLISIS ESTRUCTURAL I"

Trabajo Final Resistencia de Materiales en la Facultad Regional Córdoba

Lanari, Nolberto (UTN, FRC)

nolbertolanari@gmail.com

Naveiro, Silvia (UTN, FRC)

snaveiro@gmail.com

Pucci, Andrea (UTN, FRC)

aluciapucci@gmail.com

RESUMEN

La asignatura Resistencia de Materiales se dicta en el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Córdoba (FRC), y se basa en el estudio de tensiones y deformaciones de elementos estructurales que se comportan de forma elástica y lineal.

Resistencia de Materiales se articula fuertemente con materias de ciencias básicas y también con asignaturas de la especialidad, y es la base, conjuntamente con Estática, para abordar el análisis estructural en asignaturas posteriores.

Los contenidos desarrollados en las unidades temáticas están orientados según el perfil del graduado de la UTN, seleccionando ejercicios vinculados a situaciones de la vida real y considerando que el conocimiento de la Resistencia de Materiales es indispensable en las carreras de ingeniería.

El presente trabajo tiene como fin mostrar los resultados obtenidos a lo largo de estos años en términos estadísticos y presentar las experiencias suscitadas en el trabajo en las aulas. En este sentido, se menciona la incorporación de una clase de repaso de estática, la profundización en las unidades de solicitaciones combinadas y la introducción de la evaluación parcial teórica según la Ordenanza 1549. Se mencionan las mejoras logradas y las dificultades que se presentan en cada uno de los casos.

Se aborda finalmente las propuestas de mejora que permitirían subsanar los inconvenientes detectados y se espera, que el intercambio producido con los colegas de otras regionales en estas jornadas permita enriquecer el trabajo diario, y avanzar en la formación de futuros ingenieros con sólidos conocimientos técnicos, pero también con las competencias requeridas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (UTN)

En el marco de lo académico, el objetivo de la UTN es *"Preparar profesionales idóneos en el ámbito de la tecnología capaces de actuar con eficiencia, responsabilidad, creatividad, sentido crítico y sensibilidad social"* (Estatuto UTN, 2011), para satisfacer las necesidades del medio socio-productivo, y para generar y emprender alternativas innovadoras que promuevan sustentablemente el desarrollo económico nacional y regional en un marco de justicia y solidaridad social.

Debe *"Promover y Desarrollar estudios e investigaciones y formar Recursos Humanos del más alto nivel académico"*(Estatuto UTN, 2011), de manera de contribuir a una mejor calidad de vida de la sociedad y desarrollo nacional, y la prestación de asistencia científica y tecnológica a entidades públicas y privadas para la promoción, fomento, organización y dirección de producción.

1.2. ORIENTACIÓN DE LA ASIGNATURA SEGÚN EL PERFIL DEL GRADUADO

De acuerdo con el perfil del graduado de la UTN la orientación de la asignatura se basa en una selección de contenidos en función de los problemas básicos de ingeniería o problemas que representen situaciones de la vida real. Estos problemas generan en el estudiante la necesidad de búsqueda de distintas soluciones con creatividad, con el fin de que el futuro profesional pueda aportar soluciones prácticas y efectivas a los problemas cotidianos.

Se busca que el alumno sea competente en el manejo teórico-práctico de tecnologías, tomando en cuenta que la interrelación con otros ámbitos requiere una adecuada sensibilidad social para canalizar inquietudes y dar soluciones. Estos aportes deben contar con fuerte fundamento técnico, pero a la vez ser socialmente responsable y sostenible.

Dentro del marco del perfil del graduado de la UTN, también se pretende orientar al alumno en un proceso formativo que considere las características regionales y su potencial como docente e investigador. Aquellos alumnos que muestren inclinación por la investigación y desarrollo de nuevos conocimientos deberán ser apoyados por el plantel académico del área teniendo como objetivo una posible continuidad académica posterior a la carrera de grado.

2. ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA RESISTENCIA DE MATERIALES

2.1. GENERALIDADES

Objetivos:

Al finalizar la Asignatura, el alumno debe alcanzar los siguientes puntos (según programa vigente):

- Conocer los principios teóricos de la Mecánica de Materiales sobre la base de los conceptos básicos de la elasticidad y la plasticidad.

- Desarrollar habilidad para el cálculo de las tensiones y deformaciones en secciones de barras elásticas solicitadas a esfuerzos axiales, de flexión, torsión, corte y combinadas.
- Promover la actitud y disposición para comprender y analizar los problemas de ingeniería y transferir al alumno los conceptos fundamentales para que puedan analizar y resolver correctamente problemas de aplicación tecnológica.
 - Desarrollar capacidad para ejecutar métodos de cálculos y usos de tablas y ábacos afines.

Contenidos:

El temario general establecido en el programa curricular del plan 1995 es el siguiente:

- UT 1: Fundamentos de la Resistencia de Materiales.
- UT 2: Solicitaciones axiales.
- UT 3: Estado plano de tensiones.
- UT 4: Solicitaciones a flexión.
- UT 5: Solicitaciones por torsión.
- UT 6: Solicitaciones por corte en flexión.
- UT 7: Solicitaciones compuestas.
- UT 8: Deformaciones por flexión.
- UT 9: Barras con carga axial de compresión. Pandeo.
- UT 10: Solicitaciones dinámicas.

El temario se considera suficiente en función de la articulación con las asignaturas relacionadas con el área.

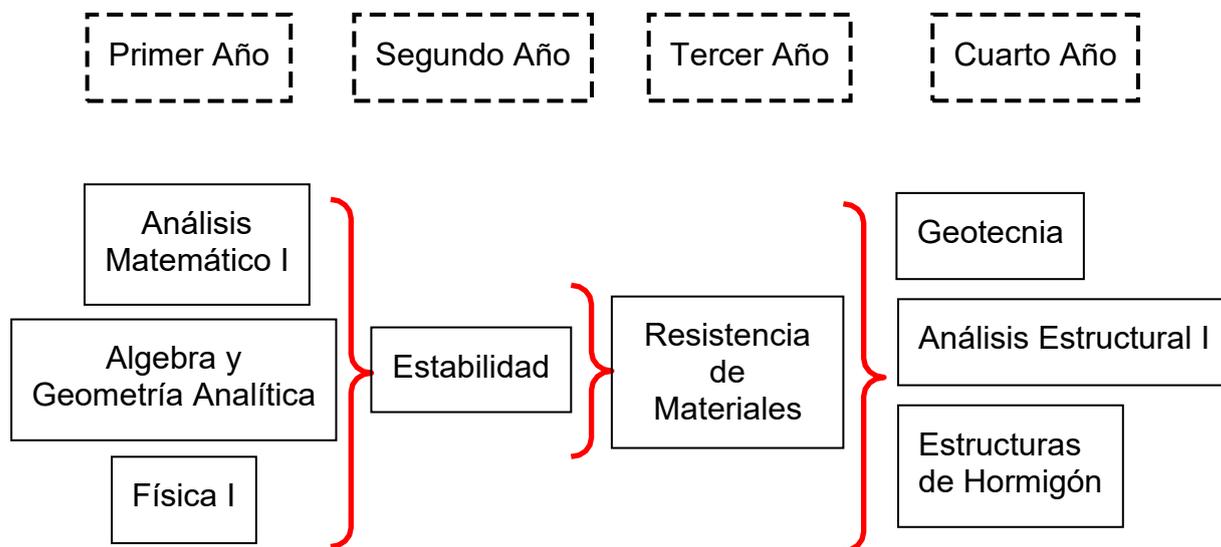
2.2. ARTICULACIÓN EN EL ÁREA, EL NIVEL Y EL DISEÑO CURRICULAR.

El conocimiento de la RESISTENCIA DE MATERIALES es indispensable en las carreras de ingeniería y otras especialidades también, pertenece al área estructuras, sub-área estabilidad y resistencia de materiales, pero también se articula con las ciencias básicas y otras de la especialidad, y es la base conjuntamente con la estática para abordar el análisis estructural.

Si bien no forma parte del tronco integrador de la carrera, es indispensable que el Ingeniero Civil adquiera los conocimientos tecnológicos básicos para el proyecto, especificación y dirección de las construcciones de obras, que les permitan resolver problemas concretos de gestión, organización y producción.

La asignatura Resistencia de Materiales se dicta en el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, y se basa en el estudio de tensiones y deformaciones de elementos estructurales que se comportan de forma elástica y lineal.

En el esquema siguiente puede observarse las materias que son necesarias tener cursadas y/o aprobadas para poder cursar y rendir Resistencia de Materiales (Según Plan de estudios de la Ordenanza 1030):



De la observación del esquema anterior es posible dar cuenta que Resistencia de Materiales es una materia importante en la “línea estructural”, en relación con el grado de articulación que presenta con las materias de los años superiores e inferiores.

2.3. DESARROLLO DE LAS CLASES

La asignatura Resistencia de Materiales tiene una modalidad cuatrimestral de cursado, desarrollándose la totalidad del programa en 16 semanas de clases de 8 horas semanales. Las clases teóricas y prácticas se dictan en forma alternada en la misma semana de clase o en forma consecutiva, siguiendo siempre el hilo conductor de los temas.

La cátedra está conformada por Profesor Titular, Jefe de Trabajos Prácticos y Ayudante de Primera, todos con dedicación simple. Este año se incorporó otro Ayudante de Primera con dedicación simple para colaborar en la asignatura.

2.4. METODOLOGÍA

El enfoque pedagógico se basa en una relación estrecha entre Teoría y Práctica, donde el conocimiento se adquiere en forma bidireccional en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal modo que el alumno pueda aplicar los conocimientos teóricos para desarrollar problemas básicos de Ingeniería a modo de trabajo profesional, utilizando los conocimientos de las ciencias básicas, determinando tensiones en sistemas para distintos tipos de cargas aplicadas, o sea, considerando que el alumno se forma haciendo ingeniería.

La metodología para el desarrollo de las clases prácticas es mediante una exposición dialogada, donde se ofrece al estudiante en un corto espacio de tiempo, una visión más clara y accesible de la materia. El profesor ayuda al alumno a sintetizar los conocimientos, a clarificar los conceptos difíciles por medio de ejemplos, a fomentar su capacidad de razonamiento e introducir al estudiante en el manejo del método (Sánchez Gonzáles, 2010). El número considerable de alumnos hace que esta opción metodológica sea apropiada para el desarrollo de las unidades en el tiempo disponible.

En un primer momento de la clase el docente resuelve en el pizarrón algunos ejercicios de forma sistemática y ordenada siguiendo el eje conceptual de la asignatura y activando conocimientos previos de la clase teórica para despertar el interés y la atención. El interrogatorio como generador de procesos reflexivos y críticos favorece el diálogo en la clase.

Se proponen luego algunos ejercicios para que los estudiantes trabajen en grupo. No se plantean en dispositivos grupales impuestos para tal fin, sino que están formados de forma natural o voluntaria de acuerdo a sus intereses y afinidades; los alumnos ya se conocen de otras materias y vienen trabajando en conjunto. Podemos sostener que poseen una organización que les es previa a Resistencia de Materiales, de modo que las actividades se proponen en grupos ya conformados que han evolucionado a través del tiempo y de experiencias comunes anteriores. Han pasado de ser simples agrupamientos, a grupos ya definidos y “validados” por sus integrantes.

Al final de la clase se recuperan los resultados obtenidos por los distintos grupos, se reajustan las dificultades inferidas en el feedback con los estudiantes. Se hace un cierre retomando los conceptos teóricos enunciados al inicio de la clase y se anuncia la relación con el tema propuesto para la clase siguiente.

Por cada Unidad Temática, los alumnos resuelven los problemas de la guía de Trabajos Prácticos que permiten un seguimiento efectivo del rendimiento de los mismos durante el cursado. Este seguimiento permite adquirir por parte del alumno conciencia en el manejo del tiempo, y al docente evaluar el avance y la calidad de los Trabajos Prácticos. Esta metodología permite a la cátedra conocer el estado de situación y planificar las acciones tendientes a corregir insuficiencias. Acta de reuniones de cátedra, resultados de evaluación de parciales y encuesta alumno sobre evaluación docente.

Además, la estrategia docente consiste en acompañar las clases con material elaborado por la cátedra, bibliografía y planilla de cálculo.

2.5. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE REGULARIDAD

Teniendo en cuenta que se trata de una asignatura tecnología básica cuyos objetivos son de “formación en ciencias aplicadas” se hacen necesarios criterios de evaluación sumativa y también de evaluación continua y progresiva, mediante un seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje.

- **Condiciones Generales para el Cursado**

- Cumplir con el 75 % de asistencia a clases teóricas y prácticas, según registro de los docentes, de acuerdo con lo establecido por el Reglamento de Estudio vigente.
- Presentar los ejercicios de clase que forma parte de la carpeta de trabajos prácticos en forma individual, en las fechas indicadas por la cátedra. Se tendrá en cuenta entre otros elementos para su evaluación: prolijidad y claridad en la presentación, procedimiento y resolución del ejercicio. Asistir y realizar el Trabajo Práctico de laboratorio en las instalaciones afín de la UTN FRC.
- Rendir dos (2) evaluaciones parciales teórico-prácticas que se tomarán en forma conjunta, pero calificándose por separado.

- **Condiciones para Aprobación Directa (sin examen final)**

- Cumplir con las condiciones generales 1 y 2.
- Tener aprobados las dos (2) evaluaciones parciales teórico y práctica con notas igual o superior a seis (6). La calificación definitiva resultara del promedio de las evaluaciones teóricas y prácticas.

-

- **Condiciones para Aprobación No Directa - Examen Final**

- Cumplir con las condiciones generales 1 y 2.
- Obtener en las dos (2) evaluaciones parciales teórico y práctica, calificaciones igual o superior a cuatro (4).

- **Nota Aclaratoria:**

Se podrá recuperar solamente una (1) de las dos (2) evaluaciones parciales teórico y práctica (una teórica y una práctica indistintamente), cuya calificación reemplaza a la del examen recuperado y será válida para las condiciones de Aprobación Directa y No Directa.

3. EXPERIENCIAS ACUMULADAS

En los puntos siguientes se describe brevemente las experiencias en el trabajo docente en estos últimos años:

1. Se incorporó una clase de repaso de estática al inicio de la asignatura Resistencia de Materiales, donde se enfatiza en el trazado esquemático de los diagramas de esfuerzos internos a partir de las solicitaciones actuando en la estructura. El hincapié está puesto en la comprensión de la mecánica del problema más que en el desarrollo de las ecuaciones de los diagramas. Las estructuras simples planteadas pretenden “preparar” al estudiante para el estudio de solicitaciones combinadas.

Esta clase, donde se retoman los conceptos de Estabilidad pretende que los conocimientos entre las asignaturas no aparezcan como fragmentados, sino articular el estudio de esfuerzos internos (Estabilidad) con el análisis de tensiones y deformaciones (Resistencia de Materiales).

2. Se profundizó en el tema solicitaciones combinadas y se incorporó la representación de estados tensionales sobre elementos diferenciales.

La representación de los estados tensionales de un elemento diferencial de la pared de un elemento estructural sometido a solicitaciones combinadas permitió conectar la unidad Estado Plano de Tensiones con las restantes del programa.

Sin embargo, se observa una dificultad marcada para lograr la interpretación del problema en 3 dimensiones. Estos inconvenientes se reflejan en las evaluaciones y en las clases de consulta. De la encuesta alumno año 2014 a 2017, se constata también que los temas que les resultaron más dificultosos de comprender son: flexión oblicua, flexión compuesta y pandeo.

3. Los estudiantes generalmente se concentran en uso indiscriminado de automatismos en la aplicación de las fórmulas en lugar de asimilar el comportamiento del elemento estructural expresado en la ecuación.

La modalidad de incorporar la evaluación parcial teórica favoreció, en algunos casos, la comprensión del fenómeno en lugar de “solamente” aplicar la fórmula, mejorando la transferencia de teoría a práctica.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Los gráficos siguientes muestran la condición final alcanzada por los estudiantes en los últimos cuatro (4) años sobre el total de inscriptos en la asignatura.

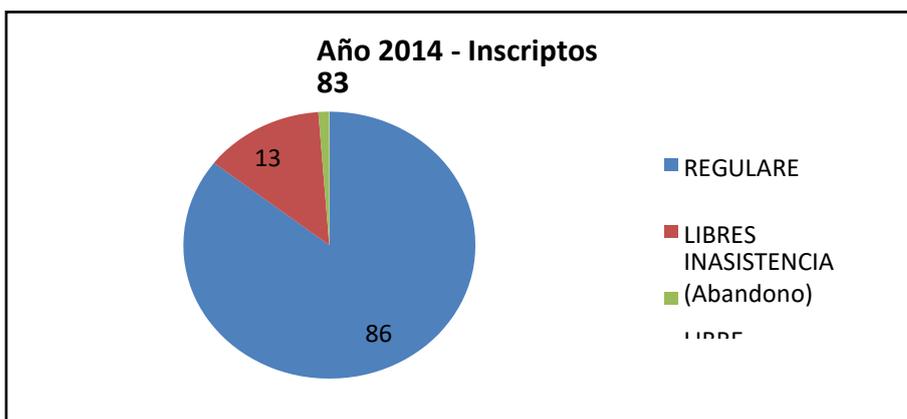


Gráfico N°1: Resultados Evaluaciones - Año 2014

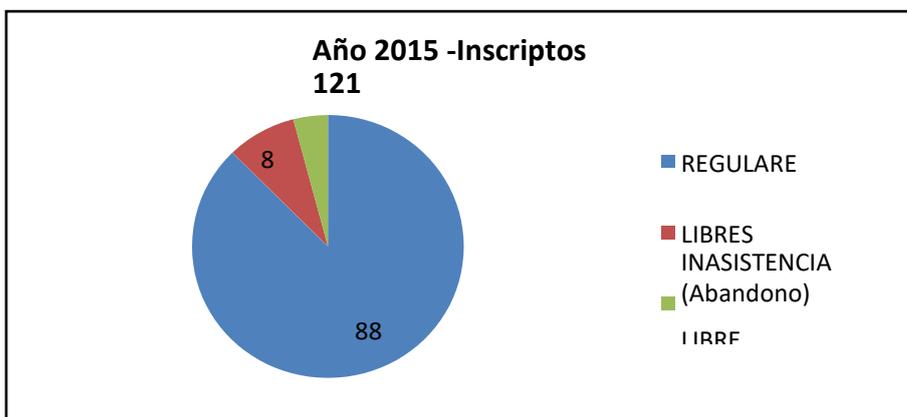


Gráfico N°2: Resultados Evaluaciones - Año 2015

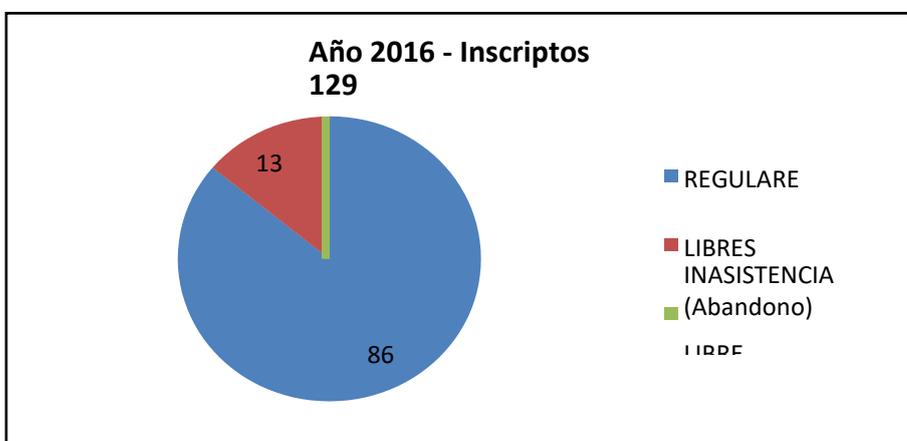


Gráfico N°3: Resultados Evaluaciones - Año 2016

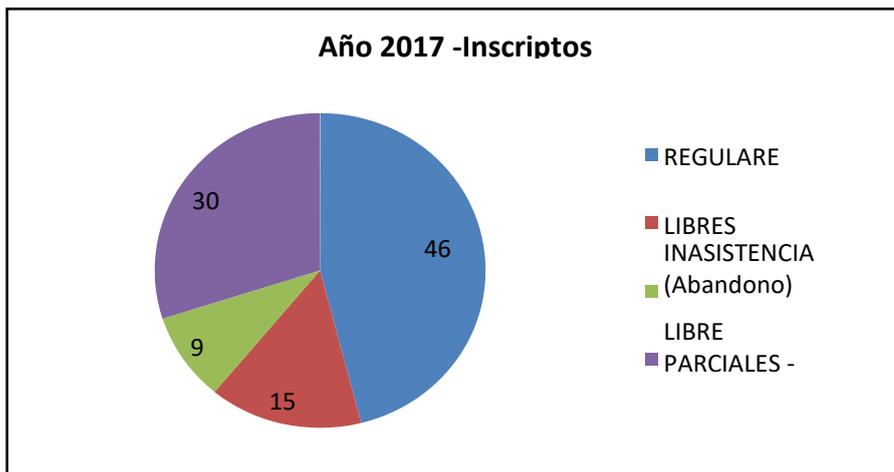


Gráfico N°4: Resultados Evaluaciones - Año 2017

Los resultados de los gráficos precedentes muestran que es mayor la proporción de alumnos que dejan de concurrir a clases, o sea quedan libres por inasistencias (abandono) que los libres por no aprobar parciales. En el ciclo 2017 donde se aplicó el nuevo reglamento de estudio (Ord. 1549) la proporción de libres por evaluación aumentó, posiblemente por incluir en la evaluación un cuestionario de temas teóricos.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

En función de los resultados obtenidos y las experiencias acumuladas se presentan algunas propuestas con la intención de mejorar el rendimiento de los estudiantes:

1. Favorecer la motivación incorporando la presentación de modelos dinámicos en proyector, siempre que el espacio lo permita.
2. Considerando que “El qué y el cómo aprendan los estudiantes depende en gran medida de cómo crean que se les evaluará” (Biggs, 2006) se propone implementar una Evaluación Formativa, sumada a la modalidad sumativa convencional, que permita reorientar y mejorar el desempeño de los estudiantes en el transcurso de la signatura.

Los parcialitos conceptuales cada dos unidades a desarrollar en el aula virtual será una herramienta diagnóstica para el estudiante y para el docente en el marco de un proceso de mejora.

En este sentido, se prevé utilizar en el ciclo 2018 el "aula virtual" del sistema académico de la facultad (plataforma Moodle), con la actividad de la ventana "cuestionario" donde permite al profesor diseñar y plantear cuestionarios con preguntas tipo opción múltiple, verdadero-falso, coincidencias, respuestas cortas y respuestas numéricas. Se pueden también establecer límites de tiempos por actividad.

Por último, a modo de conclusión, se destaca que en la cátedra analizamos permanentemente el desarrollo de las actividades docentes, la autoevaluación y respuesta de los alumnos. Además de leer e interpretar las encuestas estudiantiles, sus críticas constructivas, se efectúa el intercambio de opiniones con docentes de otras cátedras, de manera de poder brindarle al alumno mejoras permanentes, según las nuevas tendencias

en las formas educativas y relativizando, en parte, la metodología tradicional enciclopedista, adaptándonos a nuevas formas de transferencias académicas.

Se pretende acompañar las expectativas de los alumnos, incorporando modelos dinámicos para que las falencias en la comprensión de temas como flexión compuesta, puedan sobrellevarse y superarse, apoyando al estudiante en sus dificultades y permitiendo que se apropie de los conocimientos y las competencias de manera más eficiente.

En función de lo expuesto, se hace notoria la actual planificación en la cátedra “Resistencia de Materiales” del tercer año de la carrera de Ingeniería Civil, en materia académica y pedagógica. Concluyendo que las decisiones y actos llevados a cabo por los docentes de la asignatura responde a una línea de pensamiento lógica, en función de los conocimientos que se deben transmitir para la óptima formación del ingeniero en el campo Estructural.

6. BIBLIOGRAFÍA

Biggs, J. (2006). Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Narcea.

Sánchez González, M.P. (2010). Técnicas docentes y sistemas de Evaluación en Educación Superior. Madrid: Narcea.

Universidad Tecnológica Nacional. Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional (2011).

Universidad Tecnológica Nacional. Autogestión (2014). *Estadísticas de exámenes y encuestas de evaluación docente de 2014 a 2017*. Consultado el 9 de septiembre de 2017. <https://www.frc.utn.edu.ar>

Universidad Tecnológica Nacional. Ordenanza 1030 (2014). *Adecua el Diseño Curricular de la carrera Ingeniería Civil*.

Universidad Tecnológica Nacional. Ordenanza 1549 (2016). *Aprueba el Reglamento de Estudio para todas las Carreras de Grado en la Universidad Tecnológica Nacional*

Universidad Tecnológica Nacional. Autogestión (2017). *Guía de Trabajos Prácticos y Ejercicios adicionales*. Consultado el 9 de septiembre de 2017. <https://www.frc.utn.edu.ar>

Prácticas de Enseñanza Implementadas en “Resistencia De Materiales” en la UTN - FRSF

Mg. Ing. Carrere, Alejandro

Profesor a cargo de la asignatura

alejandrocarrere@yahoo.com.ar

Ing. Román, Nadia

Jefe de Trabajos Prácticos

nroman@frsf.utn.edu.ar

Kuchen, Rodolfo

Auxiliar de Trabajos Prácticos de 2da

rkuchen@frsf.utn.edu.ar

Resumen

La siguiente presentación tiene como objetivo dar a conocer y compartir las pautas, condiciones, planificación, metodología y objetivos buscados en el desarrollo a lo largo del año académico de la cátedra de “Resistencia de Materiales” del tercer nivel de la carrera de Ingeniería Civil dictada en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

Como resultado de la participación en este encuentro, esperamos poder compartir nuestras experiencias y nutrirnos del intercambio con las demás regionales y sus actividades dentro y fuera del aula, y así, de esta manera mejorar nuestras prácticas educativas para con nuestros alumnos, futuros profesionales el día de mañana.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se exponen la metodología empleada en la cátedra “Resistencia de Materiales”, correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRSF) para el dictado de las clases teóricas y prácticas.

Dicha cátedra cuenta con un equipo de trabajo compuesto por un Profesor (el Mg. Ing. Alejandro D. Carrere), un Jefe de Trabajos Prácticos (la Ing. Nadia D. Roman) y un Ayudante de T. P. de 2^{da} (el Sr. Rodolfo R. Kuchen).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS METODOLOGÍAS EN LA UTN-FRSF

Si se analizan las distintas planificaciones y metodologías empleadas en las distintas cátedras de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN-FRSF, se observa que, en su mayoría, el dictado de las mismas se encuentra dividido en módulos de teoría, dictados por el Profesor de la cátedra, y módulos de práctica, a cargo del Jefe de Trabajos Prácticos (JTP), quien cuenta con el apoyo del Ayudante de Trabajos Prácticos de 1^{ra} o 2^{da}.

En la mayoría de los casos, en una clase teórica el Profesor explica mediante presentaciones digitales y/o utilizando el pizarrón los conceptos que están detallados en los apuntes de clase, que en las asignaturas estudiadas son apuntes confeccionados por la cátedra que se distribuyen en forma de fotocopias.

Luego, en la clase de práctica, el JTP explica la resolución de ejercicios o problemas – tipo, mediante el uso del pizarrón y proyecciones. Dichos ejercicios se encuentran también en un apunte de clase previamente elaborado por la cátedra.

En ambas clases, teoría y práctica, los alumnos siguen las explicaciones del profesor con sus apuntes en mano, con mayor o menor grado de participación dependiendo del grupo y del docente a cargo. En ocasiones, algunos docentes piden a los alumnos que realicen trabajos en grupos, ya sea dentro del horario de clase o como tarea extra. Existen, en algunas cátedras, Trabajos de Laboratorio que son realizados en los Laboratorios que posee la Facultad y luego los alumnos presentan algún informe sobre lo realizado.

En cuanto a los materiales utilizados, como los apuntes y las guías de ejercicios, generalmente están elaboradas hace años. Estos apuntes pueden estar en revisión permanente y actualizarse, según la cátedra. Existen también en las cátedras algunos libros de consulta para los alumnos. En algunas materias se utiliza software como material didáctico en el desarrollo de las clases y generalmente se utilizan en temas o momentos puntuales.

Por otro lado, la evaluación de las asignaturas se realiza mayormente por medio de evaluaciones parciales, otorgando al alumno la posibilidad de promocionar los contenidos de la materia. Los parciales se realizan en un día y hora determinados por la cátedra y los alumnos disponen de una cierta cantidad de tiempo para resolverlos. Luego, los profesores los corrigen y otorgan un cierto puntaje a la evaluación. Cumpliendo con ciertas condiciones de porcentajes el alumno puede regularizar y promocionar la materia. Existen también propuestas de Trabajos Prácticos (TP) de distinto tipo, con ejercicios y una duración determinada, en grupos, individuales, con puntaje, con aprobación, con exposición, etc. Los docentes, en general, brindan espacios de consulta adicionales a los horarios de clases.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CÁTEDRA “RESISTENCIA DE MATERIALES”

3.1. Lineamientos

La asignatura en cuestión se dicta en el 3º Nivel de la carrera bajo el formato anual, con una dedicación total de cuatro horas cátedra, de las cuales se destinan 2 horas al desarrollo de teoría, y 2 horas a la resolución práctica. En simultáneo con Resistencia de Materiales, los alumnos de Ingeniería Civil cursan dos materias anuales (incluyendo la integradora), tres materias en el primer cuatrimestre y otras cuatro más en el segundo cuatrimestre.

Adicionalmente a las horas cátedra de cursado, los tres docentes que conforman la materia dictan clases de consulta semanales en un horario establecido, y clases de consulta extras en fechas cercanas a los exámenes (parciales o finales).

3.2. Objetivos

Los objetivos de esta asignatura, principalmente, son:

- Evaluar las fuerzas internas y las deformaciones en componentes estructurales básicos, en función de las solicitaciones externas y del material utilizado, con el propósito de dimensionar componentes y/o verificar su resistencia, su rigidez y su estabilidad.
- Adquirir criterios elementales para analizar el comportamiento básico de las estructuras
- Aplicar los conceptos de Estabilidad para realizar el dimensionado y/o verificación de componentes estructurales con materiales elásticos.
- Interpretar el funcionamiento estructural y su importancia en el diseño para lograr una materialización racional y estética.
- Realizar investigación bibliográfica para la resolución de problemas de dimensionado y/o verificación estructural
- Conocer los conceptos de elasticidad, plasticidad y estado último de componentes de estructuras.
- Desarrollar habilidades para el cálculo de tensiones y deformaciones en componentes estructurales

3.3. Programa Curricular

Los contenidos que se desarrollan en la cátedra son:

- Unidad 1: Introducción a la Resistencia de Materiales
- Unidad 2: Solicitación axial
- Unidad 3: Corte
- Unidad 4: Torsión
- Unidad 5: Flexión simple: Normal y oblicua
- Unidad 6: Hipótesis de falla
- Unidad 7: Solicitaciones compuestas
- Unidad 8: Pandeo de barras de eje recto
- Unidad 9: Solicitaciones dinámicas
- Unidad 10: Fatiga

3.4. Desarrollo de clases

El programa curricular de la materia permite que, a lo largo del dictado de la misma durante el año, puedan desarrollarse progresivamente los contenidos de las distintas unidades temáticas.

Los diferentes contenidos se desarrollan en forma encadenada a lo largo del año, tratando de vincular cada tema con los anteriores y posteriores, a fin de desarrollar las clases de una manera integradora. Los contenidos se van interrelacionando entre sí y son necesarios para avanzar a lo largo del año y constituir una mirada global de la asignatura.

Durante el desarrollo de las clases teóricas, el Profesor utiliza los siguientes recursos:

- Presentaciones: en las cuales se exponen conceptos, hipótesis, ecuaciones y gráficos relacionados a la unidad temática que se está dictando. En las mismas se incluyen, además, la reproducción de videos con el fin de ejemplificar conceptos, por ejemplo, de un ensayo o la evolución de la deformación de un componente al exponerse a un sistema de cargas.
- Pizarra: sobre la cual se desarrollan demostraciones necesarias para la comprensión por parte de los alumnos de los conceptos teóricos expuestos en las presentaciones. Adicionalmente, se puede incluir la resolución de un ejercicio a modo de ejemplificar.
- Apuntes teóricos: en los mismos se desarrollan exhaustivamente las distintas unidades temáticas de la cátedra. Los mismos fueron redactados, editados y corregidos por los distintos Profesores que tuvo la asignatura a lo largo de sus años de dictado. Al final de los mismos se provee un resumen de fórmulas, que servirá a los estudiantes para la resolución de los problemas en las clases prácticas.

En lo que respecta a las clases prácticas, el Jefe de Trabajos Prácticos utiliza los siguientes recursos:

- Guías de Trabajos Prácticos: en los cuales se presenta una serie de problemas donde el estudiante debe aplicar para la resolución de los mismos los conceptos vistos en las clases teóricas. Del total de problemas, una parte se resuelve durante las clases prácticas, mientras que la otra parte sirve de ejercitación para el alumno para los exámenes.
- Hojas de Cálculo: las mismas se encuentran conformadas por una selección de problemas de la Guía de Trabajos Prácticos, para los cuales se presenta el enunciado de los mismos, un espacio correspondiente al trazado de diagramas de solicitaciones si es que el problema lo requiere y una metodología de resolución, en la cual se plantean las ecuaciones necesarias para arribar al resultado, y se guía al estudiante en los pasos a seguir.
- Presentaciones: en las mismas se vuelca el contenido de las Hojas de Cálculo, a fin de agilizar la clase, contando con una proyección de los diagramas y ecuaciones necesarios para la resolución de los problemas.
- Pizarra: sobre la cual se desarrolla la resolución de los distintos ejercicios.

Adicionalmente, se utiliza el espacio del Campus Virtual de la asignatura. En el mismo se pone a disposición de los alumnos el material utilizado tanto en las clases teóricas como prácticas, la planificación de la materia junto con las condiciones de aprobación de cursado y de la asignatura, y un foro de Consultas y Novedades en el cual los estudiantes pueden plantear sus inquietudes y se realizan las comunicaciones oficiales de la materia (fechas y aulas de parciales, calificaciones, actualización de apuntes, etc.).

3.5. Métodos de Evaluación

3.5.1. Evaluación Continua

La evaluación continua de los estudiantes cuando se presentan cursos numerosos es un verdadero desafío para los docentes universitarios. A tal fin, deben proponerse metodologías de seguimiento y evaluación que permitan tener no solamente un concepto general del avance del curso como un todo, sino también de cada uno de los alumnos, detectando fortalezas y debilidades.

Por estos motivos, se plantea en la cátedra una metodología donde se expone un marco teórico, para el cual posteriormente se plantea un problema práctico, a fin de que el estudiante pueda reconocer los conceptos vistos mediante la resolución del mismo. De esta manera, mediante preguntas realizadas por parte del docente o consultas de los alumnos puede elaborarse una opinión general sobre el proceso de aprendizaje, analizando si es necesario reforzar lo dictado sobre alguna temática en particular.

Adicionalmente, en las unidades que así lo permitan, se plantean actividades de laboratorio (por ejemplo, ensayos) o implementación de dispositivos (por ejemplo, un marco de carga) desarrollados por estudiantes, docentes e investigadores del Departamento de Ingeniería Civil. Con la incorporación de estas actividades se busca que los alumnos puedan comprobar de manera experimental, con sus propias manos, los conceptos desarrollados tanto en teoría como en la resolución de problemas. Posterior a la realización de estas actividades, se debe entregar un informe con las conclusiones a las que se arribaron.

En lo que respecta a la resolución de problemas, previo a cada evaluación parcial, los estudiantes deben realizar una presentación de su Carpeta de Trabajos Prácticos, la cual consiste en las Hojas de Cálculo (ver Sección 3.4) completas.

3.5.2. Exámenes Parciales

La propuesta de Aprobación Directa de la cátedra se focaliza en la aprobación de exámenes parciales en los cuales se evalúan los contenidos teóricos y prácticos desarrollados en las horas de clases. Las instancias de evaluación son nueve, cada una en correspondencia con una unidad temática, a excepción del primer parcial, en el cual se incluyen los conceptos de las dos primeras unidades.

Cada parcial se encuentra dividido en dos segmentos: uno teórico y uno práctico. En el primero, el alumno debe contestar una serie de preguntas globalizadoras sobre los contenidos teóricos correspondientes a la unidad temática que se evalúa. Las mismas pueden incluir desarrollo de conceptos, enumeración de hipótesis, interpretación de ecuaciones (no demostraciones), comparación de casos (por ejemplo, dos secciones distintas sometidas a una misma sollicitación) y análisis de gráficos o diagramas.

En lo que respecta al segmento práctico, se presenta al alumno un problema de igual grado de dificultad que aquellos resueltos en clases, pudiendo utilizarse como herramienta para su resolución, además de la calculadora, los resúmenes de fórmula de la unidad temática que se evalúa.

Las calificaciones de cada segmento son independientes entre sí, pudiendo un alumno aprobar la teoría sin aprobar la práctica, o viceversa. Las instancias recuperatorias revisten el mismo carácter, por lo que se pueden recuperar distintos temas en teoría y práctica.

3.6. Pautas de Regularidad, Promoción y Aprobación de la Cátedra para el Año 2017

3.6.1. Condiciones de Aprobación de Cursado (Regularidad)

Las condiciones de aprobación de cursado de la cátedra son las siguientes:

- Aprobar con un mínimo de 4 (cuatro) cada uno de los parciales, con posibilidad de recuperar tres partes de los temas evaluados a fin de año para lograr dicha aprobación. La nota de un recuperatorio reemplaza a la del parcial correspondiente.
- Presentar y aprobar cada una de las entregas de la Carpeta de Trabajos Prácticos.
- Cumplir con los requisitos de asistencia establecidos en el Reglamento de Estudio de la UTN (75%).

3.6.2. Condiciones para Promocionar la Materia Durante el Cursado (Promoción Directa)

Las condiciones para promocionar la materia durante el cursado de la misma son las siguientes:

- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) cada uno de los parciales, con posibilidad de recuperar tres partes de los temas evaluados a fin de año para lograr dicha aprobación. La nota de un recuperatorio reemplaza a la del parcial correspondiente
- Cumplir con las condiciones de aprobación de cursado (expuestas en el punto 3.6.1).

En caso de que el alumno accediera a la Promoción Directa de la materia, la calificación de aprobación será el promedio de las calificaciones obtenidas en los distintos parciales, tanto para Teoría como para Práctica.

3.6.3. Condiciones para Aprobar la Materia Fuera del Cursado (Aprobación Indirecta)

Las condiciones para la aprobación de la materia fuera del cursado son las siguientes:

- Cumplir con las condiciones de aprobación de cursado (expuestas en el punto 3.6.1).
- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) un examen teórico-práctico en correspondencia con las fechas de exámenes establecidas por la UTN-FRSF.

4. CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES SOBRE EL DICTADO DE LA ASIGNATURA

En el presente año, la asignatura está cursando en el segundo cuatrimestre un proceso de cambio respecto al primero, debido a que el Profesor a cargo de la misma alcanzó la edad jubilatoria. Por este motivo, quien anteriormente era el JTP ahora es el Profesor a cargo, quien era Ayudante de 1^{ra} ahora es JPT, y se incorporó un nuevo Ayudante de Trabajos Prácticos.

Actualmente, la cátedra se encuentra bajo un proceso progresivo de mejoras, cuya finalidad es lograr un eficiente aprendizaje por parte de los estudiantes, mediante la inclusión de nuevos materiales y prácticas que la tecnología actual nos permite.

En base al análisis hasta el día de la fecha de los cambios implementados y de las

evaluaciones personales con las que los docentes ya contaban, se exponen las siguientes conclusiones:

- El aprendizaje de los conceptos teóricos se ve favorecido cuando se incluye en la enseñanza de los mismos la combinación de una presentación con un desarrollo en pizarra. Dicha presentación es una guía orientativa para los estudiantes sobre los conceptos que deben estudiar.
- La presentación en tiempo y forma de la Carpeta de Trabajos Prácticos en la mayoría de los casos se traduce en la aprobación de los exámenes parciales, observándose que, generalmente, quienes no aprueban los mismos, son aquellos estudiantes que no realizaron la resolución de una cantidad mínima de ejercicios propuesta por la cátedra.
- El sistema de Aprobación Directa por medio de evaluaciones parciales es altamente positivo, ya que permite al estudiante realizar un seguimiento continuo de la materia.
- Es importante que si los alumnos optan por la Aprobación Indirecta (un examen final), no transcurra un período de tiempo prolongado entre la finalización del cursado de la misma y la instancia de evaluación. En los casos que este tiempo es mayor a un año, se observa que se presentan grandes dificultades para retomar los conceptos que se desarrollaron durante el cursado de la materia, traduciéndose en muchos casos en la desaprobación de la materia.

RESISTENCIA DE LOS MATERIALES FACULTAD REGIONAL BAHIA BLANCA

Martín Saravia

*Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: msaravia@frbb.utn.edu.ar*

RESUMEN

La asignatura desarrolla los conceptos físico-matemáticos fundamentales para el análisis del comportamiento mecánico de distintos elementos estructurales característicos de la Ingeniería Civil. Mediante el desarrollo de expresiones matemáticas se propone la modelización de situaciones reales mediante la introducción hipótesis de cálculo, que permiten predecir un comportamiento estructural idealizado.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura introduce las ideas fundamentales de la modelización de estructuras por medio de la mecánica de materiales. Mediante la aplicación de nociones físicas básicas de la mecánica newtoniana se desarrollan conceptos mecánicos ad. Hoc., tales como las tensiones y las deformaciones. Dichos conceptos se describen por medio de expresiones matemáticas que permiten predecir la resistencia de los materiales.

2. PROGRAMA ANALÍTICO.

Unidad Temática 1: INTRODUCCIÓN A LA RESISTENCIA DE MATERIALES. TENSIÓN, COMPRESIÓN Y CORTE.

Introducción a la resistencia de los materiales. Tensiones y deformaciones normales. Propiedades mecánicas de los materiales. Elasticidad y Plasticidad. Ley de Hooke. Tensiones de corte y deformaciones angulares. Tensiones admisibles. Diseño para tracción, compresión y corte puro.

Unidad Temática 2: MIEMBROS CARGADOS AXIALMENTE. HIPERESTÁTICOS EN ESFUERZO AXIL. Cambios de longitud en miembros cargados axialmente. Estructuras estáticamente indeterminadas. Efectos térmicos y desajustes. Tensiones sobre secciones inclinadas. Energía de deformación. Cargas de impacto. Fatiga. Concentraciones de tensiones. Introducción a la plasticidad.

Unidad Temática 3: TORSION

Concepto fundamental de torsión. Deformaciones angulares en torsión. Barras circulares lineales. Torsión no uniforme. Tensiones de corte y deformaciones angulares. Relación entre módulo de elasticidad y módulo de corte. Transmisión de potencia por medio de ejes circulares. Torsión en miembros estáticamente indeterminados. Energía de deformación en torsión y corte puro. Tubos de pared delgada. Concentración de tensiones en torsión.

Unidad Temática 4: TENSIONES EN VIGAS - FLEXIÓN

Flexión pura y flexión no uniforme. Curvatura de una viga. Deformaciones longitudinales en vigas. Esfuerzos normales. Diseño. Vigas no prismáticas. Tensiones de corte en vigas de sección rectangular y circular. Flujo de corte. Vigas con cargas axiales. Concentración de tensiones.

Unidad Temática 5: CONCEPTOS AVANZADOS DE TENSIONES EN VIGAS

Vigas compuestas. Flexión oblicua. Vigas con sección asimétrica y cargas oblicuas. Centro de corte. Vigas de pared delgada.

Unidad Temática 6: ANÁLISIS DE TENSIONES Y DEFORMACIONES. ELASTICIDAD BIDIMENSIONAL.

Estado plano de tensiones. Tensiones principales y tensiones de corte máximas. Deformaciones en estado plano de tensiones. Estado plano de deformaciones. Estado triaxial de tensiones (conceptos).

Unidad Temática 7: APLICACIONES DE LA ELASTICIDAD BIDIMENSIONAL

Tensiones máximas en vigas. Tensiones principales para estados de sollicitación combinados.

Unidad Temática 8: DEFLEXIONES EN VIGAS

Ecuación diferencial de la elástica. Deflexiones por integración de la ecuación de la elástica. Método de superposición. Vigas no prismáticas. Energía de deformación. Deflexiones producidas por impacto. Funciones discontinuas. Efectos de temperatura.

Unidad Temática 9: VIGAS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADAS

Tipos de vigas estáticamente indeterminadas. Análisis de deflexiones. Método de superposición. Efectos de temperatura. Desplazamientos longitudinales en vigas a flexión.

Unidad Temática 10: PANDEO

Inestabilidad estática, concepto de pandeo. Columnas con distintas condiciones de borde. Columnas con cargas axiales. Diseño de columnas.

2.1 Objetivos de la materia

- Comprender los conceptos físicos relacionados con la elasticidad de las estructuras.
- Desarrollar habilidades para la modelización de problemas estructurales y la determinación de las condiciones de trabajo de estructuras.
- Reconocer las hipótesis fundamentales del cálculo estructural por medio de la mecánica de materiales.
- Comprender los conceptos prácticos fundamentales relacionados con el diseño de estructuras.

3. METODOLOGIA A EMPLEAR EN EL CURSADO

En las exposiciones realizadas por el profesor se enfatizan los aspectos conceptuales involucrados en cada tema, haciendo énfasis en la interrelación conceptual. Los ejemplos y las aplicaciones estarán limitados a los casos más sencillos que permitan ilustrar los fundamentos de la teoría, pero abundantes en cuanto a las circunstancias de aplicación. Por otro lado, el profesor orienta el aprendizaje de los temas propuestos en el contenido motivando la participación del estudiante de manera que este se sienta partícipe en la construcción de su saber, en el desarrollo de sus habilidades y en la formación de sus valores.

Se recomienda al alumno resolver el mayor número posible de problemas a lo largo del curso, lo que facilitará la asimilación y comprensión de los conocimientos teóricos.

4. TECNICAS DE EVALUACION

La evaluación será del tipo integradora y constará de tres instancias, a saber:

4.1 Evaluación diagnóstica:

Esta se realiza todos los años al iniciar el ciclo lectivo, y tiene por finalidad conocer el estado de situación de conocimientos previos del curso, lo que permitirá orientar en qué situación se desarrollará la asignatura.

4.2 Evaluación para el cursado:

Se efectúa una evaluación continua, requiriendo a los alumnos el seguimiento constante de la materia (estudiar a medida que se van dictando los temas). Para ello se incentiva a los estudiantes a la realización de un trabajo práctico al finalizar cada uno de los temas principales en que se ha ordenado la asignatura. Esto representa aproximadamente, un trabajo práctico semanal. Cada trabajo práctico está constituido por problemáticas obtenidas de la bibliografía.

Además se toman dos exámenes parciales: los cuales se realizarán aproximadamente a la mitad y al final del dictado de la cátedra.

El alumno aprobará el cursado de la cátedra mediante la aprobación de los dos exámenes parciales (con la posibilidad de un examen recuperatorio para cada uno de los exámenes). Cada parcial se aprueba con 60 puntos sobre 100.

4.3 Evaluación final para la aprobación de la materia:

El alumno que obtenga el cursado de la materia deberá rendir una evaluación final que será de carácter integrador, individual y escrita. Se tomará en las fechas programadas al efecto, y será del tipo teórico – práctico, con una prueba oral en el caso que fuera necesario. Se plantearán problemas por unidad para que el alumno analice la aplicación progresiva de los conceptos de la materia.

5. INTEGRACION Y ARTICULACION DE LA ASIGNATURA CON EL AREA, EL NIVEL Y EL DISEÑO CURRICULAR

Para el estudio de esta asignatura se requieren conocimientos previos, adquiridos en cursos anteriores, sobre álgebra, análisis matemático, cálculo vectorial, estabilidad, cálculo integral y ecuaciones diferenciales. Resistencia de Materiales es una asignatura que tiene como correlativas para cursar: Estabilidad cursada y Análisis Matemático I, Álgebra y Geometría Analítica y Física I aprobadas.

En el mismo nivel la cátedra articula con:

Estabilidad

Se articularán la totalidad de los conceptos desarrollados en Estabilidad mediante el uso de expresiones y modelos para la deducción de los conceptos fundamentales de la Resistencia de Materiales.

Ing. Civil II

Se promoverá la articulación con esta asignatura, donde los alumnos tendrán la posibilidad de integrar conceptos de la Resistencia de Materiales con conceptos de diseño de estructuras civiles.

Tecnología de los Materiales

Se promoverá la articulación de los conceptos básicos de la Tecnología de los Materiales con las ideas físico-mecánicas desarrolladas por la Resistencia de Materiales.

Hacia arriba Resistencia de Materiales articulará con las siguientes asignaturas: Tecnología de la Construcción, Análisis Estructural I, Instalaciones Sanitarias y de Gas, Instalaciones Termomecánicas, Estructuras de Hormigón, Construcciones Metálicas y de Madera y Análisis Estructural II.

En relación al diseño curricular de la carrera Ing. Civil, que establece la necesidad de formar ingenieros de aplicación, preparados para operar y mantener ingenierías de tecnología conocida y consolidadas, la asignatura se orientará al manejo de conceptos teóricos que permitan la formación de un profesional con sólidos conocimientos básicos, capaz de abordar los complejos problemas de ingeniería aplicada, sentando las bases para la posterior articulación con el nivel de posgrado.

Se hará hincapié en los principios, métodos y resultados básicos de los problemas, dando una clara percepción de cuál es el campo de acción de la asignatura en la ingeniería mecánica, a saber:

- Modelado: Establecer hipótesis simplificativas de acuerdo a las características físicas de las estructuras y al entorno donde se desea estudiar su interacción. Estableciendo, condiciones de borde e iniciales cuando el problema así lo requiera.
- Solución: Elección de la metodología de solución más conveniente en función de los datos conocidos y de los resultados que se deseen obtener, utilizando técnicas de solución analíticas.
- Interpretación: analizando el significado e implicancias de la solución analítica obtenida, realizando verificaciones y/o correcciones de diseño en términos de estándares de ingeniería.

6. BIBLIOGRAFIA

Titulo	Autor	Editorial
Mecánica de Materiales	Gere & Goodno	Cengage
Elementos de Resistencia de Materiales	Timoshenko & Young	Montaner y Simon
Mecánica de Materiales	Beer, Johnston & Dewolf	McGraw-Hill
Mechanics of Materials	Hibbeler	Prentice Hall

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD
REGIONAL GENERAL PACHECO DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO FINAL DE LA ASIGNATURA RESISTENCIA DE
MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Ing. Guillermo P. Trolliet

Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: gptrolliet@hotmail.com

Ing. Luis Nelson Sosti

Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: luis.sosti@gmail.com

Resumen

Durante varios años observamos que los alumnos adquirían los conocimientos de la asignatura en forma aislada. Realizando trabajos prácticos focalizados en cada una de las unidades de la materia. Frente a ello entendimos que los alumnos necesitaban vincular, interrelacionar esos saberes. En consecuencia, nuestro objetivo es que al finalizar el curso de Resistencia de Materiales los alumnos adquieran el conocimiento global de la asignatura.

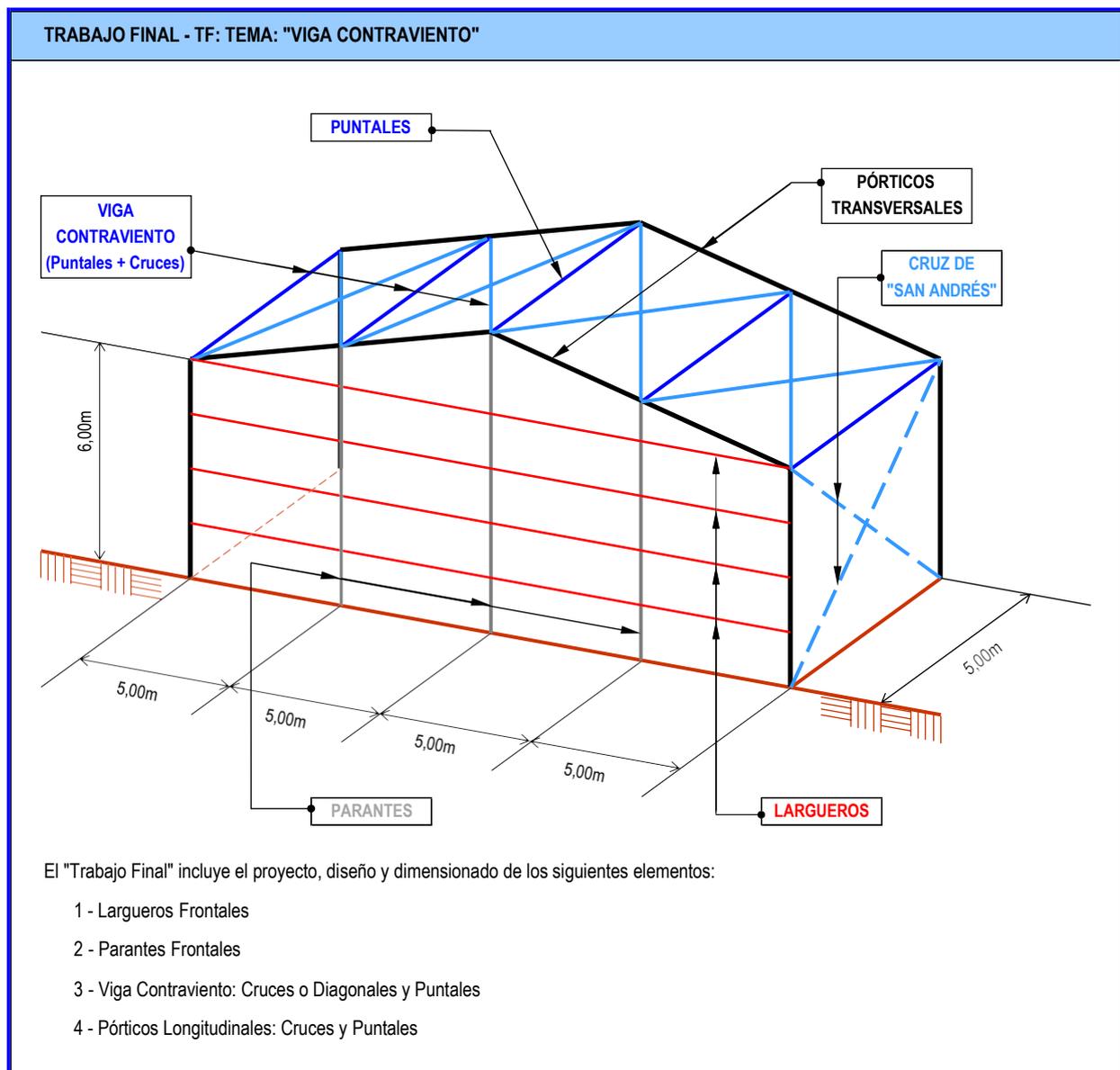
Para llevar a cabo este objetivo, surgió la idea que los alumnos realicen en forma grupal, a partir del segundo cuatrimestre, un trabajo práctico especial denominado Trabajo Final, con la finalidad de resolver a modo de memoria de cálculo una determinada estructura real o parte de ella.

En el Trabajo Final los alumnos deben determinar el proyecto de la estructura, el análisis de cargas, el diseño de las secciones de acuerdo con las solicitaciones, la verificación del estado tensional y el estado de deformación, teniendo en cuenta lo aprendido en las clases de Resistencia de Materiales. En el presente trabajo explicamos de qué manera implementamos el Trabajo Final en los últimos tres años y cuáles fueron los resultados obtenidos.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la cátedra se le hace saber al alumnado que deben interpretar al Trabajo Final como un trabajo dado por una oficina técnica de una empresa constructora o de una dependencia estatal. La cátedra le hace entrega a cada uno de los grupos de alumnos, de un croquis esquemático de la estructura que deberán resolver desde el diseño hasta el cálculo global o parcial de la misma. Cada grupo recibe una tipología estructural distinta, como se puede observar en los siguientes tres ejemplos.

Ejemplo N° 1

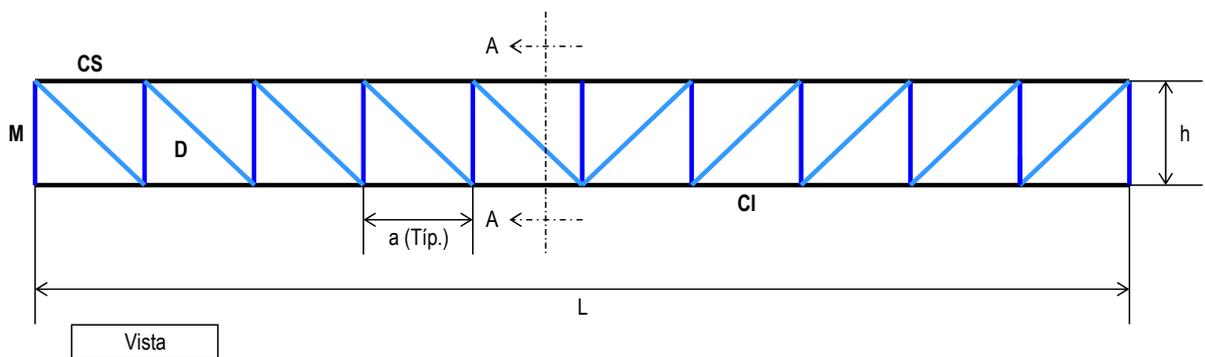


Ejemplo N° 2

TRABAJO FINAL - TF: TEMA: "PUENTE PEATONAL DE MADERA"

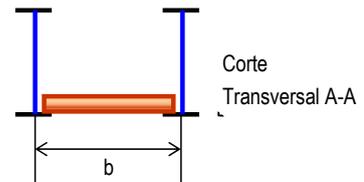
El "Trabajo Final" incluye el proyecto, diseño y dimensionado de los siguientes elementos:

- 1 - Vigas reticuladas laterales, con todos sus elementos componentes: cordones superior (CS) e inferior (CI), montantes (M) y diagonales (D);
- 2 - Estructura del piso.



DATOS:

a =	1,50 m	h =	1,70 m
L =	15,00 m	b =	2,00 m



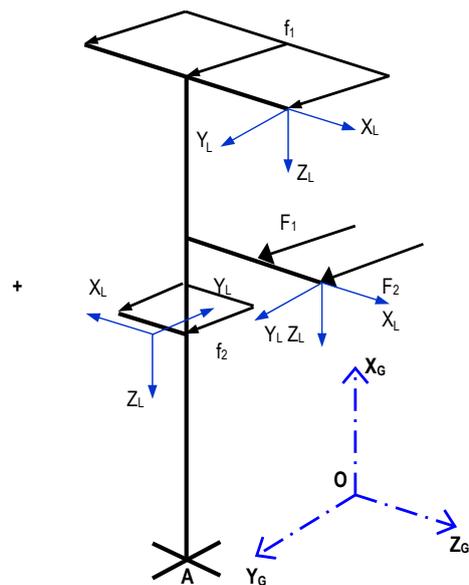
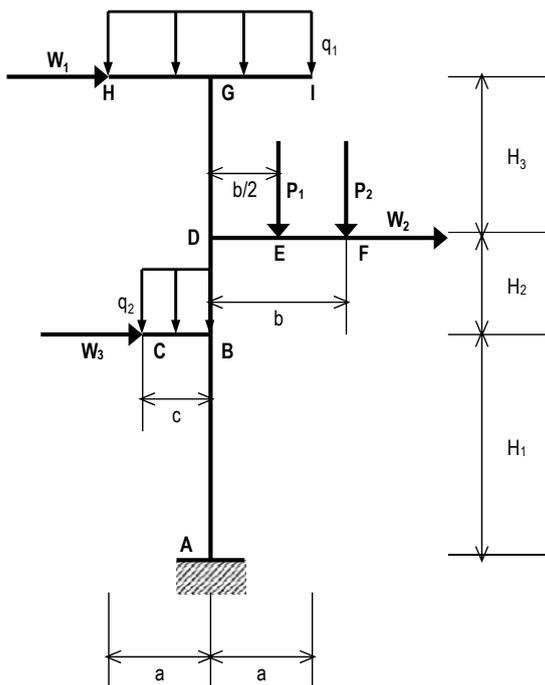
Las cargas para considerar serán indicadas oportunamente.

Ejemplo N° 3

TRABAJO FINAL - TF: TEMA: "SOPORTE DE CAÑERÍAS Y BANDEJAS ELÉCTRICAS Y DE INSTRUMENTOS"

El "Trabajo Final" incluye el proyecto, diseño y dimensionado de los siguientes elementos:

- 1 - Columna, utilizando un perfil "IPB o HEB";
- 2 - Las ménsulas utilizando: para la barra BC, un perfil "UPN"; para la barra DEF, un perfil "IPB"; y para la barra HGI, 2 perfiles "UPN";



DATOS:	$q_1 = 5,00 \text{ KN/m}$	$f_i = m \times q_i$	$H_1 = 4,00 \text{ m}$
	$q_2 = 3,00 \text{ KN/m}$	$F_i = m \times P_i$	$H_2 = 1,50 \text{ m}$
	$P_1 = 35,00 \text{ KN}$	$m = 0,20$	$H_3 = 2,50 \text{ m}$
	$P_2 = 18,00 \text{ KN}$		
	$W_1 = 8,00 \text{ KN}$	$a = 1,50 \text{ m}$	
	$W_2 = 6,00 \text{ KN}$	$b = 2,00 \text{ m}$	
	$W_3 = 3,00 \text{ KN}$	$c = 1,00 \text{ m}$	

2. METODOLOGÍA

Para que el Trabajo Final cumpla con el objetivo propuesto de interrelacionar todos los conocimientos adquiridos en la materia y consecuentemente aprendan a resolver planteos que se le presentarán en el futuro se les hace entrega de un croquis con las especificaciones correspondientes. Estas especificaciones vendrían a representar los denominados Pliegos de Especificaciones Generales y Técnicos, que tiene toda obra de mediana o gran envergadura. En la misma se describe los siguientes puntos que deben cumplir cada grupo para la realización y entrega del Trabajo Final.

2.2 PLIEGO GENERAL

Común a todos los grupos. En él se describe los siguientes puntos:

2.2.1 FINALIDAD DEL TRABAJO FINAL

2.2.2 OBJETO Y ALCANCE

2.2.3 OBJETO

El objeto del presente Trabajo Final es que los alumnos al finalizar el curso de Resistencia de Materiales adquieran el conocimiento global de la asignatura.

2.2.4 ALCANCE

El alcance del presente Trabajo Final es que el alumno desarrolle a modo de una memoria de cálculo la solución de casos concretos de estructuras sencillas que se dan en la actividad profesional, solamente con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la cursada de la asignatura Resistencia de Materiales.

2.2.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO FINAL

2.2.6 MEMORIA DE CÁLCULO

Cada grupo entregará la memoria de cálculo compuesta por:

La presente disposiciones generales.

El cálculo estático correspondiente a los elementos designados a calcular de la estructura. El dimensionado de los elementos designados.

Esquema de las secciones calculadas, indicando, dimensiones, características y materiales.

2.2.7 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Los docentes designarán para cada Trabajo Final de cada grupo, los elementos de la estructura que se deberán dimensionar.

Se deberá respetar un orden de tareas.

Primero se hará un esquema del elemento a dimensionar.

Segundo el cálculo estático indicando las características estáticas del mismo (diagramas de esfuerzos normales, de momento flexor, momento torsor y de corte, si los hubiere).

Tercero se indicarán los valores correspondientes a las características estática elegidas que se utilizarán para el dimensionado de cada elemento.

Por último, el desarrollo del cálculo de dimensionamiento, aplicando las fórmulas y/o ecuaciones que correspondan.

2.2.8 PLANO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Cada grupo deberá entregar un plano donde se especifique las dimensiones de la estructura, característica y/u observaciones en un todo de acuerdo con la memoria de cálculo.

2.2.9 NORMAS Y REGLAMENTOS

Para la confección de la memoria de cálculo del correspondiente Trabajo Final se tendrán presentes a modo de Normas y Reglamentos las clases dictadas por la cátedra y todo el material de consulta entregado, a saber (Filminas, Power Point, apuntes y la Bibliografía de la materia).

2.3 PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FINAL

2.3.1 ENTREGA DEL TRABAJO FINAL

A partir del segundo cuatrimestre el Trabajo Final deberá tener entregas parciales por parte de cada grupo.

En dichas entregas se irán adoptando las condiciones y características que tendrá cada trabajo en particular.

Se determina como fecha límite de entrega del Trabajo Final la correspondiente al último llamado de exámenes finales del mes de diciembre.

2.3.2 MEMORIA DE CÁLCULO Y PLANO DE DETALLES

Cada grupo entregará la memoria de cálculo compuesta por:

La presente disposiciones generales.

El cálculo estático correspondiente a los elementos designados de la estructura. El dimensionado de los elementos designados.

Un plano de la estructura indicando, dimensiones de la misma, los elementos que fueron designados para su cálculo con sus respectivas secciones, características y materiales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

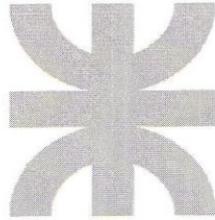
Los resultados obtenidos en estos tres años de implementación del Trabajo Final son muy positivos. A modo de ejemplo transcribimos un Trabajo final realizados por un grupo de alumnos del curso correspondiente al año 2015.

En dicho Trabajos Final se les solicita:

Diseño y cálculo de la viga de contraviento de un galpón

metálico. Diseño y cálculo de un parante del cerramiento frontal.

Diseño y cálculo de los largueros del cerramiento frontal.



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL

FACULTAD REGIONAL GRAL. PACHECO

MATERIA:		CURSO:	
RESISTENCIA DE MATERIALES		3°	
ALUMNO	NOMBRE Y APELLIDO		
	Mari Tomás		
	LEGAJO N°	DIVISIÓN	GRUPO
	17667	1ª	5
DOCENTES	PROFESOR	Ing. TROLLIET, Guillermo	
	JEFE T.P.	Ing. PEREZ, Germán	
	AYUDANTES	Ing. DEMARTÍN, Diego - Ing. LAGO, Andrés	
TRABAJO PRÁCTICO		N° 13	
TEMA: Trabajo Práctico Final			
FECHA DE ENTREGA			FIRMA ALUMNO RESPONSABLE
FECHA DE VENCIMIENTO			
INTEGRANTES DEL GRUPO			
1	Jaime Gabriel	4	Dalvit Juan
2	Mari Tomás	5	
3	Torrano Mario	6	
CORRECCIONES		FIRMA DEL DOCENTE	
		ORIGINAL	
		COPIA	

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 1/17	Año: 2015

Índice:

Índice:.....	1
Objetivo y alcance:.....	1
Desarrollo:.....	2
Tipología de estructura:.....	2
Medidas generales.....	3
Cargas y acciones en la estructura:.....	3
Determinación de los esfuerzos:.....	4
Determinación de los esfuerzos en los puntales y cruces:.....	4
Esfuerzos en los largueros:.....	8
Esfuerzos en los parantes:.....	9
Dimensionamiento de largueros:.....	10
Dimensionamiento del parante más desfavorecido:.....	13
Dimensionamiento de Diagonales (Sometidos a esfuerzos de tracción).....	14
Dimensionamiento de Puntales.....	15
Tabla resumen de dimensionamiento.....	17

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 2/17	Año: 2015

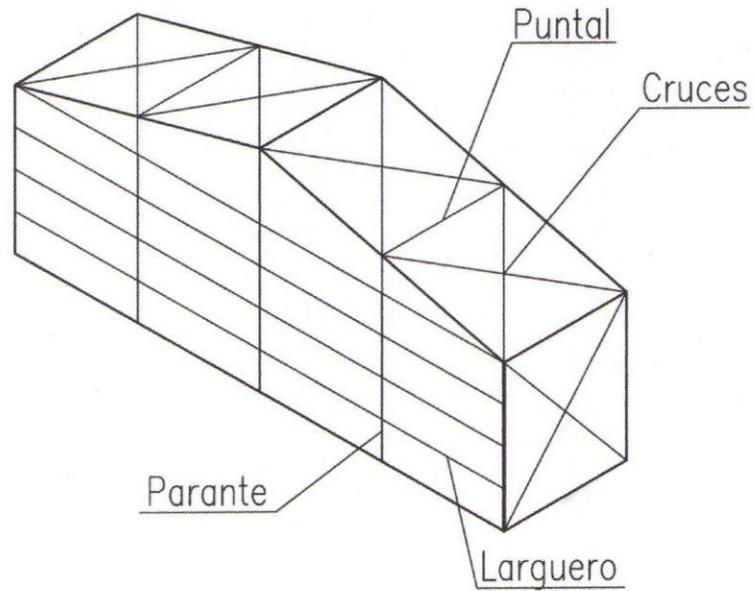
Objetivo y alcance:

El objetivo del presente trabajo práctico es desarrollar una memoria de cálculo basada en los conocimientos adquiridos en la materia "Resistencia de Materiales" en una estructura determinada, la cual será una estructura metálica.

Desarrollo:

Tipología de estructura:

Se trata de una nave industrial conformada por una estructura metálica. El esquema de la estructura a dimensionar es la siguiente:

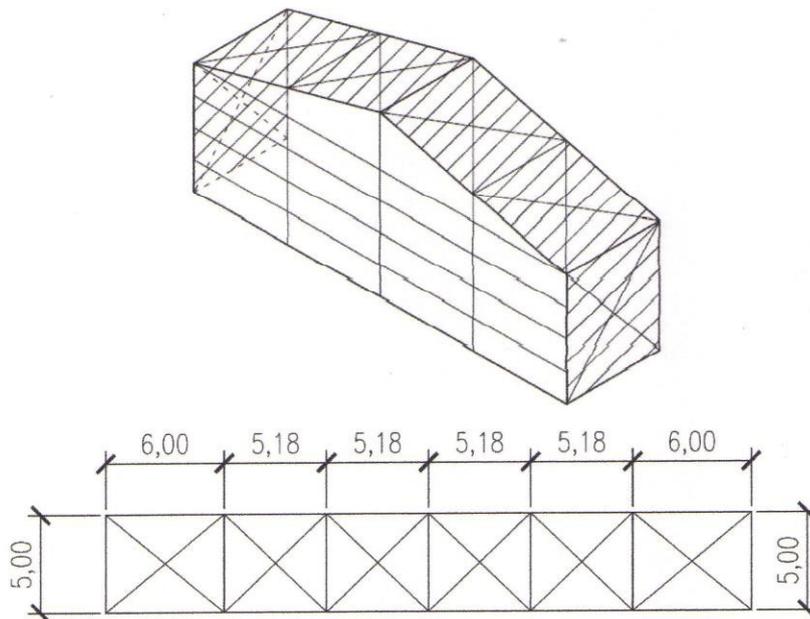


 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 4/17	Año: 2015

Determinación de los esfuerzos:

Determinación de los esfuerzos en los puntales y cruces:

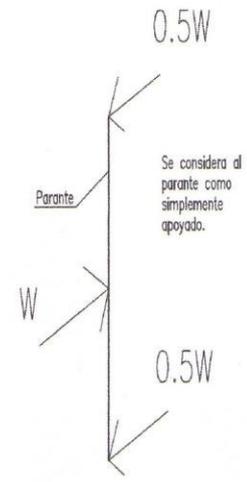
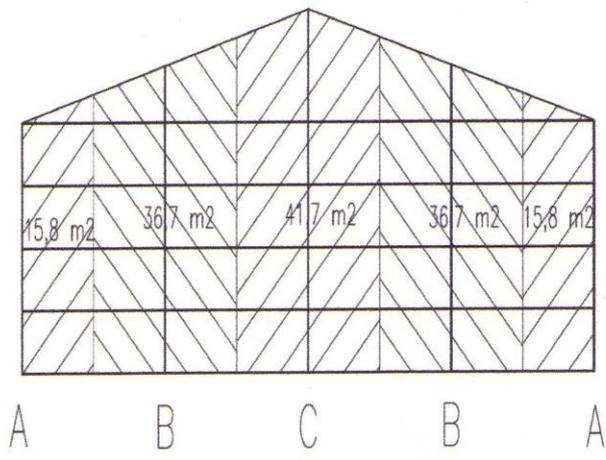
Para poder determinar los esfuerzos en los parantes y las cruces, se debe interpretar a la estructura superior como una viga reticulada simplemente apoyada.



Las fuerzas puntuales del viento están aplicadas sobre los nudos del reticulado. Para conocer su valor, se deben analizar las áreas de influencia de los parantes y así calcular la carga puntual.

Las áreas de influencia son las siguientes:

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 5/17	Año: 2015



El cálculo de las cargas puntuales de viento es el siguiente:

$$W = w * \text{Area de influencia} * 0,5$$

Por lo tanto:

$$WA = 60 \frac{kg}{m^2} * 15,8m^2 * 0,5 = 474 kg$$

$$WB = 60 \frac{kg}{m^2} * 36,7m^2 * 0,5 = 1101 kg$$

$$WC = 60 \frac{kg}{m^2} * 41,7m^2 * 0,5 = 1251 kg$$

En términos de cálculo de esfuerzos, no se tienen en cuenta las diagonales que comprimen. Es decir, el reticulado estará formado solamente por las diagonales que tengan esfuerzos de tracción.

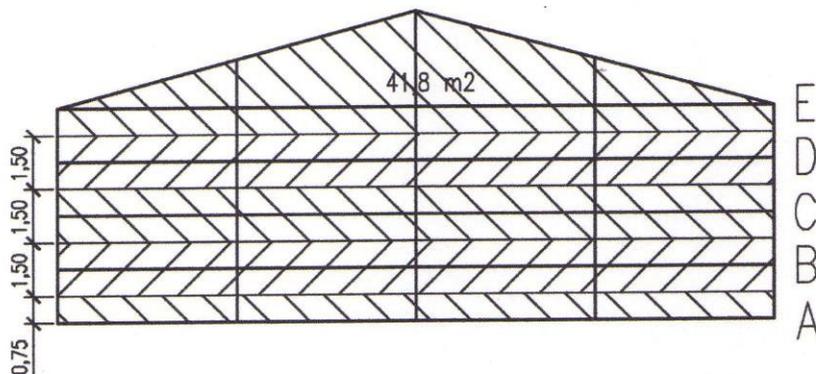
Los esfuerzos fueron calculados mediante el programa "Metal 3D" perteneciente a CYPE. El mayor esfuerzo de tracción es de 4429,3 kg y de compresión es -2436,7 kg. El mayor esfuerzo de las diagonales es de 2486 kg y de los puntales es 2200,5 kg.

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 8/17	Año: 2015

Esfuerzos en los largueros:

Los largueros están sometidos a los dos tipos de cargas existentes: las fuerzas horizontales debidas al viento y el peso propio del cerramiento.

El ancho de influencia de las cargas se determina a través del siguiente gráfico:



El ancho de influencia del larguero D es el área dividida por la longitud del elemento:

$$\text{AnchoE} = \frac{41,8\text{m}^2}{20\text{m}} = 2,09\text{m}$$

Por lo tanto, las cargas distribuidas en los largueros son las siguientes:

- Por viento:

$$wA = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,75 \text{ m} = 45 \text{ kg/m}$$

$$wB = wC = wD = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,50 \text{ m} = 90 \text{ kg/m}$$

$$wE = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2,09 \text{ m} = 125,4 \text{ kg/m}$$

- Por peso propio:

$$pA = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,75 \text{ m} = 18,75 \text{ kg/m}$$

$$pB = pC = pD = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,50 \text{ m} = 37,5 \text{ kg/m}$$

$$pE = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2,09 \text{ m} = 52,25 \text{ kg/m}$$

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 9/17	Año: 2015
<p>Si consideramos a los largueros como vigas simplemente apoyadas cuyos extremos se encuentran entre parantes, obtendríamos valores de esfuerzos de corte y momento.</p> <p>El esfuerzo máximo de corte es el siguiente:</p> $Q_{max} = \frac{q * L}{2}$ <p>Consideramos el eje Z como el eje horizontal y el Y para el vertical. Por lo tanto, las reacciones serán las siguientes:</p> $Q_z = \frac{wA * 5m}{2} = \frac{45 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 337,5 \text{ kg}$ $Q_y = \frac{pA * 5m}{2} = \frac{18,75 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 140,63 \text{ kg}$ <p>El momento máximo se calcula con la siguiente ecuación:</p> $M_{max} = \frac{q * L^2}{8}$ <p>Por lo tanto</p> $M_z = \frac{wA * L^2}{8} = \frac{45 \text{ kg/m} * (5m)^2}{8} = 421,875 \text{ kgm}$ $M_y = \frac{pA * L^2}{8} = \frac{18,75 \text{ kg/m} * (5m)^2}{8} = 175,78 \text{ kgm}$ <p>Respecto al larguero B, C y D</p> $Q_z = \frac{wB * 5m}{2} = \frac{90 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 225 \text{ kg}$ $Q_y = \frac{pB * 5m}{2} = \frac{37,5 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 93,75 \text{ kg}$ $M_z = \frac{wB * L^2}{8} = \frac{90 \text{ kg/m} * (5m)^2}{8} = 281,25 \text{ kgm}$ $M_y = \frac{pB * L^2}{8} = \frac{37,5 \text{ kg/m} * (5m)^2}{8} = 117,19 \text{ kgm}$ <p>Respecto al larguero E</p> $Q_z = \frac{wE * 5m}{2} = \frac{125,4 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 313,5 \text{ kg}$ $Q_y = \frac{pE * 5m}{2} = \frac{52,25 \frac{kg}{m} * 5m}{2} = 130,625 \text{ kg}$ $M_z = \frac{wE * L^2}{8} = \frac{125,4 \text{ kg/m} * (5m)^2}{8} = 391,88 \text{ kgm}$			



U.T.N.
Fac. Reg.
Gral. Pacheco

RESISTENCIA DE MATERIALES

Grupo N°5

Trabajo Práctico Final

Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas

Hoja: 10/17

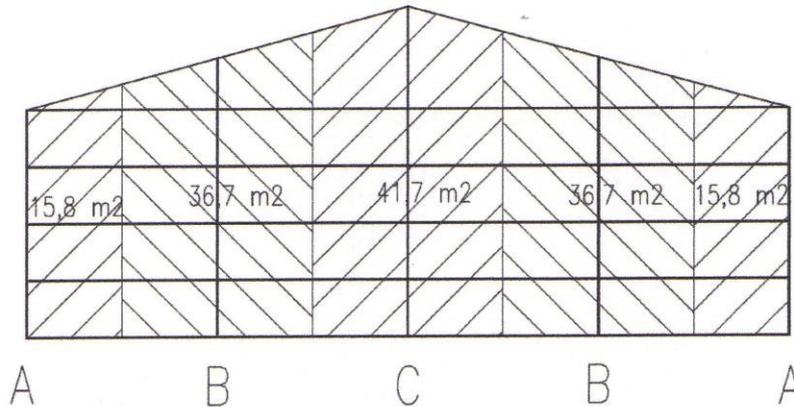
Año: 2015

$$M_y = \frac{pE * L^2}{8} = \frac{52,25 \text{ kg/m} * (5\text{m})^2}{8} = 163,28 \text{ kgm}$$

Esfuerzos en los parantes:

Los parantes estarán sometidos únicamente a cargas de viento.

- Ancho de influencia para acciones del viento: A partir del cálculo de las áreas de influencia, obtenemos el ancho.



$$\text{AnchoA} = \frac{15,8\text{m}^2}{6\text{m}} = 2,63\text{m}$$

$$\text{AnchoB} = \frac{36,7\text{m}^2}{7,34\text{m}} = 5\text{m}$$

$$\text{AnchoC} = \frac{41,7\text{m}^2}{8,68\text{m}} = 4,80\text{m}$$

$$w_A = 60\text{kg/m}^2 * 2,63\text{m} = 157,8\text{kg/m}$$

$$w_B = 60\text{kg/m}^2 * 5\text{m} = 300\text{kg/m}$$

$$w_C = 60\text{kg/m}^2 * 4,80\text{m} = 288\text{kg/m}$$

* Se consideran los parantes como barras empotradas en la parte inferior. Analizaremos los esfuerzos en aquellas más desfavorecidas (parante B)

El esfuerzo máximo de corte es el siguiente:



U.T.N.
Fac. Reg.
Gral. Pacheco

RESISTENCIA DE MATERIALES

Grupo N°5

Trabajo Práctico Final

Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas

Hoja: 11/17

Año: 2015

$$Q_{maxA} = \frac{wB * L}{2} = \frac{300 \text{ kg/m} * 7,34\text{m}}{2} = 1101 \text{ kg}$$

Y el esfuerzo máximo de momento se calcula de la siguiente forma:

$$M_{maxA} = \frac{wA * L^2}{8} = \frac{300 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (7,34\text{m})^2}{8} = 2020,34 \text{ kgm}$$

Dimensionamiento de largueros:

Los largueros son elementos que trabajan a flexión. En este caso, existen cargas por el viento y por la acción del peso del cerramiento en distintas direcciones, por lo tanto es una flexión pura oblicua. Se realizará el dimensionamiento para el larguero A, y el larguero C, debido a que son los más solicitados

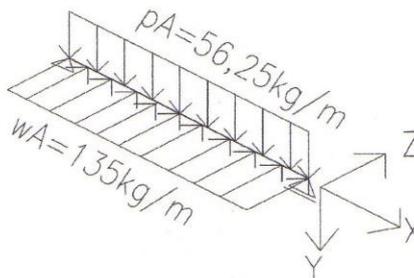


Diagrama de cuerpo libre para para el larguero A

La ecuación para el dimensionamiento por flexión es la siguiente:

$$\sigma = \frac{Mz}{Jz} * Y_{max} \pm \frac{My}{Jy} * Z_{max} = \frac{M_{maxz}}{Wz} \pm \frac{M_{maxy}}{Wy}$$

Para el larguero A:

$$My = 175,78 \text{ kgm} = 17578 \text{ kgcm}$$

$$Mz = 421,875 \text{ kgm} = 42187,5 \text{ kgcm}$$

Se selecciona un perfil UPN 160

$$\sigma = \frac{M_{maxz}}{Wz} + \frac{M_{maxy}}{Wy} = \frac{42187,5 \text{ kgcm}}{116 \text{ cm}^3} + \frac{17578 \text{ kgcm}}{18,3 \text{ cm}^3} = 1324 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{verifica}$$

Para el larguero D:

$$My = 163,28 \text{ kgm} = 16328 \text{ kgcm}$$

$$Mz = 391,88 \text{ kgm} = 39188 \text{ kgcm}$$

Se adopta también un perfil UPN 160

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 12/17	Año: 2015

$$\sigma = \frac{M_{maxz}}{W_z} + \frac{M_{maxy}}{W_y} = \frac{39188kgcm}{116cm^3} + \frac{16328kgcm}{18,3cm^3} = 1230,07 \frac{kg}{cm^2} < 1400 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow \text{verifica}$$

Máxima deflexión en largueros:

Se debe verificar la flecha máxima en la dirección Z (donde hay mayor carga), el valor no debe superar la siguiente:

$$f < \frac{L}{200} = \frac{500cm}{200} = 2,5cm$$

$$f = \frac{5 * q * L^4}{384 * E * J_y} = \frac{5 * 1,35 \frac{kg}{cm} * (500cm)^4}{384 * \frac{21000000 kg}{cm^2} * 925cm^4} = 0,566 cm < 2,5cm \rightarrow \text{Verifica}$$

Verificación al corte:

Se toma como tensión tangencial admisible:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{adm} = \frac{1400kg/cm^2}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{adm} = 808kg/cm^2$$

Datos Perfil UPN 160:

J = 925 cm⁴
b = 0,75cm

$$\tau = \frac{Q \cdot S_n^x}{J \cdot b}$$

$$\tau = \frac{337,5kg \cdot 68,8cm^3}{925cm^4 \cdot 0,75cm}$$

$$\tau = 33,7kg/cm^2$$

La máxima tensión tangencial obtenida verifica la tensión tangencial admisible. Se desprecia la tensión tangencial ocasionada por la menor carga.

Verificación a torsión:

Primero se debe calcular la tensión máxima de corte τ_{xy} :

$$\tau_{xy} = \frac{Q \cdot S_n^y}{J^n \cdot b}$$

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 13/17	Año: 2015

$$S_n^y = (bf - ec).t_f.(\frac{d}{2} - t_f/2)$$

$$S_n^y = 43,13cm^3$$

$$\tau_{xy} = \frac{337,5kg \cdot 43,13cm^3}{925cm^4 \cdot 1,05cm}$$

$$\tau_{xy} = 15,7kg/cm^2$$

Sabiendo que las fuerzas ocasionadas por la tensión de corte τ_{xy} en cada ala generan un momento torsor, se puede calcular este momento obteniendo el valor de las fuerzas y multiplicándolo por la distancia entre estas:

$$H = \tau_{xy} \cdot \frac{1}{2} \cdot t_f \cdot (b_f - e_c)$$

$$H = 15,7kg/cm \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,05cm \cdot (6,5cm - 0,75cm)$$

$$H = 47,34kg$$

Habiendo calculado el esfuerzo en cada ala, se lo puede multiplicar por la distancia para obtener el momento torsor:

$$M_t = 47,34kg \cdot 14,95cm$$

$$M_t = 707kg \cdot cm$$

Conociendo el momento torsor, se calcula el esfuerzo de torsión:

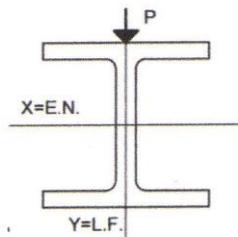
$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot M_t}{S \cdot e^2}$$

Se adopta como espesor $e=0,9cm$ y como desarrollo de la línea media del perfil $S=27,2cm$

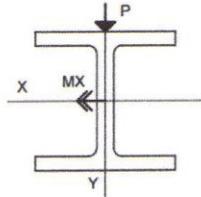
$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot 707kg \cdot cm}{27,2cm \cdot 0,9cm^2}$$

$$\tau_{max} = 96,2kg/cm^2$$

Dimensionamiento del parante más desfavorecido:



 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 14/17	Año: 2015



Se utilizaran perfiles IPE de acero F24, $\sigma_{adm} = 1400\text{kg/cm}^2$

Dimensionamiento a flexión pura:

$$\sigma_{adm} \geq \frac{M_x}{W_x}$$

A continuación se debe iterar hasta encontrar el menor perfil que verifique la tensión admisible, en este caso fue el IPE 180.

$$\sigma = \frac{202034\text{kgcm}}{713\text{cm}^3}$$

$$\sigma = 1374,38\text{kg/cm}^2$$

Habiendo dimensionado el perfil a flexión pura, se verifica que la máxima tensión tangencial de corte sea menor a la admisible.

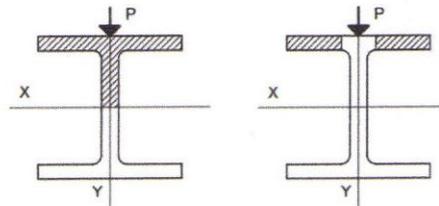
Se toma como tensión tangencial admisible:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{adm} = \frac{1400\text{kg/cm}^2}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{adm} = 808\text{kg/cm}^2$$

Solo se calcula el corte respecto al plano XZ, ya que el corte máximo en el plano XZ es mayor al corte máximo en el plano YZ, debido a que los momentos de primer orden máximo S_n^y son menores a S_n^x y las bases b_y son mayores a b_x , como se puede ver en el grafico siguiente:



$$\tau = \frac{Q \cdot S_n^x}{J \cdot b}$$

$$\tau = \frac{1101\text{kg} \cdot 83,2\text{cm}^3}{1320\text{cm}^4 \cdot 0,53\text{cm}}$$

$$\tau = 130,93\text{kg/cm}^2$$

La máxima tensión tangencial obtenida verifica la tensión tangencial admisible.

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 15/17	Año: 2015

Dimensionamiento de Diagonales (Sometidos a esfuerzos de tracción)

Datos:

$$N = 24,80 \text{ KN} \quad N = 2480 \text{ Kg}$$

$$\sigma_{\text{Adm}} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$$

Ecuación de Resistencia de la sollicitación Axil $\sigma = \frac{N}{A}$

Área Necesaria $A = \frac{N}{\sigma}$

$$A = \frac{2480 \text{ Kg}}{1400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$\boxed{A = 1,771 \text{ cm}^2}$$

Una vez calculada el área necesaria que verifique la tensión admisible para la carga máxima adoptada se procede a adoptar la sección. Para este elemento sometido a tracción se adopta una sección circular llena de 16mm de diámetro. Dicha Sección tiene un área de 2,01 cm².

$$\sigma = \frac{2480 \text{ kg}}{2,01 \text{ cm}^2} \quad \sigma = \frac{1233,83 \text{ kg}}{\text{cm}^2} < 1400 \text{ kg/cm}^2 = \text{Tensión Admisible}$$

Se verifica que la tensión en la sección elegida es menor a la admisible.

Calculo de Alargamiento de diagonales sometidas a tracción

El alargamiento total de una barra sollicitado axilmente será determinado por la siguiente ecuación:

$$\Delta L = \frac{N * L}{E * A}$$

ΔL : Alargamiento total de la barra

N: Esfuerzo interno

L: Longitud total de la barra

A: Área de la sección.

Datos:

N = 2480 kg

A = 2,01 cm²

E = 210.000 MPa

L = (5²+5,18²)^{1/2} = 7,20 m. Diagonal de triangulo rectángulo con lados iguales a 5 m y 5,18 m.

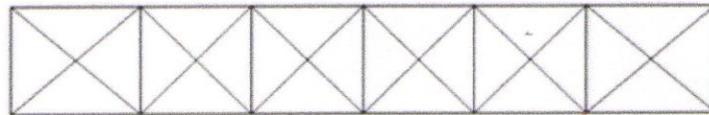
$$\Delta L = \frac{N * L}{E * A} = \frac{2480 \text{ kg} * 720 \text{ cm}}{2100000 \text{ kg/cm}^2 * 2,01 \text{ cm}^2} = 0,423 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el mayor alargamiento es de 0,42 cm

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 16/17	Año: 2015

Dimensionamiento de Puntales

Se procede por medio de la presente a realizar el dimensionamiento de los puntales cuya disposición se encuentra detallada a continuación:



Puntal a dimensionar

$\sigma_{adm} = 140 \text{ MPa}$ Acero F-24 Perfil UPN

$$N = -22,005 \text{ KN}$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$A_{necesaria} = \frac{P}{\sigma}$$

$$A_{necesaria} = 1,57 \text{ cm}^2$$

Se selecciona un tubo de acero cuadrado de lado 3 cm, espesor 1,6 mm, y área 1,752 cm²

$$\sigma_{adm} \geq \frac{P}{A_{real}}$$

$$\sigma_{adm} \geq 125,74 \text{ MPa}$$

$$A = 1,752 \text{ cm}^2$$

$$B_x = 1$$

$$B_y = 1$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$J_x = J_y = 2,307 \text{ cm}^4$$

$$r_x = r_y = 1,148 \text{ cm}$$

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 17/17	Año: 2015

$$L_{px} = L_{py} = 5m$$

$$\lambda_x = \frac{L_{px}}{i_x} = 435,54$$

λ NO SE ENCUENTRA EN LA TABLA 3 CIRSOC 301 Por lo cual se descarta dicho perfil y se procede a optar por otro perfil.

Se selecciona un tubo de acero cuadrado de lado 8 cm, espesor 2,5 mm, y área 7,59 cm²

$$\sigma_{adm} \geq \frac{P}{Areal}$$

$$\sigma_{adm} \geq 28,9 MPa$$

$$A = 7,59 cm^2$$

$$B_x = 1$$

$$B_y = 1$$

$$L = 5 m$$

$$J_x = J_y = 75,10 cm^4$$

$$r_x = r_y = 3,15 cm$$

$$L_{px} = L_{py} = 5m$$

$$\lambda_x = \frac{L_{px}}{i_x} = 158$$

Método de coeficiente ω

$$\lambda = 158$$

Según tabla 3 del Cirsoc 301, el valor del coeficiente ω es 4,82 considerando a λ como 158.

Por lo tanto:

$$\sigma = \frac{P}{A} * \omega = \frac{22,005 KN * 4,82}{7,59 cm^2} = 139,74 MPa$$

Mientras que el valor N_p será:

$$N_p = \frac{\sigma_{adm}}{\omega} * Areal = \frac{140 MPa * 7,59 cm^2}{4,82} = 22,04 KN$$

 U.T.N. Fac. Reg. Gral. Pacheco	RESISTENCIA DE MATERIALES		Grupo N°5
	Trabajo Práctico Final		
	Alumnos: Jaime Gabriel, Dalvit Juan, Torrano Mario, Mari Tomas	Hoja: 18/17	Año: 2015

$N_p > N$ por lo cual verifica a pandeo.

En resumen, se utilizará un tubo de acero cuadrado de lado 8 cm y espesor 2,5mm para materializar los puntales.

Tabla resumen de dimensionamiento

Elemento	Solicitud					Perfil designado	Tension (kg/cm2)		Deformación	
	Axil (kg)	Flexión Z (kgm)	Flexión Y (kgm)	Corte Z (kg)	Corte Y (kg)		Normal	Tangencial	Axil (cm)	Flecha máxima (flexión)
Parante	-	2020,34	-	1101	-	IPE 180	1374,38	130,73	-	-
Larguero	-	421,85	175,78	337,5	140,63	UPN 160	1324	33,7	-	0,566
Diagonal	2480	-	-	-	-	R. Macizo $\Phi 16$ mm	1233,83	-	0,42	-
Puntal	2200	-	-	-	-	Tubo acero l=8cm	1397,4	-	-	-

4. CONCLUSIONES

La idea y la implementación en el curso del Trabajo Final ha superado los objetivos que nos habíamos propuesto.

Observamos una mejora en distintos aspectos. A saber:

En primer lugar, se logra el objetivo principal que es que los alumnos adquieran los conocimientos en forma global de la asignatura. El hecho de tener que diseñar y dimensionar - calcular una estructura solicitada a una combinación de distintos esfuerzos, los motiva al ver que aplican en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos. Lo cual eleva el interés por la materia, principalmente en los últimos meses del curso. Circunstancia que no ocurría con anterioridad a la adopción del Trabajo Final.

Al resultarles interesante la tarea, se ven estimulados para la búsqueda de información o refrescar contenidos vistos con anterioridad, todo para una mejor respuesta a la solución del Trabajo.

La aproximación del alumno a la práctica real de la profesión, lo enfrenta a tener que resolver algunas cuestiones más complejas, fomentando el debate dentro del grupo para la resolución de los distintos problemas que se les presentan.

También notamos una mayor dedicación en cuanto al esmero que vuelcan en la presentación de dicho trabajo.

Y otro tema interesante de observar fue la solidaridad entre los grupos, intercambiando información ya sea con respecto a la solución de algún tema en particular, pasando por el tipo de programa a utilizar, hasta la forma de organizar la entrega del Trabajo Final.

En síntesis, se logra una mejora en el aprendizaje de los alumnos en cuanto a la asignatura y una predisposición mayor por parte de los mismos para afrontar un trabajo real y concreto.

Análisis Estructural I: centralidad de la asignatura e importancia del replanteo de la metodología de su enseñanza

Hugo Félix Begliardo

Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional

hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar

Resumen

Análisis Estructural I ocupa una posición central dentro del conjunto de las asignaturas relacionadas con el ámbito de las estructuras, pertenecientes al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional. A ella convergen los conocimientos básicos adquiridos en materias dictadas en los niveles que le preceden (Estabilidad, Resistencia de Materiales) y de ella se nutren asignaturas del mismo nivel (Estructuras de Hormigón) y de niveles superiores (Análisis Estructural II, Construcciones Metálicas y de Madera). El trabajo que se presenta tiene por objetivo reflexionar sobre la necesidad de un cambio en el modo de abordar la enseñanza del análisis de las estructuras ajustándose a los tiempos presentes, pero con mirada prospectiva. Tras una descripción de la metodología y herramientas actualmente empleadas para su dictado en la Facultad Regional Rafaela, en el artículo se planteó la importancia de replantear la metodología didáctica, reformulándola desde un enfoque donde el estudiante es el protagonista hacedor de su aprendizaje, centrándose en el desarrollo de sus competencias a partir del aprovechamiento a pleno los recursos informáticos que hoy se disponen. Finalmente, y bajo el mismo cometido, se concluye con una propuesta de enseñanza que favorece la integración con el resto de las asignaturas comprendidas en las dos áreas del diseño curricular vinculadas el espacio de las estructuras: “Estabilidad y Resistencias de Materiales” y “Estructuras”.

Palabras clave: Estructuras, Metodología de enseñanza, Educación Basada en Competencias, Recursos informáticos.

1. Introducción

La centralidad de Análisis Estructural I dentro del conjunto de asignaturas vinculadas al ámbito de las estructuras, pertenecientes al plan de estudios de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Tecnológica Nacional es clara y evidente, puesto que a ella convergen los conocimientos básicos adquiridos en materias de niveles que le preceden (Estabilidad, Resistencia de Materiales) y de ella se nutren asignaturas del mismo nivel (Estructuras de Hormigón) y niveles superiores (Análisis Estructural II, Construcciones Metálicas y de Madera).

Durante muchos años el programa de Análisis Estructural I (ex Estabilidad III) incluyó contenidos amplios, obligatorios y comunes a todas las Facultades donde se dictaba, pero a partir de la Ordenanza CS 1030 del 25/8/2004 se otorgó a los docentes la libertad de elaborarlo en función del cumplimiento de ciertos objetivos, indicándose contenidos generales expresados de modo muy conciso (Figura 1).

El procedimiento comúnmente adoptado por los titulares a cargo de la asignatura ha sido el de adaptar los viejos programas a la nueva disposición, sin apartarse del formato tradicional de enseñanza basado en la exposición de los temas y la resolución de trabajos o casos prácticos, siguiendo el camino pedagógico propuesto en el plan de estudios de Ingeniería Civil, consistente en una metodología de enseñanza centrada en la aproximación a situaciones problemáticas, a partir de la consideración de problemas básicos relativos a la profesión.

Análisis Estructural I se caracteriza por introducir muchos conceptos y conocimientos básicos que dan sustento a las correlativas posteriores. Sin embargo, es común que sus contenidos sean abundantes, se presenten fragmentados y sin aparente concatenación entre sí. Esta particularidad también puede encontrarse en otras asignaturas del plan de la carrera, entre ellas aquellas comprendidas dentro de las dos áreas vinculadas a la ingeniería estructural: “Estabilidad y Resistencia de Materiales” y “Estructuras”.

Carrera: INGENIERÍA CIVIL	
Asignatura: ANÁLISIS ESTRUCTURAL I	Nº de orden: 29
Departamento: Especialidad	Horas/sem: 5
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas/año: 160
Area: Estructuras	
Objetivos	
– Conocer los conceptos físicos de matriz de rigidez y flexibilidad y modelo teórico de análisis.	
– Desarrollar capacidad para resolver sistemas estructurales planos por métodos automáticos de análisis, modelar e interpretar resultados y verificar la validez de los modelos de análisis.	
– Despertar interés por los instrumentos de cálculo disponibles y su adaptación a la solución de problemas estructurales.	
Contenido:	
Estructuras estáticamente determinadas e indeterminadas. Cálculo de deformaciones.	
Resolución de estructuras hiperestáticas. Introducción a los métodos matriciales.	
Resolución de estructuras en fase plástica.	

Figura 1. Análisis Estructural I: Objetivos y contenido sintético (Ord.1030, p.66)

De lo señalado surge un primer planteo: el desarrollo de materias en base a la exposición o enseñanza aislada de métodos o técnicas de resolución, sin vinculación aparente, suele

conducir a que el alumno, al cabo del cursado, las identifique como a una canasta o conjunto de recursos resolutivos sin una unidad directora, dificultándoles su comprensión y la toma de decisiones para seleccionar la técnica o el recurso más conveniente.

Al inconveniente señalado, se agrega un segundo hecho: en los últimos tiempos se sumó el interrogante sobre qué contenidos clásicos dejar de dictar y qué nuevos conocimientos impartir, toda vez que en el ejercicio profesional el uso de software se ha generalizado y los procedimientos manuales, salvo excepciones, prácticamente se han dejado de lado.

Es indudable que ambos planteos generan la necesidad de revisar y, en su caso, dar un nuevo enfoque a la metodología de la enseñanza de Análisis Estructural I, pero que comprenda no sólo a esta materia, sino que también lo haga con aquellas asignaturas que guardan relación con la ingeniería estructural, vinculadas a ella horizontal y verticalmente, con el objetivo de integrarlas y tratarlas holísticamente, como un todo sin interrupción de continuidad.

Este trabajo expone, en primer lugar, generalidades sobre el contenido de la materia dictada en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela (UTN FRRa), la metodología de su enseñanza, evaluación, las herramientas empleadas y los resultados apreciados. Seguidamente, se reflexiona desde las dos realidades citadas y se propone un camino de integración con el resto de las asignaturas comprendidas en las dos áreas antes mencionadas, lo cual es posible de materializar a través de talleres a partir de un enfoque centrado en el estudiante y en el desarrollo de sus competencias, utilizando como vehículo los nuevos recursos provistos por el desarrollo informático.

2. Programa de Análisis Estructural I. Metodología Didáctica

2.1. Fundamentación de la materia dentro del plan de estudios

La asignatura Análisis Estructural I, de dictado anual en Facultad Regional Rafaela, forma parte del IV Nivel del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN. Se la incluye dentro del cursado obligatorio, integrándose tanto horizontal como verticalmente con numerosas materias que componen el diseño curricular (Estabilidad, Resistencia de Materiales, Análisis Estructural II, Álgebra y Geometría Analítica, Estructuras Metálicas y de Madera, Estructuras de Hormigón, Cálculo Avanzado, etc.). Su importancia radica, fundamentalmente, en aportar sólida formación de base al futuro ingeniero, necesaria para dar respuestas técnicas, económicas y sociales adecuadas dentro del ámbito de las disciplinas con las que se relaciona o integra, enmarcando correctamente los problemas.

2.2. Objetivos

Son los indicados en la Ordenanza 1030, señalados en la Figura 1.

2.3. Programa

El programa analítico se estructura en Unidades temáticas, contemplando dos exámenes parciales (uno en cada cuatrimestre) y un Trabajo Final Integrador (TFI), además de la realización de una monografía al inicio del año de cursado. Frecuentemente se complementa con actividades no programadas (exposiciones a cargo de invitados; asistencia a charlas o conferencias relativas a la materia).

En la Figura 2, y a modo de resumen del programa, se vuelcan los títulos de las Unidades temáticas que se abordan.

Unidad Temática	
U.T.1	Introducción al Análisis Estructural. - Parte “A”: Fundamentos. - Parte “B”: Métodos Avanzados de Análisis Estructural. Alcances. - Parte “C”: Sistemas Rigidizantes.
U.T.2	Indeterminación en estructuras
U.T.3	Desplazamientos en sistemas de barras y energía en las estructuras. - Parte “A”: Generalidades. - Parte “B”: Desplazamientos Elásticos en una Barra. - Parte “C”: Energía en las Estructuras.
U.T.4	Métodos tradicionales de Análisis Estructural: Resolución de estructuras estáticamente indeterminadas por el Método de las Fuerzas.
U.T.5	Métodos tradicionales de Análisis Estructural: Resolución de estructuras <u>cinemáticamente</u> indeterminadas por el Método de los Desplazamientos.
U.T.6	Métodos tradicionales de Análisis Estructural: Técnicas particulares de resolución.
U.T.7	Métodos matriciales de Análisis Estructural: Generalidades.
U.T.8	Métodos matriciales de Análisis Estructural: Resolución de estructuras <u>cinemáticamente</u> Indeterminadas por el Método de las Matrices de Rigidez (M.M.R.).
U.T.9	Trabajo Final Integrador (TFI).
U.T.10	Cargas Móviles: Líneas de Influencia; Diagramas envolventes.
U.T.11	Análisis de Estructuras en Régimen Plástico.

Figura 2. Análisis Estructural I. Unidades temáticas.

2.4. Metodología de enseñanza

Actualmente se procede del modo tradicional, recurriendo a técnicas basadas en la pedagogía de la transmisión (clases teóricas magistrales o expositivas) y en la pedagogía de la problematización (resolución de problemas planteados por el docente o propuestos por los alumnos; análisis de casos; trabajos de campo con elaboraciones monográficas; práctica utilizando software específico; realización de un Trabajo Final Integrador; etc.).

Clases de consulta: Se asigna, al menos, un día de la semana (viernes) para atender consultas vinculadas a la asignatura, en horario a acordar con los alumnos.

Uso de software: La Facultad cuenta con una licencia del programa *SAP2000*, instalado en red en sus computadoras. Se provee a los estudiantes de instructivos elaborados por la cátedra en relación al mismo y al software *ETABS* (orientado a edificios), también de la misma compañía. A su vez, los alumnos utilizan en sus propios equipos versiones de evaluación de ambos programas. La enseñanza se complementa con la exposición de videos tutoriales.

Trabajo monográfico: Tras el dictado de la Unidad 1, al comienzo del primer cuatrimestre y en grupos de no más de cuatro alumnos, estos deben realizar una monografía sobre el estado del arte de los sistemas rigidizantes de edificios en altura, además de recorrer la ciudad e

identificar los sistemas aplicados en los edificios ejecutados o en ejecución dentro de la misma. El objetivo es que estos se familiaricen con los diferentes sistemas de rigidización existentes para edificios en altura, identificar los empleados regularmente en la ciudad de asiento de la Facultad Regional (la normativa local permite una altura máxima de 20 pisos) y, fundamentalmente, apreciar el empleo en estos sistemas de las estructuras de configuración lineal (vigas, columnas), tipo estructural en torno al cual se desarrolla la asignatura Análisis Estructural I.

Trabajo Final Integrador: Los alumnos deben realizar en grupos de dos personas el diseño estructural y predimensionado de un edificio de pisos aparcado, o con combinación de pórticos y tabiques. Éste podrá ser el de una obra proyectada, ya ejecutada o en ejecución en la ciudad de Rafaela o región, bajo pautas de realización y aprobación definidas por la cátedra. Para ello, deberán recurrir al empleo de cualquier software de análisis estructural, sugiriéndose la aplicación de los enseñados en clase. En el informe a entregar, se deberá concluir con un juicio crítico, comparando el diseño y predimensionado estructural realizado con el de la obra real tomada como base del TFI.

2.5. Régimen de cursado, evaluación y aprobación

El Régimen de Cursado, Aprobación y Evaluación se rige por lo dispuesto en los puntos 7 y 8 la Ordenanza CS 1549 del 15/9/2016. Los alumnos son puestos en conocimiento de la metodología de *cursado-evaluación-aprobación* el primer día de clases, al entregárseles el programa de la asignatura.

La evaluación es continua a lo largo de todo el desarrollo de la materia, para lo cual se aplica una *Lista de Cotejo o Seguimiento* por alumno, observando sus conductas y desempeño frente a la asignatura. Como parte del seguimiento se realizan *Pruebas (examen) breves escritas, no estructuradas*, de no más de 10 minutos al inicio de las clases teóricas (no todas), basadas en las enseñanzas dadas en la clase anterior. Son sus objetivos esenciales: fomentar el compromiso de estudiar permanentemente la materia; conocer el grado de comprensión de lo enseñado, a fin de permitir al docente practicar las correcciones del caso; asistir a aquellos alumnos que se encuentren en dificultades.

Aprobación directa: A partir del ciclo lectivo 2017, la asignatura se promociona por aprobación directa. Las condiciones para ello están establecidas en el punto 7.2.1. de la Ordenanza 1549, lo cual incluye el cumplir con las actividades de formación práctica y aprobar las instancias de evaluación a especificar por el titular de la cátedra sobre la base de: exámenes breves al comienzo de las clases, exámenes parciales, trabajos prácticos, informes de visitas a obra, monografías, Trabajo Final Integrador. Cada una de estas se ponderan aplicando una escala de 1 (uno) a 10 (diez), aprobándose con una calificación mínima de 6 (seis) puntos. Una calificación de 4 (cuatro) o 5 (cinco) permite que el estudiante conserve la condición de “regular”. Por debajo de ello queda en condición de alumno “libre”, según lo homologado por el Consejo Directivo de la Facultad en función del artículo 8.2.3 de la Ordenanza precitada.

El estudiante que no aprueba alguna instancia de evaluación tiene 1 (una) instancia de recuperación, y la nota definitiva a asentar en la libreta será el promedio de las notas de aprobación directa obtenidas en las diferentes evaluaciones.

Aprobación no directa y no aprobación: El estudiante que, no habiendo alcanzado la aprobación directa, haya demostrado niveles mínimos y básicos de aprendizaje a juicio del titular de la cátedra, estará habilitado a rendir *examen final* (art.7.2.2 de la Ord. 1549). Su evaluación se regirá por lo establecido en la Tabla 1, necesitando alcanzar 6 (seis) puntos de nota mínima para la aprobación. El estudiante que no haya demostrado niveles mínimos y básicos de aprendizaje deberá recurrar la materia (art.7.2.3 de la Ord. 1549).

2.6. Bibliografía

Análisis Estructural I se sustenta en desarrollos realizados por grandes matemáticos e ingenieros del s. XIX (Mohr, Maxwell, Castigliano, etc.) y principios del s.XX (Maney), por lo que la bibliografía básica que se emplea sigue siendo la tradicional, acompañada de apuntes de cátedra de elaboración propia basados en los contenidos de diferentes autores. Al margen de la provisión de numerosa bibliografía, tanto de base como complementaria, el eje de la asignatura se desarrolla, fundamentalmente, sobre el trabajo de los siguientes autores:

- Belluzzi, O., "Ciencia de la Construcción", Tomos I y II. Aguilar, Madrid, 1977.
- Yuan-Yu Hsieh, "Teoría Elemental de Estructuras". Prentice-Hall., México, 1986.
- Begliardo, H., "Apuntes de Análisis Estructural I". UTN FRRa

La formulación matricial del método de los desplazamientos y su incorporación a software de análisis estructural (método de la rigidez/método de los elementos finitos), introdujo fuertes cambios en las técnicas de resolución, pero no en la teoría de base que continuará siendo la clásica hasta tanto se produzca una rotura de paradigmas en la teoría de las estructuras. Entre la abundante bibliografía disponible, para su enseñanza la cátedra adoptó la siguiente:

- Celigüeta, J., "Curso de Análisis Estructural", EUNSA, San Sebastián, España, 1998.
- Kardenstuncer H., "Introducción al Análisis Estructural con Matrices". McGraw-Hill, Colombia, 1975.

No obstante, es importante señalar que la realidad revela que los alumnos recurren principalmente a los apuntes de clase para llevar adelante el estudio de la materia, con poca o ninguna consulta a los libros recomendados. Ello no implica su negativa a ampliar y fortalecer conocimientos, sino que debe atribuirse a la sobrecarga de actividades, sea por el número de asignaturas que cursan o bien por sus obligaciones laborales, en el caso de quienes trabajan.

2.7. Resultados obtenidos

No se pueden apreciar aun con claridad suficiente los resultados del nuevo régimen de aprobación directa implementado. Se observa, en principio, que la medida ha conducido a un mayor compromiso por parte de los alumnos en llevar al día el estudio de la asignatura, a fin de poder afrontar las evaluaciones que permanentemente se realizan.

Al margen de lo señalado, es importante reflexionar sobre los dos planteos mencionados en la Introducción: a) la necesidad de hilvanar contenidos fragmentados y b) la de revisión de la metodología de la enseñanza y de los programas analíticos, con motivo de la generalización del uso del software como recurso eficiente y rápido para la resolución de problemas, en reemplazo de los procedimientos manuales. Ambos merecen ser atendidos y buscarse respuestas, si se pretende obtener resultados que beneficien el aprendizaje del educando.

3. LA NECESIDAD DE UN CAMBIO EN CONTENIDOS Y DIDÁCTICA.

3.1. Sobre la integración de contenidos

Uno de los desafíos más importantes de todo plan de estudios es lograr que el alumno realmente integre los contenidos que les fueron impartidos en los diferentes niveles. Celador y Oshiro (2013) encuentran en la integración curricular la presencia de un medio posible para que el estudiante logre un aprendizaje significativo y que, a su vez, le permita sortear la fragmentación y parcelación de los conocimientos. Sin embargo, en su experiencia, observan que existen problemas comunes a la hora de integrar saberes que no se solucionan con la sola incorporación de materias integradoras. Ante este hecho, si se hiciese una focalización sobre las áreas vinculadas a la ingeniería estructural, “Estabilidad y Resistencia de Materiales” y “Estructuras”, cabe preguntarse: *¿De qué modo es posible lograr la integración de contenidos de asignaturas comprendidas en ellas?*

3.2. Enseñanza basada en la aproximación a situaciones problemáticas

Colomé y Serrano Mora (2013), siguiendo el camino pedagógico propuesto por la UTN, sostienen que en la aplicación de una propuesta específica de problemas que representan situaciones reales se logra la integración de contenidos teóricos de numerosas asignaturas. A su vez, Culzoni y Cámara (2012), entre otros, argumentan que el enfoque basado en un planteo problematizador, donde se contrasta la realidad física de los casos propios de la profesión con modelos ideales, permite al alumno la construcción de saberes y la concreción de un aprendizaje significativo. Cafferata Ferri *et al.* (2011), por su parte, son quienes realizan un aporte adicional al señalar que debería existir un *hilo conductor* que atravesase las distintas asignaturas, con una cierta continuidad en los contenidos, a profundizar y ampliar con el avance en la carrera.

3.3. La estructura de configuración lineal (barra) como “hilo conductor”

En el ámbito de la construcción civil las estructuras resistentes conformadas por elementos lineales (barras) están profusamente presentes (vigas, columnas, estructuras aporricadas, armaduras, etc.) y construidas en diferentes materiales (hormigón, metal, madera). Asimismo, se observa que en la carrera de Ingeniería Civil un buen número de materias de los Niveles II a V (Estabilidad, Resistencia de Materiales, Análisis Estructural I y II, Estructuras de Hormigón, Construcciones Metálicas y de Madera), tienen en la *estructura lineal “barra”* a un *conector axial* de contenidos con el que se opera frecuentemente, pero que no siempre es percibido como tal. En efecto, todas estas asignaturas contemplan en sus programas la resolución de problemas básicos relativos a la profesión, basados en esta forma estructural bajo enfoques que les son propios. La función inicial del ingeniero es dimensionar las secciones de dichas barras, para un material y estados de cargas dados, garantizando la estabilidad del conjunto. En este desenvolvimiento queda comprendido el *análisis estructural*.

3.4. Un camino de integración que excede a Análisis Estructural I

En el desafío de encontrar un medio efectivo que pudiese vincular las asignaturas relacionadas con la ingeniería estructural dentro del plan de estudios a través del hilo conductor “barra”, que las atravesase con una cierta continuidad en los contenidos, a profundizar y ampliar con el

avance en la carrera, es posible comprobar que un camino facilitador de su empleo como instrumento conector lo ha venido ofreciendo en los últimos años la tecnología informática, debido a su creciente evolución expresada en la creación de nuevos lenguajes de programación, el diseño de herramientas de modelado y el incremento de la capacidad de cómputo. Todo ello ha dado paso al desarrollo de nuevas estrategias de aprendizaje (Ríos, 2011), haciendo posible instalar en el aula la cultura del pensamiento.

Desde la UTN FRRa, en una experiencia aún incipiente, pero con resultados alentadores, iniciada en el marco de un Proyecto de Investigación y Desarrollo, se ha venido promoviendo entre los docentes de las áreas del diseño curricular antes mencionadas un camino de integración basado en el modelado de estructuras, partiendo del empleo de la barra desde los primeros niveles de la carrera, para luego dar paso a situaciones más complejas propias de los niveles superiores, como aquellas comprendidas en el campo de la elasticidad bidimensional y tridimensional. Para tal fin, se recurre a la aplicación de programas computacionales basados en *diseño paramétrico*, lo que permite al alumno el desarrollo de algoritmos a medida para la resolución de diferentes problemas estructurales.

El término “diseño paramétrico” comprende a todo un conjunto de herramientas digitales, de fuerte desarrollo en los últimos años, las cuales permiten al usuario manejar las relaciones entre las formas geométricas y las variables que las determinan, haciendo posible al ingeniero alcanzar el objetivo primario de *diseñar* estructuras por sobre el de *analizar* las mismas (Norris *et al.*, 1977). Diseñarlas correctamente supone *optimizar* sus secciones transversales, su forma geométrica o la distribución topológica del material. Sin embargo, en la práctica, el proceso de optimización no suele llevarse a cabo por razones diversas, sobre todo debido al ingente esfuerzo que demanda. En la actualidad, software como *Grasshopper*, basados en diseño paramétrico, han allanado significativamente el camino, haciéndolo accesible.

3.5. Software utilizados

Grasshopper es un lenguaje de programación visual y diseño paramétrico, de libre acceso. Opera dentro del software *Rhinceros*, al que se le acopla un *plug-in* interactivo de análisis estructural por elementos finitos denominado *Karamba*, pudiendo desarrollarse algoritmos para el modelado y resolución de casos prácticos de diferente complejidad e interrelacionar los contenidos de asignaturas pertenecientes a las dos áreas citadas en la Introducción.

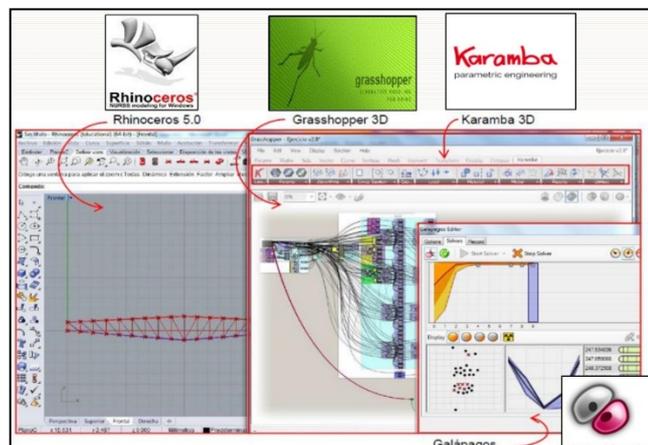


Figura 3. Software aplicados

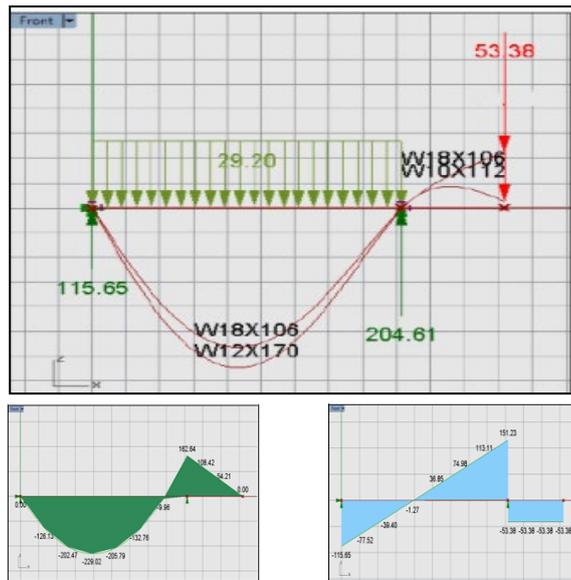


Figura 4. Viga cargada con voladizo, deformadas y diagramas M y Q. (Gudiño, 2015; Gudiño *et al.*, 2015)

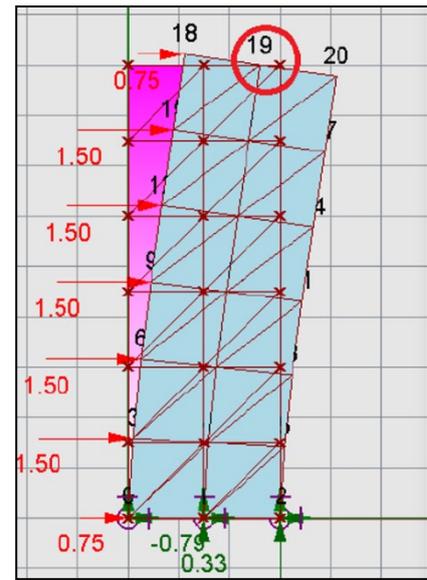


Figura 5. viga cantiléver (Begliardo *et al.*, 2016).

Este software provee un lenguaje versátil y sencillo que, prácticamente, no demanda conocimientos previos de programación. Con lógica y sentido común se genera la secuencia de creación del algoritmo correspondiente, para el modelado y posterior resolución de la situación planteada. Su enseñanza puede introducirse en Fundamentos de Informática, materia del Nivel I, y aplicarse a problemas simples desde los primeros estadios de la carrera, para luego extenderse a casos más complejos a medida que se avanza en la misma.

En problemas de mayor complejidad, es posible realizar una búsqueda de la mejor solución a partir del planteo de una función objetivo, aplicando solucionadores evolutivos (algoritmos genéticos) mediante *Galápagos*, un *add-on* de *Grasshopper*, también de libre acceso. La Figura 3 ilustra la sobre posición de los programas citados sobre el lienzo de *Rhinoceros*.

Alumnos y docentes de la F.R. Rafaela han desarrollado algoritmos que abordaron la resolución de problemas de elasticidad unidimensional y bidimensional, bajo condiciones de apoyos tanto isostáticas como hiperestáticas, con la incorporación de diferentes materiales (metal, madera, hormigón, etc.) Las Figuras 4, 5 ilustran sobre un par de ejemplos.

3.6. Ventajas de la propuesta integradora

Adoptando a la estructura lineal “barra” como conector axial de contenidos desde los niveles iniciales de la carrera y, mediante la aplicación de software basado en diseño paramétrico y programación visual, es posible diseñar, analizar y optimizar modelos estructurales, permitiendo la integración escalada de conocimientos.

El modelado de estructuras mediante las herramientas informáticas presentadas, configura una estrategia didáctica que se centra en el papel dinámico del estudiante, facilitándole la construcción de conocimiento mediante un proceso de aprendizaje significativo, reteniendo, comprendiendo y haciendo uso activo del mismo.

El lenguaje *Grasshopper*, y sus anexos, además de hacer posible la generación de algoritmos de forma sencilla, ágil y dinámica, provee la importante ventaja de posibilitar que quienes no tengan conocimientos previos en programación puedan realizar sus propios desarrollos, por cuanto los algoritmos no son únicos para cada caso, sino que responden al proceso mental de cada desarrollador (alumno), siendo ello indicio de la riqueza del procedimiento propuesto.

Su empleo genera una transición gradual hacia los niveles superiores de la carrera, al permitir incrementar la complejidad de las situaciones problemáticas sin apartarse del software de base aprendido al comienzo de los estudios, tornándose en un excelente vehículo para la enseñanza e integración de las asignaturas vinculadas a la ingeniería estructural.

Esta propuesta didáctica se puede concretar por medio de la realización de *talleres de aprendizaje e intercambio de conocimientos* conformados por alumnos de todos los niveles.

3.7 Asignaturas integradas

La Figura 6 presenta en una tabla las asignaturas posibles de vincular y los contenidos que se integran. Como se observa, exceden el ámbito de las relacionadas con la ingeniería estructural.

4. CONCLUSIONES

En el trabajo se ha presentado una propuesta de enseñanza integrada, con enfoque prospectivo atento a los nuevos tiempos que corren. Se espera con ello contribuir a la enseñanza de la ingeniería estructural a partir de un tratamiento holístico que no distingue fronteras entre asignaturas del área y centrada en el diseño estructural, además de promover que el alumno sea el protagonista de su propio proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias.

Asignatura (Nivel)	Contenidos relacionados
Fundamentos de Informática (I)	Programación.
Física (I)	Equilibrio.
Estabilidad (II)	Estructuras lineales, estáticamente determinadas. Esfuerzos internos (M, Mt, Q, N).
Resistencia de Materiales (II)	Dimensionado de secciones; Deflexiones.
Cálculo Avanzado (III)	Métodos numéricos.
Análisis Estructural I (IV)	Estructuras lineales, estáticamente indeterminadas de grado n ; Esfuerzos internos; Desplazamientos.
Estructuras de Hormigón (IV)	Dimensionado en hormigón de estructuras lineales estáticamente determinadas e indeterminadas de grado n ; Desplazamientos.
Análisis Estructural II (V)	Estructuras lineales, estáticamente indeterminadas de grado n ; Esfuerzos internos. Desplazamientos.
Construcciones Metálicas y de Madera (V)	Dimensionado en metal o madera de estructuras lineales, estáticamente determinadas e indeterminadas de grado n ; Desplazamientos.

Figura 6. Asignaturas y contenidos integrados (Begliardo *et al.*, 2017).

5. REFERENCIAS

- Begliardo, H., Bonelli, M., Gudiño S., y Fornari J. (2016). *Integración de asignaturas en ingeniería civil a partir del diseño paramétrico de estructuras y su resolución por elementos finitos*. <http://www.cimec.org.ar/ojs/>
- Begliardo H., Bonelli M., Maltagliatti I., Mónaco H., Gudiño S., Pairone S., y Ferrari D. (2017). *Propuesta de integración de asignaturas del área estructuras en la carrera de Ingeniería Civil*. JEIN 2017. <http://www.frsn.utn.edu.ar/jein/> (Aceptado, a publicar).
- Cafferata Ferri, S., Campillo, A. y Srour, Y. (2011). *La modelización en el proceso de formación del ingeniero*. JEIN 2011 (II), <http://www.frsn.utn.edu.ar/jein/>
- Celador, A., y Oshiro, A. (2013) *Integración curricular en las carreras de ingeniería*. <http://www.edutecne.utn.edu.ar>
- Colomé, D., y Serrano Mora, J. (2013). *Integración de contenidos en la asignatura "Práctica y Laboratorio III" de la carrera Ingeniería Eléctrica*. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, Año 2, Nº 3, 25-33.
- Culzoni, C., y Cámara, C. (2012). *Valoración de la Calidad de la Enseñanza Basada en Tecnologías. Utilización de un Laboratorio Remoto para un Trabajo Práctico de Física en Carreras de Ingeniería*. Revista Iberoamericana de Informática Educativa, N°16, 79 -87.
- Galápagos. Seattle: McNeel & Associates. <http://www.grasshopper3d.com/group/galapagos>
- Grasshopper. Seattle: McNeel & Associates. <http://www.grasshopper3d.com/>
- Gudiño, S., Bonelli, M., y Maltagliatti, I. (2015). *Desarrollo de algoritmo con Grasshopper para el modelado y diseño de una viga de Euler-Bernoulli*. JIT 2015 UTN F.R.V.T.
- Gudiño, S. (2015). *Modelado y diseño de viga con Grasshopper*. <http://youtu.be/uiCt4597kuA>
- Karamba. Vienna: Clemens Preisinger. <http://www.karamba3d.com/>
- Norris, C., Wilbur, J. y Utku, S., (1977). *Elementary Structural Analysis* (3rd Ed.). Singapore: Mc-Graw-Hill.
- Rhinoceros. Seattle: McNeel & Associates. <http://www.rhino3d.com>
- Ríos, L., (2011). *La simulación como estrategia de aprendizaje.*, JEIN 2011 (II) <http://www.frsn.utn.edu.ar/jein/>
- SAP2000, ETABS. Computer & Structures Inc. (2016). <https://www.csiamerica.com/>
- UTN Ord.CSU 1030/2004. Adecua el diseño curricular de la carrera ingeniería civil. <http://csu.rec.utn.edu.ar>
- UTN Ord.CSU 1549/2016. Aprueba el reglamento de estudios para todas las carreras de grado de la Universidad Tecnológica Nacional. <http://csu.rec.utn.edu.ar>

ANÁLISIS ESTRUCTURAL I EN LA FACULTAD REGIONAL MENDOZA

Gustavo Palazzo

Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

gpalazzo@frm.utn.edu.ar

Daniel Sarcinella

Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Jorge Pecorari

Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Gustavo Gioacchini

Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Resumen

En este trabajo se presentan las características principales de Análisis Estructural I en la Facultad Regional Mendoza de la UTN. La asignatura tiene como objetivo fundamental que el alumno aprenda a resolver estructuras hiperestáticas simples mediante procedimientos clásicos (a mano y mediante planilla de cálculo), y con programas comerciales. Se describe los contenidos básicos de la asignatura, y sus particularidades en cuanto a las clases teórico – prácticas, prácticas, evaluaciones, usos de software, y vinculación con otras asignaturas. En la FRM esta asignatura, a lo largo de los años, es una de las que presenta mayores dificultades para los estudiantes, con bajo nivel de aprobación. Se han implementado nuevas estrategias didácticas, pero éstas todavía no son suficientes para lograr un mejor aprendizaje de nuestros estudiantes.

Introducción

Análisis Estructural I (AEI) es una asignatura que se dicta en el primer semestre del cuarto nivel de la carrera de ingeniería civil. Tiene por objeto continuar y profundizar los desarrollos que los estudiantes han adquirido en Estabilidad y Resistencia de Materiales. Su objeto específico de estudio es el análisis de las estructuras de barras hiperestáticas (vigas continuas, pórticos, marcos, vigas espaciales y reticulados).

Desde sus inicios, esta asignatura ha representado para los estudiantes, un desafío con no pocas dificultades. Generalmente no logran la promoción directa, y deben rendir un examen final. Pero para esta evaluación los estudiantes dedican meses de estudio, luego de varios años con posterioridad al finalizado el cursado. Lamentablemente, los niveles de aprobación son muy bajos.

Este curso también tiene la particularidad de que, además de desarrollar los temas clásicos del análisis estructural, agrega el análisis de estructuras sismorresistentes mediante el método estático.

En este trabajo se presentan los objetivos generales de este curso, y los contenidos básicos de cada unidad temática (sección 2). También se describen las actividades generales durante las clases teórico – prácticas, prácticas, y consideraciones relativas al uso de software, evaluaciones y articulación con otras asignaturas de la carrera (sección 3). Las conclusiones se desarrollan en la sección final (sección 4).

2. Metodologías didácticas y programa analítico.

2.1 Objetivos de la materia

En AEI hemos planteado como objetivos generales:

- Reconocer la relación entre sistemas estructurales reales y modelos estructurales.
- Resolver estructuras hiperestáticas mediante procedimientos clásicos y simulaciones computacionales.
- Interpretar resultados del análisis estructural, y verificar la validez de los modelos de análisis.
- Comprender los fundamentos para el análisis de estructuras hiperestáticas según los métodos clásicos y en forma matricial, en fase elástica y plástica.
- Interpretar la realización del análisis estructural mediante simulaciones computacionales en programas comerciales.
- Aplicar el método estático del reglamento sismorresistente vigente, y reconocer sus limitaciones.

2.2 Programa sintético

La asignatura se divide en siete unidades que a continuación se detallan, junto con los temas principales de cada una de ellas.

- *Unidad 1 - Conceptos básicos del análisis y diseño estructural:* Revisión de conceptos básicos y repaso de Estabilidad; hipótesis fundamentales de la asignatura; y resolución de estructuras isostáticas por métodos clásicos y en forma matricial (en el caso de reticulados).
- *Unidad 2 - Desplazamientos – Trabajo – Teoremas fundamentales:* Revisión de conceptos básicos; Principio de los Trabajos Virtuales y Teorema de los Trabajos Virtuales; Teoremas de Mohr; Ley de Betti y Teoremas de Maxwell; Teoremas de Castigliano y Menabrea.
- *Unidad 3 - Método de las Fuerzas:* Fundamentos del método; Aplicación al caso de vigas continuas, pórticos, marcos, reticulados y estructuras espaciales. Línea de influencia en vigas continuas y reticulados.
- *Unidad 4 – Método de los desplazamientos:* Fundamentos del método; Aplicación a las tipologías estructurales mencionadas en la Unidad anterior.
- *Unidad 5 – Introducción a los métodos matriciales:* Matriz de flexibilidad, matriz de rigidez, rigidez a desplazamientos horizontales; Método de la flexibilidad a partir del método de las fuerzas; Método de la rigidez a partir del método de los desplazamientos. Aplicación a las tipologías estructurales mencionadas en la unidad 3.
- *Unidad 6 - Análisis de estructuras sismorresistentes mediante el método estático:* Concepto del método y de sus condiciones de aplicabilidad. Justificación de su implementación.
- *Unidad 7 - Análisis de estructuras en fase plástica:* Ley constitutiva elasto plástica perfecta. Zona de plastificación y de rótulas plásticas. Mecanismo de colapso. Método del “paso a paso” o *pushover*, teoremas estático y cinemático.

3. Planificación de actividades

3.1. Actividades teórico – prácticas

Las clases de AEI se dividen en clases teórico – prácticas y clases prácticas. En las primeras se desarrollan los fundamentos teóricos de cada unidad, con énfasis en su deducción y en la definición de los nuevos conceptos que aparecen en cada unidad. Cada explicación es acompañada con el desarrollo de un ejercicio simple, donde puedan aplicarse los temas desarrollados.

En el Campus Virtual del curso, los estudiantes acceden al material teórico de cada clase, y a otros ejercicios desarrollados en planilla de cálculo, con una explicación del algoritmo de cálculo considerado.

Para la primera unidad, y a los efectos de recordar la relación de las estructuras reales con los modelos, se propone realizar modelos estructurales a partir de fotografías de estructuras construidas. Este año se propuso que los estudiantes eligieran una fotografía de una construcción que le llamara la atención, y realizaran una descripción de su estructura.

Se propone a los estudiantes completar el estudio teórico con la lectura de la bibliografía recomendada para el curso: Hibbeler, 2012; Kassimali, 2001; McCormac y Elling, 1996. Para la unidad del método estático, se sugiere la lectura del Capítulo 7 del INPRES – CIRSOC 103, 2013.

3.2. Actividades prácticas

En las clases prácticas de cada semana el profesor plantea el desarrollo paso a paso de los ejercicios que ejemplifican los principales temas desarrollados en las clases teórico – prácticas. Estos ejercicios tienen una dificultad mayor a los resueltos en aquellas clases.

Se propone para los próximos años que estas clases prácticas tengan una parte de aula taller: se plantean ejercicios, los estudiantes los resuelven en grupo, y luego uno de ellos lo desarrolla en el pizarrón para la verificación de toda la clase.

Como resultado de estas clases, los alumnos desarrollan una carpeta de trabajos prácticos, que debe estar completa y visada para poder aprobar la asignatura.

3.3. Actividades con el uso de software

Desde el presente ciclo lectivo, en cada trabajo práctico, los alumnos deben resolver uno de los casos mediante un programa computacional comercial. La cátedra sugiere trabajar con el programa SAP2000, pero algunos estudiantes emplean el programa RAM Advanse.

En general los estudiantes no están familiarizados con ningún programa de análisis estructural. Nuestra propuesta es que inicien su práctica con la realización del ejercicio del video “Getting started with SAP2000”. Luego, en una de las clases, destinamos parte del tiempo a atender las dificultades que los estudiantes encuentran en la realización de ese ejercicio.

En la cátedra “Taller de Computación” trabajan con un software de análisis, pero con una práctica que no es suficiente en ese nivel, ni continua en los años posteriores.

3.4. Articulación con otras asignaturas

En los últimos años se han propuesto actividades con otras asignaturas de la carrera:

- *Estabilidad*: En la primer unidad, uno de los reticulados isostáticos planteados en la ejercitación de Estabilidad se resuelve en forma matricial.
- *Resistencia de Materiales*: Se sugiere a los alumnos la relectura de los apuntes desarrollados por esta asignatura: “Teoremas y leyes fundamentales” y “Análisis en Fase Plástica”, luego de trabajar esos temas en AEI.

- *Estructuras de Hormigón:* En esta asignatura, al estudiar análisis seccional en estructuras de H²A² (momento - curvatura), se relaciona el tema con el análisis en fase plástica para estructuras de acero estudiado en AEI.
- *Cálculo Avanzado:* Uno de los sistemas de ecuaciones lineales que aparecen en los ejercicios del AEI es resuelto mediante un método numérico presentado en el curso mencionado.

3.5. Evaluaciones

Las evaluaciones durante el cursado se desarrollan según el reglamento de estudio. Se pone énfasis en que los estudiantes puedan realizar el análisis de estructuras hiperestáticas por métodos clásicos, y que comprendan los conceptos fundamentales implicados en esa resolución. En general, solo un 10% de los alumnos logran la aprobación directa, y el 100% que cumple con los requisitos de asistencia y desarrollo de trabajos prácticos alcanza la regularización de la asignatura.

El examen final se compone de dos partes:

- . Resolución de un ejercicio escrito, con el empleo de planilla de cálculo.
- . Desarrollo de dos temas teóricos, con consulta previa de la bibliografía.

En este nivel de evaluación, a donde los estudiantes concurren luego de varios años de cursar la asignatura, se registran bajos niveles de aprobación. En general, los estudiantes no pueden obtener los diagramas de esfuerzos característicos en forma correcta.

3.5. Evaluación de resultados

En los últimos años se han implementado en AEI distintas acciones para lograr que los estudiantes alcancen un mejor aprendizaje del análisis de estructuras hiperestáticas.

Pero todavía no logramos aumentar significativamente la cantidad de alumnos aprobados, la reducción de tiempo en la preparación de la asignatura, y el tiempo que pasa entre que el estudiante termina de cursar y se presenta al examen final.

Se menciona que los conocimientos de Estabilidad que los alumnos poseen al iniciar el curso de AEI, no son suficientes para iniciar el estudio de estructuras hiperestáticas.

También se destaca que el horario de cursado del turno noche (uno de los días la clase finaliza a las 23:30) no contribuye a lograr la máxima predisposición de los estudiantes para el aprendizaje de los distintos métodos de análisis.

4. Conclusiones

Análisis Estructural I es una asignatura donde los estudiantes se dedican al aprendizaje de métodos de análisis para estructuras hiperestáticas, mediante métodos clásicos y computacionales.

Desde sus inicios en la FRM, la cátedra ha presentado muchas dificultades para lograr que los estudiantes alcancen un nivel de aprendizaje mínimo con el que puedan aprobar la asignatura.

En los últimos años se han implementado nuevas estrategias, entre las que se mencionan: incorporación de material teórico y práctico a través del Campus de la facultad; ejercicios de vinculación de estructuras reales con modelo empleados en el análisis, aula taller para el desarrollo de actividades prácticas, empleo de software, y mayor articulación con otras asignaturas.

Los niveles de aprobación durante el cursado, y en los exámenes finales, indican que son necesarias nuevas estrategias de enseñanza, para lograr un mejor aprendizaje de todos nuestros estudiantes.

5. Agradecimientos

El autor principal de este trabajo agradece a FAGDUT y al Departamento de Ingeniería Civil de la FRM por la ayuda económica para poder asistir a las 7mas Jornadas.

6. Referencias

- Hibbeler, R. (2012). Structural Analysis. Pearson Prentice Hall. Eight edition.
- Kassimali, A. (2001). Análisis estructural. Thomson Learning
- McCormac, J y Elling, R. (1996). Análisis de Estructuras. Métodos clásicos y matricial. Alfaomega.
- Reglamento INPRES – CIRSOC 103 (2013). Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes – Parte I: Construcciones en general. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

INTRODUCCION AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CARGAS EN LA FRBB

Eduardo A. Bambill

*Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: ebambill@frbb.utn.edu.ar*

Arturo Lezcano

*Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: alezcano2002@yahoo.com.ar*

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan los principales aspectos correspondientes a la Asignatura Análisis Estructural, en la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional.

El objetivo de la asignatura es que los alumnos comprendan la respuesta de las estructuras de barras cuando éstas se ven sometidas a las diferentes acciones que deben soportar durante su construcción y vida útil. Normalmente las cargas son del tipo mecánico, pero deben tenerse también en cuenta otros posibles efectos: descenso de apoyos, variaciones de temperatura en el material, errores de montaje cuando las barras poseen menor longitud que la teórica del diseño, etc. Se enfatiza el enfoque clásico intuitivo, cubriendo el análisis de vigas, vigas y marcos rígidos, estáticamente determinados e indeterminados. También se presenta una introducción al análisis matricial de estructuras

La necesidad de modelar la estructura a analizar es un aspecto importante a enfatizar como requisito previo para proceder al cálculo estructural. El modelo se asume introduciendo suposiciones sobre el comportamiento de los materiales y los elementos que conforman la estructura, la forma en que los diversos elementos están unidos entre sí, cómo se vincula la estructura a tierra, etc.

La estrategia de enseñanza adoptada es fundamentalmente el aprendizaje basado en problemas (ABP). Los alumnos trabajan tanto en equipo como en forma individual, bajo la orientación de los docentes. La evaluación es continua, y contempla las dos modalidades recién mencionadas: grupal e individual.

El dictado de clases teórico-prácticas se realiza semanalmente, con apoyo de apuntes de cátedras.

Cuando el alumno aprueba el curso de **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I**, completa un ciclo que le permite predecir el comportamiento de una estructura de barras geoméricamente estable. El alumno es capaz de determinar las reacciones, deflexiones y esfuerzos internos, tanto en estructuras estáticamente determinadas como indeterminadas. De este modo, puede comparar los esfuerzos y deformaciones verificados según el sistema de cargas actuantes, con los esfuerzos y deformaciones que resultan aceptables para la estructura.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I**, en la FRBB-UTN está ubicada en el Tercer Nivel de la carrera de Ingeniería Civil, del Área Estructuras del Bloque Tecnologías Aplicadas. Se dicta con una carga horaria de 160 hs, durante el primer semestre del año. Esta carga horaria se distribuye en mitades prácticamente iguales, entre las actividades de la teoría y la práctica. El Diseño Curricular establece que los problemas deben ser del tipo abierto, remedando en lo posible, la práctica profesional.

En cuanto a las correlativas precedentes, se establece que, para ingresar a la asignatura, deben estar aprobadas, **Ingeniería Civil I, Física I, y Estabilidad**, y como materias cursadas están **Ingeniería Civil II y Resistencia de Materiales**.

Al inicio de la asignatura se indica al alumno el sistema de regularidad y se presenta el programa de la materia, el cual le sirve como guía troncal de estudio. Se intenta promover la participación activa de los alumnos en las clases, mediante consultas que pueden realizarlas en cualquier momento. La teoría se desarrolla siguiendo notas de clases previamente adquiridas por los alumnos, y también se recomienda tomar breves notas de clase para fijar los conceptos.

La práctica consiste en una guía de problemas, que los alumnos deben resolver, con ayuda de un software simbólico tipo MAPLE. Se desalienta el uso de la calculadora de bolsillo. Están divididos en comisiones, de no más de tres alumnos.

El personal docente atiende consultas y encarrila la resolución de los problemas abiertos de ingeniería

2. OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

2.1 Objetivos.

Los objetivos de la asignatura, según la Ordenanza 1030 de la carrera, son:

- Conocer los conceptos físicos de matriz de rigidez y flexibilidad y modelo teórico de análisis.
- Desarrollar capacidad para resolver sistemas estructurales planos por métodos automáticos de análisis, modelar e interpretar resultados y verificar la validez de los modelos de análisis.
- Despertar interés por los instrumentos de cálculo disponibles y su adaptación a la solución de problemas estructurales.

2.2 Programa analítico.

TEMA 1: SISTEMAS ESTRUCTURALES.

Generalidades - Clasificación de los cuerpos - Sistemas isostáticos e hiperestáticos - Reticulados y pórticos - Vínculos superabundantes internos y externos - Hipótesis y principios fundamentales. Trabajo de Deformación - Elástica. Teorema de Clapeyron - Trabajo interno - Teorema de Castigliano - Teorema de Betti - Teorema de Maxwell - Aplicaciones.

TEMA 2: DEFORMACIONES EN SISTEMAS PLANOS ISOSTATICOS.

Principio de los Trabajos Virtuales – Aplicaciones en Reticulados y en sistemas de alma llena – Variaciones Térmicas y descensos de apoyos.

TEMA 3: SISTEMAS HIPERESTATICOS.

Resolución de Incógnitas Estáticas – Elección del sistema fundamental – Incógnitas externas e internas – Sistemas de Reticulados – La viga continua – Teorema de los tres momentos – Pórticos planos – Ecuaciones de Compatibilidad – Causas externas: cargas, variaciones térmicas y deformaciones accidentales – Términos de carga – Diagramas de esfuerzos característicos – Emparrillado de vigas. Resolución con incógnitas cinemáticas –

Compatibilidad equilibrio y condiciones de borde – Numero de incógnitas en pórticos planos – Hipótesis de rigidez axil infinita – Matriz rigidez del elemento estructural – Sistema de ecuaciones de equilibrio – Determinación de los esfuerzos.

TEMA 4: LINEAS DE INFLUENCIA.

Planteo general del problema – Usos de las líneas de influencia – Líneas de influencias de efectos cinemáticos – Líneas de influencia de incógnitas hiperestáticas – Resolución en vigas continuas **por el método de las fuerzas** Este es otro subtítulo dentro de la sección “Metodologías Didácticas”.

2.3 Análisis de contenidos

La unidad 1, permite presentar la asignatura y su relación con otras áreas afines del Diseño Curricular. Facilita recordar algunos conceptos vistos en otras asignaturas e introduce el conocimiento de los distintos tipos de tipologías estructurales y también de los llamados teoremas energéticos. Todo este permite que el alumno se familiarice con los distintos tipos estructurales en relación a su función, se sensibilice con las diferentes geometrías según los roles que cumplen las estructuras. Además, logra reconocer los vínculos de apoyo, las vinculaciones establecidas entre los distintos miembros, y las diferencias entre los sistemas isostáticos y los hiperestáticos. También, se debe considerar el rol del análisis en el proceso de diseño estructural, y los modos de idealizar las estructuras a fin de obtener un modelo adecuado a fin de reproducir la realidad. Debe también quedar en claro, que cuando un ingeniero diseña una estructura para alguna determinada función, debe hacerlo contemplando la seguridad, la estética y el servicio a prestar, además de considerar las restricciones económicas y medio ambientales.

Uno de los desafíos a los cuales el futuro profesional deberá acostumbrarse, es determinar las cargas y métodos de diseño. Como ello implica invariablemente recurrir a los códigos vigentes, si bien esto no constituye una prioridad para la asignatura, se introduce aquí la idea de que en las llamadas cargas de servicio estructural, interviene la colaboración de los códigos. Esto aminora el impacto que se produce normalmente en las materias de especialización, en los niveles superiores.

La Unidad 2 introduce el teorema de Trabajos Virtuales. Trata preponderantemente los sistemas planos isostáticos en reticulados y sistemas de alma llena. Este permite que el alumno comience a evidenciar las hipótesis simplificativas introducidas en el cálculo estructural, a los fines de determinar los esfuerzos y deformaciones de los sistemas bajo carga, y afectados por variaciones de temperatura y asientos de apoyo.

La Unidad 3, plantea los sistemas hiperestáticos y los clásicos métodos de resolución: método de las fuerzas, métodos de deformaciones. Se deriva la resolución matricial de las estructuras. Se logran conocer los fundamentos matemáticos y físicos del cálculo moderno de las estructuras, al identificar los elementos básicos de éste, es decir, matriz de rigidez, vector de desplazamientos, vector de cargas, y su significado físico. Se vislumbra además, la potencialidad del MEF. Esto brinda la oportunidad de que el alumno vislumbre que la realidad es mucho más compleja que el modelo que se pueda plantear. Efectivamente, el modelo describe en forma aproximada la realidad.

La Unidad 4 introduce el cálculo de líneas de influencia en reticulados, vigas, vigas continuas y pórticos.

3. PERFIL DEL ALUMNO DE LA ASIGNATURA

Teniendo en cuenta que en el campo de la ingeniería, la mayor parte de las fallas estructurales ocurren por alguna de las dos razones siguientes: (1) falla en los materiales, (2) inestabilidad estructural, cuando el alumno aprueba Análisis Estructural I cierra el primer ciclo básico que le permite sortear satisfactoriamente el primer tipo de falla.

El alumno que ingresa a la asignatura, conoce del fracaso estructural causado por la falla del material, y sabe que ésta está gobernada por las propiedades de resistencia del mismo (tensión de fluencia,), y que es independiente de su geometría. La falla estructural ha sido abordada como problemática en las asignaturas de **Estática y Resistencia de Materiales**, en donde se ha estudiado preponderantemente el comportamiento de los materiales elásticos ideales. Adicionalmente, el alumno ya ha adquirido el conocimiento general de las propiedades y características de los materiales ingenieriles, incorporados en **Tecnología de los Materiales** y similares, donde han tenido especial preponderancia, la presentación del hormigón y del acero. Las asignaturas **Ingeniería Civil I y II** han puesto en relevancia las responsabilidades profesionales.

La investigación metódica de la estabilidad, resistencia y rigidez de las estructuras es lo que en definitiva se conoce como análisis estructural, y el propósito en esta asignatura se da por cumplido, cuando el alumno es capaz de obtener una estructura de barras geoméricamente estable, y logra comparar satisfactoriamente los esfuerzos y deformaciones desarrollados por las causas existentes, con los esfuerzos y deformaciones permisibles.

Si bien la formación en cuanto a conocimientos de resistencia de materiales se estima satisfactoria, se observan por lo general dos debilidades, que en el Curso de **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I** deben ser subsanadas. En primera instancia, se detecta que el alumno cifra demasiadas expectativas en su computadora de mano, resultándole extraña la idea de que el diseño estructural no sea una ciencia exacta, y que no tiene sentido obtener resultados con diez cifras significativas. El estudiante no posee aún acabada cuenta, de que los métodos de análisis se basan en suposiciones parcialmente ciertas, de que las resistencias de los materiales varían y que las cargas máximas solo pueden determinarse en forma aproximada. En la cátedra se debe reforzar la idea de que la ingeniería estructural no es una ciencia exacta, y de que los criterios de diseño deben acomodarse a esta incertidumbre.

Es importante que el alumno adquiera aquí el concepto, de que la estructura en estudio se la analiza con la ayuda de un modelo aproximado, y que en la determinación del mismo, el alumno ha aceptado una serie de suposiciones y simplificaciones de análisis. Por ejemplo, dentro de éstas, el modelo está en equilibrio estático, las cargas se han aplicado gradualmente sin impartirles energía cinética, el sistema es conservativo y su funcionamiento no depende del tiempo. Incluso, el material de que se trata la mayoría de las veces es homogéneo, isótropo, continuo, y satisface la ley de Hooke. Además, las deformaciones aceptables tienen que ser pequeñas, elásticas, y no deben alterar significativamente la geometría inicial de la estructura. El principio de la superposición lineal tiene prácticamente validez universal en el campo de la asignatura.

La estructura se modela representando a las barras por los ejes centroidales de sus miembros, soportado por medio de restricciones idealizadas y sometido a cargas simbólicas supuestas.

El otro aspecto a corregir es la dificultad que posee el alumno para formular los detalles constructivos. La costumbre adquirida de modelar la estructura solo a partir de los ejes de las barras que la componen, dificulta que conciba que la misma es tridimensional, y que los detalles constructivos deben contemplar esta circunstancia. El alumno se muestra inseguro a la hora de plasmar en croquis o en planos, las dimensiones de los elementos estructurales tridimensionales que él mismo ha calculado. Desconoce la importancia de que los mismos, una vez efectuados, son los que permiten la construcción final en obra.

4. METODOLOGÍAS DIDÁCTICAS.

La metodología que se propone aborda la introducción de los contenidos de la asignatura desde la teoría, que debe complementarse con la práctica, que integra los conocimientos desde aplicaciones casi-profesionales, tal cual lo solicita el Diseño Curricular de la carrera. Se utilizan los criterios de enseñanza y aprendizaje tradicionales. En las clases, tanto teóricas como prácticas, se busca promover la participación activa de los alumnos, de forma que la misma resulte interactiva y consultiva.

La introducción teórica de las unidades se efectúa con la ayuda de medios de proyección con cañón, con aplicaciones en PowerPoint, Word y MAPLE. Se considera fundamental la interacción entre unidades teóricas y prácticas. Se promueve la participación en las clases prácticas. La resolución de problemas cotidianos, del tipo denominados abiertos, que introducen la problemática de la especialidad. Una vez presentada la teoría, los alumnos pasan al frente, y resuelven problemas de la práctica mediante el uso de la tiza y el pizarrón.

La carpeta de trabajos es complementada con tareas adicionales, obligatorias para quienes cursan la asignatura, y su propósito es afianzar conceptos teóricos y de diseño, y a su vez, disponer de situaciones estructurales diferentes a las que se tiene en la ejercitación individual, ampliando la formación del alumno para el análisis de los sistemas resistentes. En algunos casos, a la determinación de los esfuerzos correspondientes a una estructura hiperestática, se le asigna un tipo de material, (hormigón u acero), especificando sus propiedades, y se desafía a los alumnos, divididos en grupos de no más de tres integrantes, a que obtengan un presupuesto aproximado del costo de los materiales a utilizar. Luego se comparan sus resultados, para determinar cuál de los grupos logró el mejor valor para el costo de la estructura.

En la actividad en el aula, se trata de desestimar el uso de calculadora de bolsillo, y se pretende que utilicen el software MAPLE, ya visto en la asignatura **Fundamentos de Informática, Cálculo Avanzado**. Los alumnos trabajan en comisiones de dos o cuatro integrantes, a fin de promover la intercooperación. El propósito es remedar la actividad interdisciplinaria de la vida profesional, ya que invariablemente la metodología promueve la distribución de las acciones dentro de cada Comisión de alumnos.

Debido a que el diseño en ingeniería estructural involucra, por lo general, una escala de obra importante en magnitud, tal el caso de puentes, estructuras de edificios, caminos, represas, resulta dificultoso poder desarrollar proyectos reales de diseño, durante el cursado de la asignatura. Esta situación, se ve de alguna manera agravada, cuando los cursos son numerosos. Esto introduce un desafío a la hora de formar a los estudiantes. Las visitas a obras locales, parecen ser una alternativa válida a la hora de exponer a los alumnos a proyectos de construcción de magnitud. De este modo, los estudiantes pueden observar las cuestiones prácticas de los procesos de construcción, a la par de familiarizarse con los detalles constructivos que definen el comportamiento estructural.

La propuesta de las visitas de obras se complementa con dos informes, cuyas características se detallan más adelante. Ellos son el Informe de Detalles Constructivos, y el Informe de la Maravilla Local.

4.1 Evaluación

El primer día de clase la cátedra pone en conocimiento de los estudiantes las modalidades de cursado de la materia: a) Regularización. b) Promoción.

Requisitos para c/u de ellas.

Regularidad: El alumno debe lograr una asistencia no menor al 75% de las clases. Debe aprobar la carpeta de trabajos prácticos y un Informe de aplicación ingenieril: Detalles Constructivos.

Con respecto a los exámenes parciales, se prevé la Evaluación Diagnóstica y otros dos exámenes parciales.

La primera ocurre durante la primera semana de inicio de actividades académicas, y constituye una evaluación de las capacidades, habilidades y conocimientos, que el alumno posee al ingreso de la asignatura, y que se consideran básicas para abordarla.

El alumno debe aprobar dos exámenes parciales, con mayor incidencia de práctica, con puntaje igual o mayor a sesenta sobre cien. En este caso, entra en el régimen de promoción directa.

Para puntaje inferior, el alumno tiene la opción de recuperar ambos parciales. De hacerlo con una nota inferior a 40 sobre cien, el alumno pierde el cursado. Con un puntaje de 50 e inferior a 60, el alumno aprueba el cursado, debiendo rendir examen final.

A su vez, debe aprobar el siguiente informe, que busca promover el concepto de que proceso de cálculo estructural de ninguna manera puede desprenderse del diseño estructural.

4.2. Informe Detalles Constructivos

Los alumnos se constituyen en comisiones, de no más de tres integrantes.

En las primeras dos semanas de clases, además de la formación práctica, los alumnos deberán presentar este Informe, que consiste en recabar de la realidad de obras locales, los detalles constructivos que logran plasmar las archiconocidas condiciones de vínculos de las estructuras. En general, se detecta que el alumno llega a la materia, sin ser normalmente capaz de esquematizar correctamente, el clásico apoyo simple, el empotramiento, la articulación, tanto en estructuras de hormigón como metálicas.

Se observa pues, que el puente entre la abstracción del modelo y la realidad aún no está convenientemente tendido.

El informe debe incluir la descripción funcional de los apoyos, y la presentación de detalles y croquis propios de taller, obtenidos por el alumno a partir de la realidad.

Informe Predimensionado, Análisis de Carga, Cálculo y Verificación

Los alumnos se constituyen en Comisión, de no más de cuatro integrantes. Cada Comisión debe entregar el Informe que verse sobre el cálculo de una estructura de hormigón armado, correspondiente a un edificio de varios pisos.

La propuesta busca que el alumno sea capaz de integrar un sinnúmero de conocimientos que ya posee a esta altura de la carrera, cuando aborde la tarea de predimensionar la estructura ya mencionada.

Se pretende que al alumno comience a prestar atención a las geometrías usuales puestas en juego a la hora de calcular edificios de hormigón armado. Es usual constatar, que el alumno no está familiarizado con las dimensiones típicas de este tipo de estructuras, resultándole sumamente dificultosa la tarea de predimensionar. Se pretende favorecer en el alumno, una

mirada crítica por su entorno, sensibilizándolo para la tarea de predimensionado, tarea básica y elemental en toda estructura real, que por lo general, es hiperestática.

A fin de analizar el estado de cargas previsible en el edificio, se busca que el alumno comience su trato con los Reglamentos CIRSOC, ya sea para cuantificar el estado de carga de pesos propio del edificio, sobrecargas, y también las cargas más usuales, como viento y sismo.

Se pretende, además, que el alumno pueda modelar diferentes alternativas estructurales, para modelar el comportamiento de la estructura. Para ello, se aplicará el programa PPLAN bajo Windows para determinar los esfuerzos en la estructura.

Obtenidos el esfuerzo, el alumno podrá corroborar mediante el simple análisis de las tensiones de trabajo si la propuesta de predimensionado ha sido correcta o no.

El informe debe incluir croquis, análisis de cargas y sobrecargas, modelos de cálculo, planos.

5. CONCLUSIONES

La gran variedad de programas de computadora que realizan el análisis estructural hoy en día determina la posibilidad de que haya un enfoque diferente al que tradicionalmente se le asignó a la asignatura **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I**. En efecto, además de mantener el tradicional enfoque del estudio de los métodos clásicos de resolución estructural, se incorpora aquí el análisis matricial, con el auxilio de la computadora y programas como MAPLE.

El análisis matricial sigue estando vigente, y existen a nuestro juicio, dos razones sumamente valederas, por las cuales el alumno debe conocerlo.

En primer lugar, el análisis matricial implica la división de la estructura en sus elementos constitutivos (barras, nudos) y obliga a pensar y a expresar matemáticamente el modelo de la estructura, esto es, a unir las diversas partes en un todo ordenado. El modelo logra así reproducir la situación estructural real analizada, y esto introduce invariablemente, conceptos válidos a la hora de proyectar estructuras, uno de los fines últimos de los ingenieros estructuralistas. Por otro lado, el análisis matricial, introduce respuestas a las operaciones que realiza la computadora, al resultar en todo momento conocidas las instrucciones que han sido organizadas por el alumno.

La intromisión de la computadora y de software adecuado, conforman la herramienta en la cual se delega el cálculo tedioso, permite liberar una mayor disponibilidad de tiempo que se dedica a la comprensión de la situación problemática, e incluso, al diseño, ya que permite la tarea de concebir formas, elegir y aún inventar nuevos materiales, seleccionar tecnologías, etc. Es evidente que, para proyectar, es necesario conocer el comportamiento íntimo estructural, conocimiento éste que solo se adquiere analizando estructuras.

La ventaja del cálculo matricial es que las formas y métodos conocidos del análisis de las estructuras, quedan resumidos y exaltados en las expresiones matriciales, y esto permite analizar cualquier tipo de estructura mediante la herramienta computacional. Efectivamente, el cálculo matricial a la par de implementar rápidamente el cálculo en un programa computacional permite también representar en forma concisa y clara las leyes de la física. Atento a esto, una parte importante del curso debe ser dedicada a la posibilidad de implementar en la computadora programas sencillos, y es esperable que los alumnos puedan desarrollar simples manipulaciones simbólicas con ayuda de MAPLE.

Es de destacar que la mayoría de los casos estudiados en **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I**, son bidimensionales. Si bien los denominados métodos energéticos son introducidos en esta asignatura, atento a que tradicionalmente el énfasis se pone en la resolución manual, existen por lo general, pocas oportunidades de abordar el análisis tridimensional. Resulta evidente que, a fin de adquirir un conocimiento más profundo en la ingeniería estructural, los alumnos deban tomar

cursos más avanzados en el análisis matricial y/o en el Método de Elementos Finitos (MEF). En estos cursos, la práctica recae en la casi totalidad de los casos, en el uso de software específico con implementación computacional. De este modo, es posible enfatizar con el mismo grado de profundidad, el análisis de estructuras en dos y tres dimensiones, y desarrollar al mismo tiempo, una correcta comprensión del análisis estructural mediante el uso de las computadoras.

En la actualidad, la mayor parte, sino absolutamente todo el cálculo estructural, es realizado con la ayuda de la computadora y de programas específicos. Por esta razón, resulta imperativo que los ingenieros estructurales puedan comprender que es lo que se encuentra en estas “cajas negras”, y desarrollen una adecuada seguridad, tanto personal como profesional, que les permita abrir y modificar estos programas de cálculo, realizar ciertas modificaciones, y lo más importante, comprender los límites de los mismos.

Con el actual énfasis con que el MEF ha irrumpido en todas las ingenierías, incluyendo lógicamente a civil, muchos estudiantes se sienten tentados a no asignarle importancia a este tipo de materia, ya que desean involucrarse directamente con los cursos de MEF. Sin embargo, el curso de **ANÁLISIS ESTRUCTURAL I** sigue siendo una oportunidad válida para comprender la conexión y el rol existente entre ambos tipos de cursos.

El MEF se refiere al análisis del medio continuo principalmente en dos y tres dimensiones. De este modo, la incógnita primera la constituyen los desplazamientos nodales, y los esfuerzos internos están restringidos usualmente a la determinación de las tensiones. Mientras que el medio continuo en dos y tres dimensiones resulta esencial para modelar la realidad estructural en la ingeniería civil (estructuras tales como represas, cáscaras, fundaciones), la mayoría de las estructuras en la ingeniería civil, es posible modelarlas mediante barras, como vigas, columnas, etc., es decir, elementos unidimensionales. Precisamente, para estos elementos, los desplazamientos y fuerzas internas son, si se quiere, más complejos que aquellos encontrados en los elementos finitos continuos.

Contrariamente a lo que ocurre en el medio continuo, analizado bajo MEF en donde el desplazamiento es casi sinónimo de traslación, en los elementos unidimensionales, y dependiendo en el tipo estructural, los desplazamientos generalizados pueden incluir traslaciones, y/o rotaciones flexionales y/o torsionales. De igual modo, los esfuerzos internos no se miden solo por las tensiones, sino por fuerzas axiales, de corte, momentos flexionales y torsionales. Estos conceptos son más relevantes en el diseño y análisis de la mayoría de las estructuras de la ingeniería civil.

Por lo tanto, el Análisis Estructural, basado en el análisis matricial estructural, se constituye en un puente entre el análisis introductorio y los cursos de elementos finitos. La matriz de rigidez elemental se presenta aquí, derivándola a partir de los métodos del análisis estructural básico, y luego, utilizando los conceptos de energía. La reducción de lo continuo a lo discreto es importante en la formación ingenieril, puesto que permite visualizar que el análisis estructural es una forma válida de conocer la mecánica estructural, y, por lo tanto, debe verse que detrás de cada matriz subyace un hecho físico, propio de la ingeniería.

La materia brinda también una oportunidad para el tratamiento del coeficiente de seguridad y sus alcances. Es usual que en las materias donde se han analizado los materiales propios de la ingeniería estructural, el coeficiente de seguridad se presenta como la relación entre la resistencia última del miembro respecto al esfuerzo máximo esperado. Se debe dejar perfectamente en claro, que existen otros criterios para fijar el coeficiente de seguridad, tal como evitar fallas derivadas de deformaciones excesivas. Además, el coeficiente de seguridad está sujeto a una gran serie de incertidumbres, de ahí que algunos proyectistas denominan a este índice el **factor de ignorancia de la estructura**. Esto debe ser destacado.

6. REFERENCIAS

Autor	Título	Editorial	Año o Edición
Alarcon, E., Álvarez R. y Gómez Ma.	Cálculo Matricial de Estructuras	Reverte	1990
Arguelles Álvarez.	La Estructura Metálica Hoy	Libros Técnicos	
Belluzzi, O.	Ciencia de la Construcción. 4 tomos	Aguilar	1967
Bignoli, A. J. Fioravanti M.	Análisis Estructural	Troquel	1970
Butterworth-Heinemann	Structural Analysis in Theory and Practice	Elsevier	2009
Ghali A. y Neville, A.M.	Análisis Estructural	DIANA, México	1983
Hibbeler, R.C.	Structural Analysis	Prentice Hall	2006
Kardestuncer, H..	Introducción al Análisis Estructural con Matrices	McGraw-Hill	1974
Kassimali, A.	Structural Analysis	Cengage Learning	2011
Kassimali, A.	Matrix Analysis of Structures	Thompson Publishing	2011
Kurt Beyer	Estática del Hormigón Armado	Nigar	1957
Laible, Jeffrey P.	Análisis Estructural,	McGraw-Hill	1993
Leet, Kenneth M. – Chia Ming Uang	Fundamentos de Análisis Estructural	Mc Graw-Hill	2002
McCormac, Jack C.	Análisis de Estructuras. Métodos Clásico y Matricial	Alfaomega	2010
Przemieniecki, J.	Theory of Matrix Structural Analysis	McGraw Hill	1968
William McGuire	Matrix Structural Análisis	John Wiley & Sons	2000
Withe, R; Gergel, P y Sexsmith, R.	Estructuras Estáticamente Indeterminadas.	LIMUSA	1985

APORTE DEL CÁLCULO AVANZADO A LAS ASIGNATURAS ESTRUCTURALES DE TECNOLOGIAS BASICAS

Departamento De Ingeniería Civil; Facultad Regional General Pacheco; Universidad
Tecnológica Nacional

Ing. Ariel Fernandez

Facultad Regional General Pacheco; Universidad Tecnológica Nacional
info@afestructural.com.ar

Ing. Pablo Carballo

Facultad Regional General Pacheco; Universidad Tecnológica Nacional
pablocarballo2000@hotmail.com

Ing. Juan Pablo Pereyra

Facultad Regional General Pacheco; Universidad Tecnológica Nacional
juanpablopereyra81@hotmail.com

RESUMEN

Se reflexionará acerca de cómo logro integrarse la materia calculo avanzado al área de asignaturas de estructuras de la carrera. No dependiendo su desarrollo de una mirada exclusivamente matemática, sino buscando a partir de ejercicios de aplicación a problemas reales de Ingeniería Estructural, un nexo para vincular su contenido a la práctica profesional.

Esta nueva mirada provee a la materia de un enorme potencial de expansión, dado que en el área de estructuras existen numerosas vinculaciones a los contenidos que se dictan.

ASIGNATURA: ESTABILIDAD, RESISTENCIA DE LOS MATERIALES, ANALISIS ESTRUCTURAL I

EXPOSITOR: ING. ARIEL FERNANDEZ
info@afestructural.com.ar

1-ECUACIONES DIFERENCIALES:

Se trabaja como campo de aplicación la resolución de problemas de elementos tipo barra vertical (columnas). Resolviendo la ecuación diferencial que representa el problema, se obtienen desplazamientos en segundo orden y esfuerzos internos.

Se amplía el estudio resolviendo la ecuación diferencial de la elástica de la viga, por métodos de integración y derivación.

La resolución manual se plantea en software de matemática Mathcad y la verificación en software especializado en estructuras CYPE 3D.

La actividad se plantea a través de ejercicios de aplicación, de situaciones reales de Ingeniería Estructural y se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con los reglamentos CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05. También con análisis de cargas utilizando el reglamento CIRSOC 101-05.

2-TRANSFORMADA DE LAPLACE

Se resuelve la ecuación diferencial de la elástica de la viga, mediante transformadas de Laplace. La resolución manual se plantea en software de matemática Mathcad y la verificación en software especializado en estructuras CYPE 3D.

La actividad se plantea a través de ejercicios de aplicación, de situaciones reales de Ingeniería Estructural y se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con los reglamentos CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05. También con análisis de cargas utilizando el reglamento CIRSOC 101-05.

3-SERIES DOBLES DE FOURIER

Se resuelve la ecuación diferencial de Lagrange, mediante series dobles de Fourier. La resolución manual se plantea en software de matemática Mathcad y la verificación en software especializado en estructuras CYPE 3D.

La actividad se plantea a través de ejercicios de aplicación, de situaciones reales de Ingeniería Estructural y se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con los reglamentos CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05. También con análisis de cargas utilizando el reglamento CIRSOC 101-05.

4-DIFERENCIAS FINITAS

Se resuelve la ecuación diferencial de Lagrange mediante diferencias finitas. Se menciona la relación que este método posee en particular con el método de Marcus, que se verá en el dimensionado de losas de la materia Estructuras de Hormigón.

La resolución manual se plantea en software de matemática Mathcad y la verificación en software especializado en estructuras CYPE 3D.

La actividad se plantea a través de ejercicios de aplicación, de situaciones reales de Ingeniería Estructural y se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con los reglamentos CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05. También con análisis de cargas utilizando el reglamento CIRSOC 101-05.

5-ELEMENTOS FINITOS

Se resuelven casos de elementos finitos unidimensionales tipo viga en 2D, con 4 grados de libertad. Pasando previamente por conceptos como el principio de mínima energía potencial y método de Ritz. La base obtenida para este tipo de elemento finito en particular, permite analizar casos más complejos, como elementos finitos bidimensionales tipo lamina y placa.

Dada la enorme amplitud que presenta este tema, se busca centrar el análisis de casos más complejos mediante software de cálculo, apuntando en particular a dos ejes, primero saber modelar correctamente una situación real simple en elementos finitos y, en segundo lugar, aprender a interpretar los resultados obtenidos del software.

La resolución manual se plantea en software de matemática Mathcad y la verificación en software especializado en estructuras CYPE 3D.

La actividad se plantea a través de ejercicios de aplicación, de situaciones reales de Ingeniería Estructural y se complementa con la aplicación de combinación de estados de carga de acuerdo con los reglamentos CIRSOC 201-05 y CIRSOC 301-05. También con análisis de cargas utilizando el reglamento CIRSOC 101-05.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA LA ENSEÑANZA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

Maggioni, Flaviano

Facultad Regional Venado Tuerto, Universidad Tecnológica Nacional

flavianomaggioni@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo explicita las distintas estrategias metodológicas aplicadas en el dictado de la materia Análisis Estructural I. Las mismas se sostienen en cuatro supuestos básicos subyacentes.

La valoración de dichas estrategias por los estudiantes se encuentra documentada a partir de la evaluación institucional llevada a cabo anualmente.

1. INTRODUCCIÓN

“No basta haber estudiado las teorías resistentes y los procesos de desarrollo de sus cálculos; es necesario haber meditado y experimentado sobre todo ello hasta lograr sentir como algo propio, natural y congénito, sus fenómenos de tensión y de deformación, para intuir de golpe cómo va a trabajar la estructura y cuál sería su forma de rotura, para que aparezca a sus ojos todo eso con la misma claridad y convicción con que prevé la caída de una piedra en el espacio o el impulso ineluctable que empuja la flecha al salir del arco de la ballesta”¹. Ing. Eduardo Torroja

En el año 2008 se produce un cambio del docente a cargo de la cátedra. A partir de allí fue reorientada considerando una serie de supuestos. Este cambio respondió fundamentalmente a las deficiencias detectadas en los alumnos en cuanto a la aplicación de los contenidos en dos materias de dictado posterior, las cuales son, Estructuras de Hormigón y Elasticidad, Plasticidad y Estructuras Especiales.

Los supuestos² subyacentes a la práctica educativa considerados para reformular la propuesta académica se enuncian abajo. Todos apuntan a contribuir con el logro del perfil de egresado.

- La propuesta pedagógica debe estar en permanente reevaluación.
- Dar importancia a situar la aplicación de los contenidos de la materia en la realidad socio-histórica y económica que les dio origen y que posibilitó tanto su desarrollo como su posterior aplicación al campo de la ingeniería civil, de manera que cada alumno pueda proyectar dichos contenidos en la actualidad y además pueda repetir este proceso como profesional.
- Articulación permanente con los temas propios de los distintos espacios que conforman el diseño curricular, tanto los espacios ya transitados, como aquellos por transitar.
- La intuición³ del comportamiento de las estructuras como primera aproximación y posible base de análisis.

Dichos supuestos sostienen la implementación de distintas estrategias metodológicas que se expondrán en el desarrollo del trabajo.

2. ESTRATEGIAS METODOLOGÍAS IMPLEMENTADAS EN LA CÁTEDRA.

Se explicitan los objetivos establecidos en el diseño curricular de la carrera⁴ para no perder de vista la direccionalidad de la cátedra:

¹ Torroja Miret, Eduardo (2010). Razón y Ser de los tipos estructurales. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Tercera edición revisada. Madrid.

² Este enfoque es tomado del libro: Más didáctica (en la educación superior) de Steiman, Jorge

³ Habilidad para conocer, comprender o percibir algo de manera clara e inmediata, sin la intervención de la razón.

- Conocer los conceptos físicos de matriz de rigidez y flexibilidad y modelos teóricos de análisis.
- Desarrollar capacidad para resolver sistemas estructurales planos por métodos automáticos de análisis, modelar e interpretar resultados y verificar la validez de los modelos de análisis.
- Despertar interés por los instrumentos de cálculo disponibles y su adaptación a la solución de problemas estructurales.

2.1. Prácticas en el Aula.

2.1.1. Inicio de clase. El supuesto que se utiliza en la práctica en el aula es exponer el contexto histórico del contenido particular. Como ejemplo se muestran dos diapositivas (Fig. 1 y Fig. 2) disparadoras para el desarrollo del tema. En la primera se exponen datos históricos del autor y luego se habla de la etapa en la cual el contenido tuvo relevancia. Ya en la segunda diapositiva se traslada el contenido a la actualidad y se dan las razones por las cuales todavía puede ser de utilidad. Otra cosa que se desprende de observar la diapositiva y que es una constante en el armado de las mismas, es el listado de temas a tratar, lo cual sitúa cada contenido en un contexto específico.

MÉTODO DE CROSS	
FUNDAMENTADO A TRAVÉS DEL MÉTODO DE LAS INCÓGNITAS GEOMÉTRICAS	
INTRODUCCIÓN	Método de Cross o Método de Distribución de Momentos
RIGIDEZ ANGULAR	<p>Hardy Cross (nacido en Nansemond County (Virginia), 1885-1959), fue un ingeniero de estructuras estadounidense y el creador del método de cálculo de estructuras conocido como método de Cross o método de distribución de momentos, concebido para el cálculo de grandes estructuras de hormigón armado. Este método fue usado con frecuencia entre el año 1935 hasta el 1960, cuando fue sustituido por otros métodos. El método de Cross hizo posible el diseño eficiente y seguro de un gran número de construcciones de hormigón armado durante una generación entera.</p>  <p><small>http://distributedmuseum.blogspot.com.ar/2013/04/hardy-cross.html</small></p>
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN	
COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN	
MÉTODO DE CROSS	

Fig. 1 – Ejemplo de contextualización histórica. Método de Cross

⁴ Diseño Curricular Carrera Ingeniería Civil, Ordenanza 1030

MÉTODO DE CROSS FUNDAMENTADO A TRAVÉS DEL MÉTODO DE LAS INCÓGNITAS GEOMÉTRICAS	
INTRODUCCIÓN	Método de Cross o Método de Distribución de Momentos
RIGIDEZ ANGULAR	El método de distribución de momentos, desarrollado por Hardy Cross a principios de la década de 1930, es un procedimiento para establecer los momentos en los extremos de los miembros de pórticos y vigas hiperestáticas mediante una serie de cálculos sencillos.
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN	Aunque las estructuras continuas de nudos rígidos - vigas continuas y pórticos de acero soldado o de hormigón armado – se analizan rápidamente y en forma rutinaria con la computadora para condiciones múltiples de carga, la distribución de momentos sigue siendo una herramienta útil para:
COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN	
MÉTODO DE CROSS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Comprobar los resultados de un análisis de computadora 2) Llevar a cabo un análisis aproximado en la etapa de diseño preliminar 3) Evaluar el efecto en una estructura continua de la introducción de un momento en uno o varios nudos contribuyendo al proceso de comprensión del funcionamiento de las estructuras hiperestáticas.

Fig. 2 – Ejemplo de contextualización histórica. Método de Cross

2.1.2. Desarrollo de la clase utilizando modelos a escala. Se comienza con modelos a escala, los cuales pueden llevarse a la clase o directamente proyectando videos donde pueda apreciarse el comportamiento ante diferentes causas deformantes (Fig. 3 y 4).

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

SISTEMAS HIPERESTÁTICOS

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos

2. Conclusiones

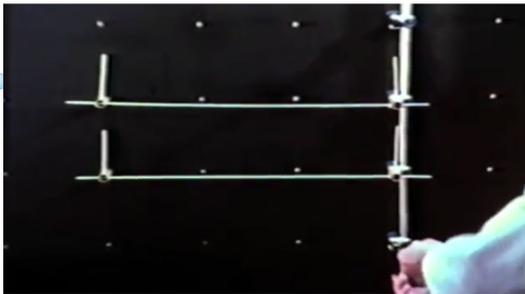
ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos

1.3. Cuando es recomendable utilizar Isostáticos en vez de Hiperestáticos

1.3.2. Cuando sobre la estructura actúan estados de deformación impuesta (movimiento de vínculos, temperatura ó errores constructivos) de magnitud importante.

Movimiento ó asentamiento ó cedimiento de vínculo



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RlsPujfeevk>

Fig. 3 – Ejemplo de intuición de comportamiento estructural. Isostáticos vs Hiperestáticos. 1er diapositiva

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

SISTEMAS HIPERESTÁTICOS

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos

2. Conclusiones

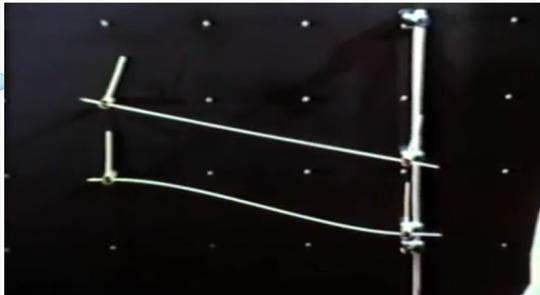
ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos

1.3. Cuando es recomendable utilizar Isostáticos en vez de Hiperestáticos

1.3.2. Cuando sobre la estructura actúan estados de deformación impuesta (movimiento de vínculos, temperatura ó errores constructivos) de magnitud importante.

Movimiento ó asentamiento ó cedimiento de vínculo



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RlsPujfeevk>

Fig. 4 – Ejemplo de intuición de comportamiento estructural. Isostáticos vs Hiperestáticos. 2da diapositiva

2.1.3. Desarrollo de la clase utilizando modelos a escala y modelos computacionales. En las figuras 5 y 6 se observan los modelos a escala y luego se les solicita a los alumnos partiendo del modelo de las figuras 7 y 8 que reproduzcan lo que se ve en las diapositivas de power point al interior del programa de cálculo. Además, se les solicita que busquen la o las relaciones que puedan existir con los diagramas de solicitaciones internas (Fig. 9). Esta metodología también contribuye al desarrollo de la intuición. Para poder aprovechar mejor este tipo de experiencias áulicas se requiere que al inicio de la clase los alumnos tengan cargado el modelo casi completo restando solamente realizar las operaciones que les permitan lograr el objetivo de imitar el modelo a escala mostrado. Otro punto de importancia a considerar con esta actividad es que los alumnos ya tengan un uso sostenido del programa que se utilice. La forma de lograr este último punto, según la experiencia de la cátedra, es realizar una serie trabajos prácticos e incluso parciales previos a esta actividad específica.

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I
SISTEMAS HIPERESTÁTICOS

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos
2. Conclusiones

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos
1.4. Cuando es recomendable utilizar HIPERESTÁTICOS en vez de Isostáticos

Las estructuras indeterminadas también son más rígidas que las estructuras determinadas con el mismo claro, debido al soporte adicional proporcionado por las restricciones añadidas.

ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RIsPujfeevk>

Fig. 5 – Ejemplo de comparación entre modelo a escala y computacional. 1er diap.

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I
SISTEMAS HIPERESTÁTICOS

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos
2. Conclusiones

1. Sistemas Isostáticos vs Hiperestáticos
1.4. Cuando es recomendable utilizar HIPERESTÁTICOS en vez de Isostáticos

Las estructuras indeterminadas también son más rígidas que las estructuras determinadas con el mismo claro, debido al soporte adicional proporcionado por las restricciones añadidas.

ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RIsPujfeevk>

Fig. 6 – Ejemplo de comparación entre modelo a escala y computacional. 2da diap.

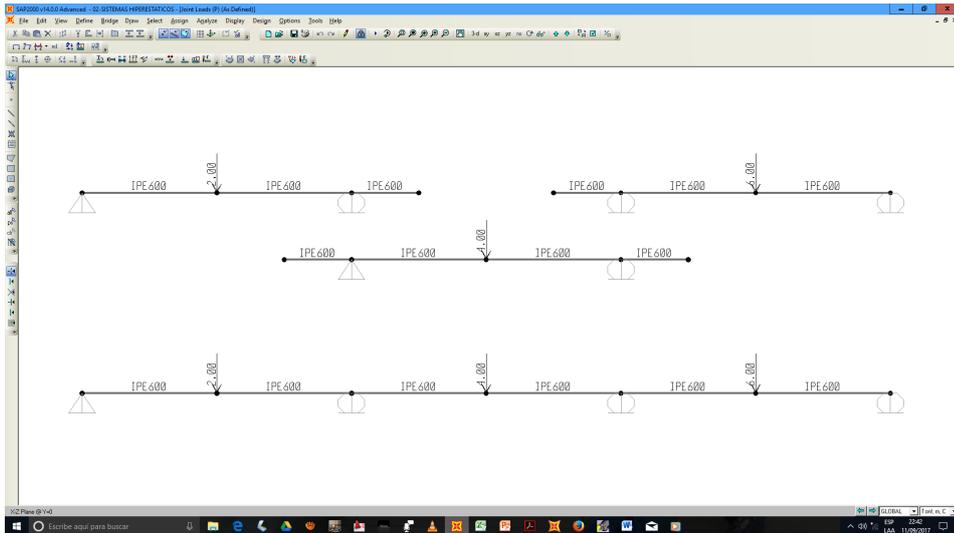


Fig. 7 – Ejemplo de comparación entre modelo a escala y computacional. Captura pantalla modelo de partida para alumnos

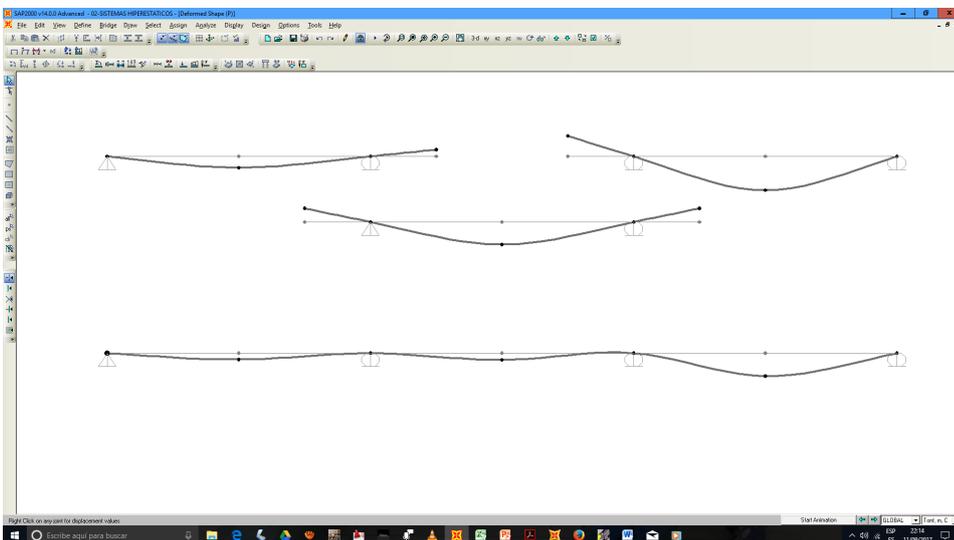


Fig. 8 – Ejemplo de comparación entre modelo a escala y computacional. Captura de pantalla modelo deformado a modificar para equipararlo al hiperestático

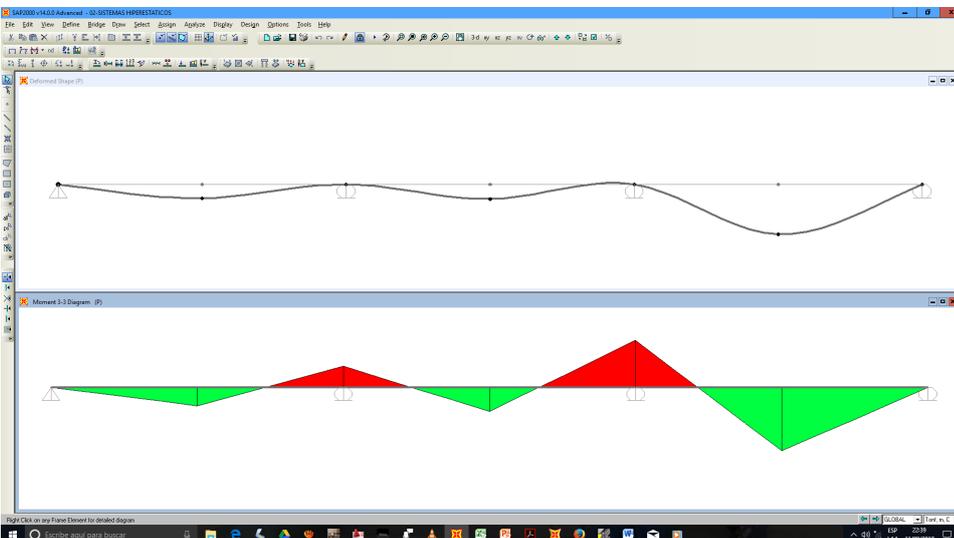


Fig. 9 – Ejemplo de comparación entre modelo a escala y computacional. Captura de pantalla modelo que relaciona las deformaciones y las solicitaciones internas

2.1.4. Desarrollo de la clase, estudio de casos reales. Con esta actividad se logra articular los diferentes contenidos horizontales y verticales a la materia ubicando sus contenidos en un todo real y con sentido. Se busca construir el sentido de proporciones que deben tener los materiales ubicados en un determinado tipo de estructura. Es decir, tener una idea previa de las esbelteces de los elementos, reduce el tiempo de solución y da al alumno mayor tranquilidad al saber que la estructura tendrá medidas habituales. En las figuras 10 y 11 se muestran dos casos que se analizan, cada uno de ellos se los ubica tanto en el año de construcción como la ubicación geográfica y dado que responden a un tipo de construcción similar, se hace notar que la primera de ellas es el antecedente histórico de la segunda.

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

CABLES

1. Introducción
2. Características
3. Variación de la fuerza
4. Carga gravitacional
5. Teorema general
6. Funicular de un arco
7. Ejemplos
8. Inconvenientes
9. Elem. Complementarios
10. Ejemplos Reales
11. Ejercicios

Fuente: Fundamentos de análisis estructural. Kenneth M. Leet / Chia-Ming Uang, Ed. Mc Graw Hill, México 2002.

ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

10. Ejemplos Reales

10.1. Ejemplo 1



El Cilindro Municipal fue proyectado por Leonel Viera para albergar a la 1ª Exposición Nacional de Producción e inaugurado el 19 de enero de 1956. Esta exposición fue llevada a cabo por Héctor Grauert y por ello el recinto llevaba su nombre. El 24 de octubre del 2010 se incendia y derrumba. 94m de diámetro y 25m de altura.

Fig. 10 – Ejemplo 1 de estudio de casos

UTN - F.R.V.T.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I

CABLES

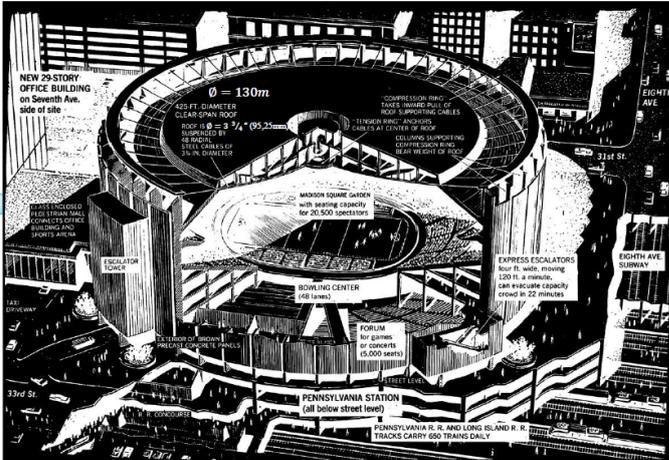
1. Introducción
2. Características
3. Variación de la fuerza
4. Carga gravitacional
5. Teorema general
6. Funicular de un arco
7. Ejemplos
8. Inconvenientes
9. Elem. Complementarios
10. Ejemplos Reales
11. Ejercicios

Fuente: Fundamentos de análisis estructural. Kenneth M. Leet / Chia-Ming Uang, Ed. Mc Graw Hill, México 2002.

ING. FLAVIANO MAGGIONI
flavianomaggioni@hotmail.com

10. Ejemplos Reales

10.1. Ejemplo 2



Fuente: <http://www.newsteelconstruction.com/wp/40-year-ago-americas-largest-cable-suspension-roof-madison-square-gardens-new-york-city/?print=1>
Madison Square Garden, Nueva York, se construyó en 1968.

Fig. 11 – Ejemplo 2 de estudio de casos

2.2. Prácticas de Laboratorios. Los supuestos que sostienen esta estrategia son la articulación con otras cátedras y el desarrollo de la intuición del comportamiento, al menos de elementos estructurales aislados (Fig. 12, 13 y 14). Esta estrategia logra integrar varias materias, por ejemplo, “Tecnología de los Materiales” y “Resistencia de los Materiales”. La integración con “Tecnología de los Materiales” se da ya que los alumnos deben tomar una parte del perfil para realizarle el ensayo de tracción y así determinar la tensión de proporcionalidad, la de fluencia y el módulo de elasticidad. Luego de esto se ven en la necesidad de ver como juega el módulo de elasticidad en el contexto de la flexión, lo cual se inscribe en “Resistencia de Materiales” y, por último, conociendo la tensión de fluencia, detectar la formación de las rótulas plástica, contenido propio de Análisis Estructural I.



Fig. 12 – Ensayo tracción. Probeta extraída de parte del perfil a ensayar (corte realizado con pantógrafo CNC). Integración Tecnología de los materiales.



Fig. 13 – Etapa final ensayo viga hiperestática (equipos de ensayo provistos por grupo de investigación de madera)



Fig. 14 – Ensayo de viga isostática de madera (equipos de ensayo provistos por grupo de investigación de madera)

2.3. Visitas a obra. Al igual que el análisis de casos, con las visitas se logra articular la materia. Estando en la obra se puede observar la integración de los materiales con los modelos de cálculo y contribuir además con la idea ya expuesta de que el alumno debe construir una idea de proporciones en función del tipo de material y tipo de estructura.

3. CONCLUSIONES

Luego de explicitar las distintas estrategias utilizadas por la cátedra, surge la necesidad de repensar qué enseñamos como docentes, buscar cuáles son nuestras verdaderas motivaciones y descubrir qué enseñamos cuando enseñamos, cuáles son las bases que sustentan los contenidos, a quién favorecemos cuando explicamos o no explicamos el contexto de origen ciertos contenidos. En la medida que el docente sea crítico de sí mismo y de los conocimientos que imparte, más crítico será el alumno.

Es importante a la hora de planificar la materia, buscar constantemente cuáles son los supuestos subyacentes dado que no podemos desconocerlos si queremos ser docentes críticos de la realidad.

Cuanto más explicitemos ante los alumnos dichos supuestos y por lo tanto exponamos necesariamente nuestra ideología tanto más el alumno podrá confrontarnos y ser críticos de los contenidos que intentemos poner en discusión. En la medida que el alumno no se conforme con lo que el docente le diga, es decir, que exista una cierta desconfianza, es donde comienza a manifestarse el verdadero espíritu crítico del futuro profesional.

Si se analiza el impacto, al menos en la percepción del alumno, esta mejora con el tiempo demostrando que es necesario avanzar en este camino. En el siguiente gráfico (fig. 15) se puede visualizar la evolución anual de la opinión de los alumnos recabados a partir de la evaluación institucional.

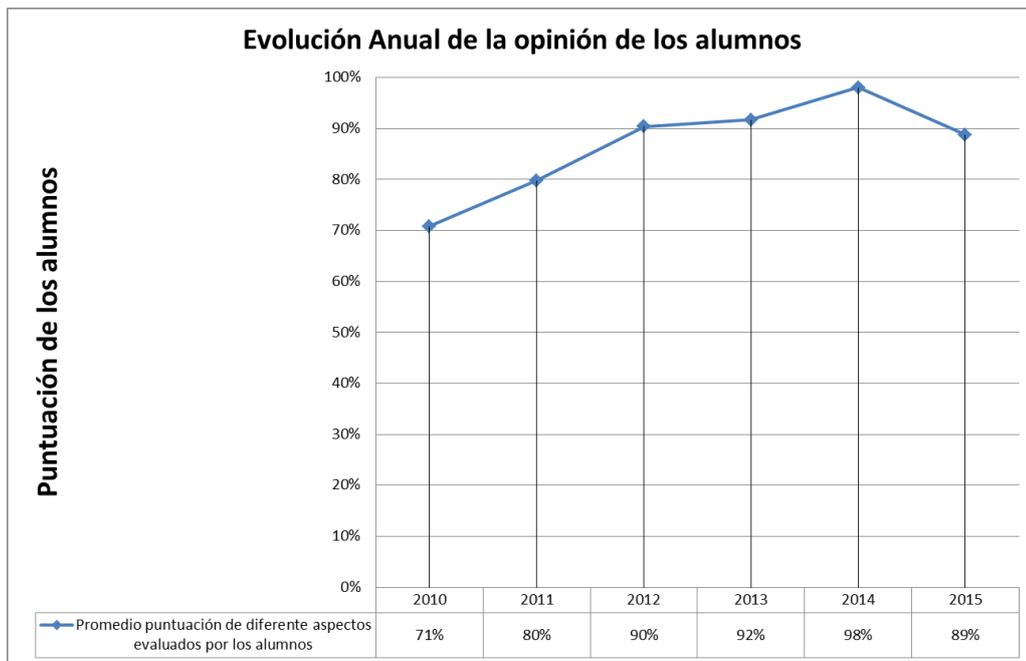


Fig. 15 – opinión de los alumnos entre 2010 y 2015

4. AGRADECIMIENTOS.

A mi esposa y compañera Griselda Troyano y mis hijos Matías y Agustín. Al grupo de investigación de madera representados por el Ing. Alfredo Guillaumet.

5. REFERENCIAS.

Steiman, Jorge (2012). Más didáctica (en la educación superior). Ed. Unsam Edita. Segunda 2da edición, Bs. As.

Torroja Miret, Eduardo (2010). Razón y Ser de los tipos estructurales. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Tercera edición revisada. Madrid.

**LA ACTIVIDAD CURRICULAR “ANÁLISIS ESTRUCTURAL I”
EN LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO DE UTN
OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO**

Ing. José Luis Laluce

Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

Ing. Antonio Muiños

Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

amuinios@yahoo.com.ar

Resumen

Este trabajo presenta los objetivos, estrategias didácticas y metodologías utilizadas en el desarrollo de la asignatura Análisis Estructural I, del cuarto año de la carrera Ingeniería Civil, en la Facultad Regional Rosario de UTN. La misma se ubica en el Diseño Curricular de la carrera dentro del Bloque de Tecnologías Aplicadas, en el Área Estructuras, formando el conocimiento de los alumnos sobre la resolución de estructura planas, obteniendo de este análisis los esfuerzos internos y sus deformaciones, a través de métodos computacionales y manuales en estructuras hiperestáticas.

Se plantearán los criterios utilizados en el desarrollo de los distintos contenidos, como así también la documentación y bibliografía adoptada, articulación con otras asignaturas, y los factores de evaluación utilizados para la aprobación de la materia.

1. INTRODUCCIÓN

El ordenamiento planteado para exponer la actividad curricular de la asignatura Análisis Estructural I en la Facultad Regional Rosario se desarrolla sobre los siguientes temas a tratar: Estructura de la actividad curricular, Objetivos de la asignatura, Contenidos, Distribución de carga horaria, Metodología de trabajo, Articulación con otras asignaturas, Evaluación y Referencias bibliográficas.

Se incorpora un resumen de las dificultades encontradas durante el desarrollo de la asignatura, como así también comentarios sobre las experiencias en el seguimiento de las mismas.

2. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:

ANALISIS ESTRUCTURAL I

Área: Estructuras

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Modalidad: Anual

Carga horaria semanal: 5 horas cátedra

Carga horaria anual: 160 horas cátedra.

Composición del equipo docente:

Profesor Titular: Ing. José Luis Laluce

Jefe de TP: Ing. Antonio Muiños

3. OBJETIVOS:

3.1. Objetivos generales s/ Ordenanza 1030/2004 CS

- Conocer los conceptos físicos de matriz de rigidez y flexibilidad y modelo teórico de análisis.
- Desarrollar capacidad para resolver sistemas estructurales planos por métodos automáticos de análisis, modelar e interpretar resultados y verificar la validez de los modelos de análisis.
- Despertar interés por los instrumentos de cálculo disponibles y su adaptación a la solución de problemas estructurales.

3.2. Objetivos generales de la Cátedra

- Afianzar en el alumno el análisis de las solicitaciones en barras y nudos.
- Identificar claramente la importancia de la relación entre las rigideces y los materiales de una misma estructura en la distribución de los momentos en hiperestáticos.
- Modelización e interpretación de los datos obtenidos por software.

4. CONTENIDOS:

4.1. Contenidos según Ordenanza 1030/2004 CS

- Estructuras estáticamente determinadas e indeterminadas.
- Cálculo de deformaciones
- Resolución de estructuras hiperestáticas
- Introducción a los métodos matriciales
- Resolución de estructuras en fase plástica.

4.2. Contenidos del Programa Analítico de la Asignatura

UNIDAD TEMÁTICA I: Desplazamientos en sistemas formados por barras.

Concepto de coordenada. Trabajos de fuerzas exteriores e interiores. Energía.

Teorema de los trabajos virtuales (TTV). Definición de flexibilidad y rigidez.

UNIDAD TEMÁTICA II: Sistemas hiperestáticos.

Determinación del grado de hiperestaticidad (por vínculo externo e interno).

Sistemas planos y espaciales. Rigidez axial como hipótesis simplificativa.

UNIDAD TEMÁTICA III: Resolución de sistemas hiperestáticos con incógnitas estáticas.

Hipótesis, elección del sistema fundamental. Resolución de sistemas planos de una y varias incógnitas

UNIDAD TEMÁTICA IV: Resolución de sistemas hiperestáticos con incógnitas

geométricas.

Hipótesis, indeterminación cinemática. Constantes elásticas (rigideces). Sistema

fundamental, resolución de sistemas planos de una y varias incógnitas para distintas causas.

UNIDAD TEMÁTICA V: Análisis de estructuras en régimen plástico.

Hipótesis. Material elastoplásticos ideal. Mecanismo de plastificación en flexión.

Rotura plástica. Carga límite. Carga estática.

5. DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA:

La distribución de actividades entre teóricas, prácticas y de laboratorio las ordenamos según el siguiente cuadro:

Actividad desarrollada	Carga horaria destinada (horas Cátedra)
Desarrollo teórico	64
Resolución de problemas	72
Formación experimental	24

La resolución de trabajos prácticos por parte de los alumnos se inicia en horarios de clases, para completarse como trabajo individual acompañado por los docentes en horarios de consultas.

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO:

PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS

Esta concepción del aprendizaje que se describe puede condensarse en el siguiente principio: “el aprendizaje está centrado en el alumno”.

Por otra parte, se describe la sucesión de procesos propios del ingeniero, que hacen a su forma de trabajo. El alumno, para aprenderlos debe realizarlos. Esto da a lugar a otro principio: “el alumno aprende ingeniería haciendo ingeniería”.

Sobre este principio hay que observar que el alumno aprenderá lo que le es significativo, esto es, algo que le resulte útil para mejorar su esquema personal ante una situación determinada. Este es el problema de la necesaria significación del aprendizaje, cosa que se dará en ingeniería en función del contacto que se tenga con los problemas reales. Así, el segundo principio enunciado quedara: “el alumno aprende ingeniería enfrentando los problemas reales de la ingeniería”.

Estos principios sirven de marco para la actividad docente, resumiéndose la misma de la siguiente manera:

ALUMNO CENTRO actitud docente de ayuda, evaluación, facilitación, exponer temas, plantea problemas o cuestiones individuales que faciliten el entendimiento.

PLANIFICACION orden lógico de los temas, aprendizaje significativo, (aplicación utilidad), basada en el tiempo del alumno y en su situación (ocupación, inquietudes).

EVALUACION diagnostica, prescriptiva.

7. ARTICULACION CON OTRAS ASIGNATURAS:

La asignatura constituye la base previa necesaria para las materias como Análisis Estructural II, Construcciones Metálicas y de Maderas y Estructuras de Hormigón, esta última incluye una problemática particular dado que pertenece a 4º año y ambas son anuales lo cual obliga a coordinar el dictado de algunos temas.

Por otra parte, se está vinculado con las cátedras de Resistencia de Materiales y Estabilidad por ser las mismas las que preparan a los alumnos en el temario necesario para la comprensión de los temas que se desarrollan.

8. EVALUACION:

El proceso de evaluación se logra a través del cumplimiento de la asistencia, el seguimiento en la realización de los trabajos prácticos, y la resolución de exámenes parciales teórico-prácticos por parte de los alumnos.

Se adecua a lo establecido en la Ordenanza 1549/2016 CS, en vigencia a partir del ciclo lectivo 2017. La metodología de evaluación se explicita al inicio del curso

8.1. Régimen de Aprobación Directa:

Estarán comprendidos dentro de este Régimen de aprobación aquellos alumnos que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tener una asistencia a clases mayor o igual al 80%. Incluye la totalidad de las clases de desarrollos teóricos y prácticos.
- Deberán presentar el 100% de los Trabajos Prácticos previamente a la fecha indicada para cada uno de ellos (esta condición no admite postergaciones) y realizar las correcciones que indique la cátedra previamente a una nueva presentación, coincidente con la fecha del Trabajo Práctico siguiente. La realización y presentación de los mismos será individual por cada alumno.
- Aprobar tres exámenes parciales teórico – prácticos, en fechas a fijar por la cátedra, uno de los cuales podrá ser recuperado en el caso de resultar desaprobado.

8.2. Régimen de Aprobación no directa – Examen final:

Estarán comprendidos dentro de este Régimen de aprobación aquellos alumnos que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tener una asistencia a clases mayor o igual al 75%. Incluye la totalidad de las clases de desarrollos teóricos y prácticos.
- Deberán presentar el 100% de los Trabajos Prácticos y realizar las correcciones que indique la cátedra preferentemente antes de la presentación del Trabajo Práctico siguiente. Para la

aprobación de los Trabajos Prácticos, dichas correcciones deberán realizarse antes de la finalización del ciclo lectivo (como última fecha admitida). La realización y presentación de los mismos será individual por cada alumno.

8.3. No Aprobación:

Aquellos alumnos que no hayan demostrado niveles de aprendizaje en la resolución de los Trabajos Prácticos o hayan incumplido las exigencias de asistencia a clases, deberán recurrar la asignatura.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Libros.

Título	Autor(es)	Editorial
Estructuras Hiperestáticas	Rafael Colindres Selva	Limusa

10. DIFICULTADES ENCONTRADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA:

Las dificultades son variadas, pero responden principalmente a que al momento del cursado no tienen aprobada “Resistencia de Materiales” con lo cual no tienen afianzado la importancia de la relación tensión – deformación, cuestión que es de importancia para la resolución de hiperestáticos.

Prácticas de Enseñanza Implementadas en “Análisis Estructural I” en la UTN - Regional Santa Fe

Ing. Maggi, Oscar

Profesor Adjunto

omaggi@frsf.utn.edu.ar

Ing. De Santis, Eduardo.

Jefe de Trabajos Practicos

edu.desantis@gmail.com

Esp. Ing. Juan Manuel, Franco

Ayudante de Trabajos Prácticos

ingjuanmanuelfranco@gmail.com

Resumen:

La siguiente presentación tiene como objetivo dar a conocer y compartir las pautas, condiciones, planificación, metodología y objetivos buscados a lo largo del año académico de la cátedra de “**Análisis Estructural I**” del 4to año de la carrera de Ingeniería Civil, dictada en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

Esperamos que este encuentro sea un espacio de intercambio de experiencias sobre el dictado de la cátedra que formamos parte; nuestro objetivo primordial es mejorar nuestras prácticas docentes con el fin de favorecer el aprendizaje en nuestros alumnos.

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se describe la metodología y las prácticas implementadas en la cátedra “Análisis Estructural I” de la UTN-FRSF.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS METODOLOGÍAS EN LA UTN-FRSF

Para la carrera de Ingeniería Civil en la UTN-FRSF se observa en las prácticas docentes, que generalmente las clases están divididas en módulos de teoría, dictadas por el Profesor, y módulos de práctica, dictadas por el Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) o Ayudante.

En la mayoría de los casos, en una clase teórica el Profesor explica mediante presentaciones digitales y/o utilizando el pizarrón los conceptos que están detallados en los apuntes de clase, que en las asignaturas estudiadas son apuntes confeccionados por la cátedra que se distribuyen en forma de fotocopias.

Luego, en la clase de práctica, el JTP explica la resolución de ejercicios o problemas – tipo, mediante el uso del pizarrón. Dichos ejercicios se encuentran también en un apunte de clase previamente elaborado por la cátedra. En ambas clases, teoría y práctica, los alumnos siguen las explicaciones del profesor con sus apuntes en mano, con mayor o menor grado de participación dependiendo del grupo y del docente a cargo. En ocasiones, algunos docentes piden a los alumnos que realicen trabajos en grupos, ya sea dentro del horario de clase o como tarea extra. Existen, en algunas cátedras, Trabajos de Laboratorio que son realizados en los Laboratorios que posee la Facultad y luego los alumnos presentan algún informe sobre lo realizado.

En cuanto a los materiales utilizados, como los apuntes y las guías de ejercicios, generalmente están elaboradas hace años. Estos apuntes pueden estar en revisión permanente y actualizarse, según la cátedra. Existen también en las cátedras algunos libros de consulta para los alumnos. En algunas materias se utiliza software como material didáctico en el desarrollo de las clases y generalmente se utilizan en temas o momentos puntuales.

Por otro lado, la evaluación de las asignaturas se realiza mayormente por medio de evaluaciones parciales, otorgando al alumno la posibilidad de promocionar los contenidos de la materia. Los parciales se realizan en un día y hora determinados por la cátedra y los alumnos disponen de una cierta cantidad de tiempo para resolverlos. Luego, los profesores los corrigen y otorgan un cierto puntaje a la evaluación. Cumpliendo con ciertas condiciones de porcentajes el alumno puede regularizar y promocionar la materia. Existen también propuestas de Trabajos Prácticos (TP) de distinto tipo, con ejercicios y una duración determinada, en grupos, individuales, con puntaje, con aprobación, con exposición, etc. Los docentes, en general, brindan espacios de consulta adicionales a los horarios de clases.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CÁTEDRA “ANÁLISIS ESTRUCTURAL I”:

3.1. LINEAMIENTOS

Esta asignatura se dicta anualmente, en el 4to nivel de la carrera, con carga horaria semanal de 5 hs. cátedra. En el mismo nivel los estudiantes cursan otras 6 asignaturas.

Se dicta con posterioridad a Estabilidad y a Resistencia de los Materiales, asignaturas que constituyen la base sobre la cual desarrollar los conceptos de Análisis Estructural I.

Los contenidos resultan básicos para las cátedras que desarrollan temas de diseño y cálculo estructural: Análisis Estructural II, Estructuras de Hormigón, Construcciones Metálicas y de Madera, Diseño de Estructuras (asignatura electiva).

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 Objetivos generales

Introducir a los alumnos en el análisis de las estructuras estáticamente indeterminadas.

- Que los alumnos entiendan el comportamiento interno de las estructuras, las deformaciones frente a la acción de las cargas exteriores, y su relación directa con los esfuerzos internos que la solicitan.
- Adquirir criterio ingenieril para el proyecto estructural de distintos sistemas y elementos estructurales.

3.2.2 Objetivos específicos

Que los alumnos:

- Conozcan los conceptos físicos de matriz de rigidez y de flexibilidad, y modelo teórico de análisis.
- Apliquen distintos métodos de resolución de sistemas hiperestáticos planos.
- Determinen sollicitaciones internas y deformaciones en estructuras hiperestáticas.
- Sean capaces de resolver sistemas estructurales planos por métodos manuales de análisis, modelar e interpretar resultados y verificar la validez de los modelos de análisis.
- Utilicen herramienta informática para el cálculo de estructuras planas y espaciales, tanto para la determinación de esfuerzos internos, como para analizar el comportamiento en deformación.
- Apliquen el concepto de líneas de influencia en distintos tipos de estructuras hiperestáticas.
- Manejen, básica y conceptualmente, la teoría del comportamiento plástico de las estructuras.
- Logren integrar los conocimientos del proyecto y análisis de estructuras con los desarrollados en otras asignaturas.

3.3. PROGRAMA CURRICULAR

Los contenidos que se desarrollan en la cátedra son:

1. **Proyecto y análisis estructural** (20 horas cátedra).
2. **Desplazamientos en sistemas formados por barras** – PTV (35 horas cátedra).
3. **Resolución de sistemas hiperestáticos con incógnitas estáticas** - MF (15 horas cátedra).
4. **Resolución de sistemas hiperestáticos con incógnitas geométricas** – MD (20 horas cátedra).
5. **Métodos particulares de resolución** - MC (25 horas cátedra).
6. **Análisis Matricial de estructuras** – AM (17 horas cátedra)
7. **Cargas móviles. Líneas de influencia** (15 horas cátedra).
8. **Análisis Límite de estructuras** - CP. (13 horas cátedra)

3.4. DICTADO DE LA ASIGNATURA

3.4.1 DESARROLLO DE CLASES TEORICO-PRACTICAS

La clase tipo tienen tres momentos:

- 1- El desarrollo de la cátedra consiste en clases expositivas-dialogadas, utilizando el pizarrón y/o presentaciones en PowerPoint. En las mismas se hace una síntesis de conceptos teóricos fundamentales de cada unidad temática. Los alumnos acompañan el desarrollo con guías de Apoyo Didáctico entregadas por la cátedra (disponibles en Campus Virtual), las cuales son una breve recopilación de cada uno de los temas a desarrollar, extraídos de la bibliografía utilizada. Estos apuntes ayudan al alumno a ordenar el proceso de estudio, pero refuerzan la necesidad de recurrir a la bibliografía disponible (imprescindible para profundizar los contenidos desarrollados).
- 2- Concluido el desarrollo teórico de cada tema, se plantean ejercicios y problemas que los alumnos deben resolver, motivándolos a trabajar en pequeños grupos. Para estos fines cuentan con una Guía de Trabajo Prácticos por cada unidad temática, las cuales poseen al menos un modelo de cada uno de los casos más comunes que pueden presentarse. La conformación de grupos de trabajo favorece la discusión de las problemáticas que cada ejercicio plantea.
- 3- Luego de la resolución grupal se efectúa una puesta común donde el equipo docente expone la resolución final y se profundizan las respuestas a los planteos/inconvenientes/dudas efectuadas por los alumnos.

Para complementar la resolución de ejercicios prácticos en el aula, cada unidad temática posee una “Guía de Ejercicios Propuestos”; en ellas se plantea ejercitación adicional para que los alumnos consoliden y autogestionen su aprendizaje.

3.4.2 DESARROLLO DE TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR

Además, durante el dictado de la asignatura se desarrolla un Trabajo Práctico

Integrador que implica el diseño y análisis de una estructura espacial -real- de determinadas características mediante el uso de software específico.

Su realización es paralela al dictado de la asignatura, y en todo momento los alumnos cuentan con la asistencia del equipo docente.

Los objetivos son:

- Desarrollar conceptos de “Diseño” y “Análisis” Estructural.
- Introducir al alumno en el empleo de software para el análisis y diseño estructural.
- Determinar las solicitaciones en una estructura mediante el uso de software específico.
- Visualizar el comportamiento en tensiones y deformaciones de una estructura espacial.

Las pautas para su elaboración son:

- Debe desarrollarse en grupos de 3 personas.
- La estructura a utilizar para el desarrollo será la de un edificio en altura (cualquiera sea su destino) con un mínimo de 3 plantas y un máximo de 5 plantas. La misma será de Hormigón Armado.
- La estructura escogida podrá ser alguna real (construida o no) de la cual se dispongan los planos de los elementos que la constituyen; alguna utilizada para llevar a cabo trabajos prácticos de otras cátedras de la carrera de Ingeniería Civil; alguna propuesta por el grupo (acorde a la arquitectura existente o planteada).
- Las cargas a las cuales se verá sometida la estructura se establecerán utilizando métodos simplificados detallados más adelante, aunque queda a criterio del grupo recurrir a los reglamentos específicos en caso de considerarlo oportuno.

Las etapas son:

1. Diseño de la estructura: disposición sobre las plantas de arquitectura; definición de las características de los materiales empleados, predimensionamiento de secciones.
2. Análisis de cargas.
3. Introducción de los datos en el modelo estructural: geometría, secciones, materiales, estados de carga.
4. Cálculo de la respuesta del modelo estructural.
5. Ajustes en la disposición de la estructura o de algunos de sus elementos, si se considerara necesario.
6. Análisis de los resultados.
7. Elaboración del Informe Final (no más de 20 páginas), de acuerdo con pautas específicas que dependerá de la estructura sobre la cual se trabaje.
8. Presentación oral del trabajo: los grupos elaborarán una presentación de hasta 15 minutos de duración en la que expondrán la información relevante

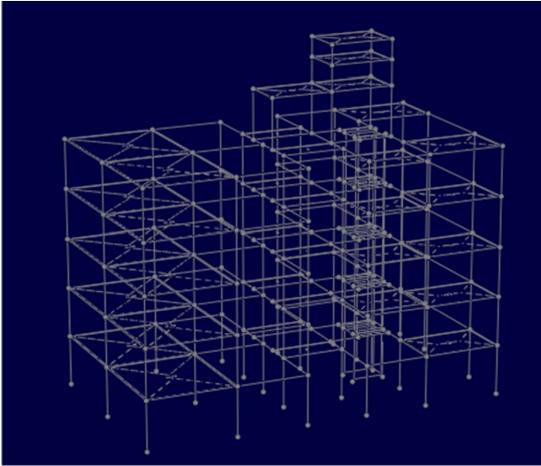
de la estructura resuelta y los resultados salientes del análisis, con apoyo del modelo en la PC y, eventualmente, de algunas transparencias. Todos los integrantes del grupo deberán participar en la exposición.

La ejecución del TP implica cumplimentar distintas entregas, lo cual conlleva a devoluciones por parte de los docentes. La presentación y su corrección se concreta mediante correo electrónico en formato digital junto con los archivos de datos generados al modelar la estructura; de esta forma se avanza hasta que el alumno concluye con la totalidad de las etapas indicadas.

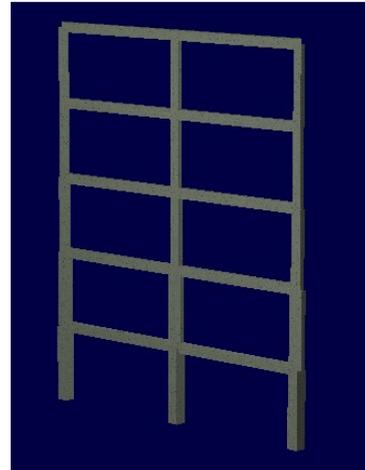
En cada una de las entregas, los docentes identifican debilidades y fortalezas del modelo realizado por cada grupo.

Durante el desarrollo del trabajo y en la interacción con el equipo docente suelen surgir preguntas disparadoras del tipo: “¿Para qué necesito la estructura? ¿Qué cargas o estados de carga la van a solicitar? ¿Cómo se sustenta? ¿Cómo se vinculan entre sí los elementos que la conforman? ¿Cómo se deforma para los distintos estados de carga? ¿Qué consideraciones o hipótesis hago al realizar un modelo estructural? ¿Son válidas?

A continuación, se exponen algunas imágenes ilustrativas de modelos realizados por un grupo de alumnos durante el año 2016.



Modelo estructural de edificio de 5 niveles realizado por un grupo de alumnos durante 2016.



Vista en 3d de un pórtico plano del modelo

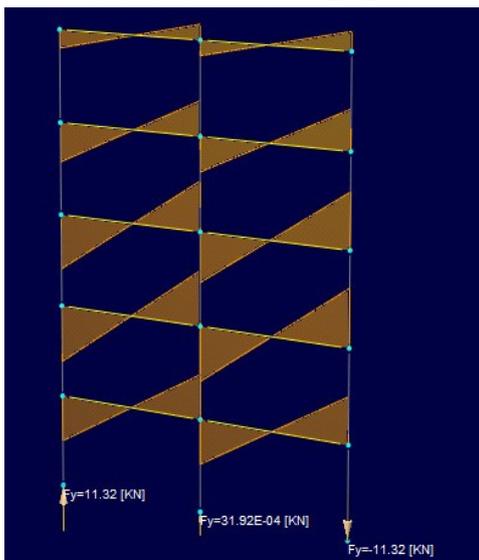
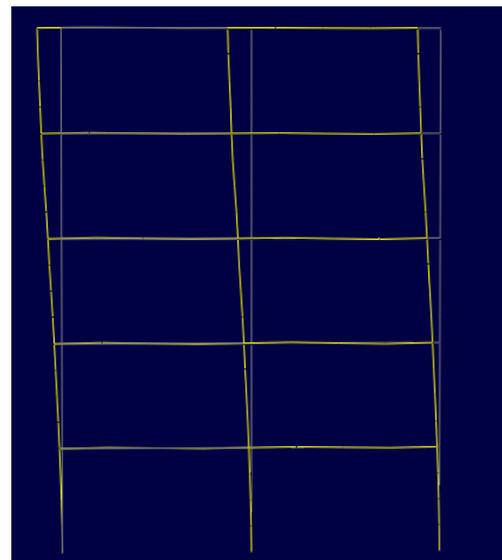


Diagrama de momentos flectores en las vigas para un estado de cargas laterales (paralelas al plano del pórtico), y reacciones vínculos.



Deformada de la estructura en contraste con su forma original para el estado de cargas mencionado en la imagen anterior.

3.5. METODOS DE EVALUACIÓN

3.5.1 TRABAJO PRACTICO INTEGRADOR

La evaluación final del TP implica la valoración del trabajo realizado por parte de los alumnos a lo largo del proceso del mismo (consultas, inquietudes, búsqueda de información adicional, integración con conceptos propios de otras asignaturas, análisis de variantes, etc.). La nota final surge de evaluar el informe escrito presentado grupalmente, como así también de la exposición oral realizada por cada uno de los integrantes.

3.5.2. EXAMENES PARCIALES

El proceso de aprendizaje que realizan los alumnos durante el cursado de la asignatura se evalúa mediante la realización de tres evaluaciones parciales que abordan temas teórico- conceptuales y de desarrollo práctico. Adicionalmente, y antes de finalizar el cursado se realizará una instancia recuperatoria, para aquellos alumnos que no hayan aprobado alguna de las evaluaciones parciales. Finalmente, y para los alumnos que hayan aprobado las evaluaciones parciales, se realizará una Evaluación Final Globalizadora.

3.6. PAUTAS DE REGULARIDAD, PROMOCION Y APROBACIÓN DE LA CATEDRA PARA EL AÑO 2017

3.6.1. CONDICIONES DE APROBACIÓN DE CURSADO (REGULARIDAD)

Se alcanza cumpliendo lo normado por el Reglamento de Estudios (75 % de asistencia a clases), la participación en los parciales, y la presentación y aprobación del “T.P. Integrador”.

3.6.2. CONDICIONES PARA PROMOCIONAR LA MATERIA DURANTE EL CURSADO (PROMOCION DIRECTA)

- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) cada uno de los parciales, con posibilidad de recuperar 1 parcial a fin de año y una instancia globalizadora final.
- Cumplir con las condiciones presentadas en el punto 3.6.1

3.6.3. CONDICIONES PARA APROBAR LA MATERIA FUERA DEL CURSADO (APROBACION INDIRECTA)

- Ser regular (aprobar las condiciones presentadas en el punto 3.6.1)
- Aprobar con un mínimo de 6 (seis) un examen teórico-práctico en correspondencia con las fechas de exámenes establecidas por la UTN FRSF.

La “Promoción Directa -Teoría y Práctica” de la asignatura es optativa. Para el alumno promocionado, la nota final en la materia se calcula promediando la nota de los parciales y del Trabajo Practico Integrador

4. CONSIDERACIONES DEL EQUIPO DE CÁTEDRA SOBRE EL DICTADO DE LA ASIGNATURA:

La experiencia en el dictado de esta asignatura, con un curso integrado por un número de alumnos que supera los 50 alumnos en promedio anual, nos ha llevado a realizar las siguientes consideraciones:

- El objetivo fundamental de esta asignatura es que el alumno al finalizar su cursado comprenda el comportamiento de los elementos que conforman la estructura, tanto en lo que hace a los esfuerzos internos como a las deformaciones bajo la acción de determinados estados de carga.
- En función de ese objetivo primordial, el dictado de la asignatura tiene un fuerte sesgo en el desarrollo práctico de cada tema, ya que la misma es la responsable de que los alumnos lleguen a las asignaturas del Área Estructuras que se desarrollan a continuación y/o en forma simultánea con esta (Estructura de Hormigón, Análisis Estructural II, Construcciones Metálicas y de Madera, Cimentaciones, etc.) con la formación necesaria para emprender sin dificultades la temática del dimensionamiento y verificación.
- La asignatura en su desarrollo tiene una fuerte carga metodológica (MF, MD, MC, AM), herramientas que el alumno poco utilizará en las asignaturas de cálculo que cursarán a continuación de esta, ya que hoy en día los cálculos de estructuras y/o las verificaciones se efectúan mediante herramientas informáticas; esta situación exige definir claramente el sentido conceptual de estos métodos como un medio para interpretar el comportamiento de las estructuras fundamentalmente, y no para focalizar o profundizar sobre ellos.
- Aceptando la importancia del desarrollo de los contenidos teóricos, la comprensión e incorporación de estos por parte del alumno se alcanza mediante el desarrollo del planteo y resolución de situaciones prácticas concretas y reales, y de allí que el dictado de la asignatura cuenta con una numerosa ejercitación (resolución de problemas tipo).
- Esta situación hace que el desarrollo de los contenidos prácticos de la asignatura resulte determinante para la aprobación de la asignatura, y por lo cual se ocupa en el orden del 70% del horario destinado para su desarrollo, en todo el ciclo lectivo.
- La implementación del sistema de promoción mediante parciales ha resultado positiva; esto significa que, sobre el total de alumnos inscriptos anualmente, al finalizar el ciclo lectivo efectivamente aprueban el cursado en el orden del 70%, y más del 30% promocionan en forma directa o en las primeras mesas posteriores a la finalización del cursado.
- Los resultados académicos (aprobación de la asignatura) de los alumnos que no adhieren al sistema de promoción mediante parciales, se extienden en el tiempo.
- La implementación del TP Integrador, en la cual el alumno se enfrenta a la *resolución* completa de estructuras espaciales reales mediante una herramienta informática, resulta fundamental ya que les permite cumplimentar los conocimientos adquiridos en la resolución de estructuras

en forma manual, durante las clases de práctica, las cuales fundamentalmente se focalizan en estructuras planas.

- Se prevé una implementación gradual de las TIC a través de la plataforma virtual de modo tal de contribuir y dirigirse hacia un proceso de evaluación continua; se plantean evaluaciones iniciales al comienzo del dictado (diagnósticas), evaluaciones de seguimiento para las distintas unidades temáticas de la asignatura (formativas) y la posibilidad de realizar evaluaciones parciales (sumativas) en determinadas unidades temáticas.
- Finalmente cabe mencionar que el avance de las tecnologías informáticas y de las metodologías del cálculo estructural, imponen rediscutir cómo se deberían desarrollar los contenidos de esta asignatura.

SANTA FE, septiembre de 2017.