

**Actividad Complementaria de Análisis Estructural CI4202**  
**Semestre Otoño 2012**  
**Profesor: Juan F. Beltrán**

En forma complementaria a los controles, ejercicios y tareas del curso, los estudiantes deberán desarrollar en forma obligatoria la actividad denominada "**Análisis Teórico y Experimental de un Modelo Estructural**". Para ello, deberán proponer un modelo estructural que cumpla con los requisitos de la actividad, tema y permita alcanzar los objetivos de la misma.

Los requisitos que debe cumplir la estructura propuesta por los alumnos son los siguientes:

- El grado de indeterminación estática (GIE) de la estructura debe ser mayor o igual que 4.
- El modelo estructural debe ser de una estructura real plenamente identificada y cumpliendo el tema del semestre. Este criterio es de suma importancia. Para obtener información consulten en libros o busquen en Internet (se evaluará la originalidad de las estructuras).
- El modelo estructural debe ser intuitivamente fácil de modelar y analizar. Preferentemente debe ser simple, simétrico y regular, además de ser "modelable" en base a barras.
- El modelo estructural debe ser estable para las cargas consideradas, por lo que deberá evaluarse la necesidad de desarrollar un modelo tridimensional (pero susceptible de análisis plano). Ejemplo: duplicar los enrejados y conectarlos con barras estabilizadoras.
- El sistema de carga, posición y distribución dentro de la estructura, debe ser reproducible en el laboratorio.
- El modelo estructural, incluidas conexiones y apoyos, debe ser capaz de resistir las cargas de ensayo, sin incursionar en el rango de deformaciones no lineales ni presentar daño. El modelo estructural debe estar apoyado sobre una base rígida. Las conexiones de estructuras planas deben contenerse en un mismo plano.
- Las dimensiones máximas del modelo estructural son 45 cm de altura y 60 cm de largo. El ancho de la base debe ser tal que el plano de aplicación de la carga se encuentre entre 10 cm a 25 cm del borde y su largo debe ser inferior a 70 cm.
- Las razones ancho/altura de las secciones no deben ser mayores que 4 ni menores que 0,25.
- En caso de emplear palos de maqueta la sección mínima se limita a maderos de 5mm x 5mm.
- Los materiales, conexiones y condiciones de apoyo utilizados en el modelo deben ser adecuados para que se produzcan deformaciones medibles y no excesivas durante el ensayo, de modo que el modelo estructural se mantenga en el rango de "pequeñas deformaciones".

Los objetivos de la actividad son los siguientes:

- Permitir al estudiante aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante el curso al caso de un modelo estructural sencillo al que se aplica una carga en un punto y se registran los desplazamientos en al menos 2 puntos.
- Permitir al estudiante comparar los resultados obtenidos a partir de un análisis teórico con los resultados obtenidos experimentalmente.
- Familiarizar al estudiante con los programas de análisis estructural utilizados habitualmente en la práctica profesional.

El trabajo se desarrollará en 4 etapas, cuyas fechas de entrega y ponderación en la calificación final se resumen en el siguiente cuadro:

| Informe     | Fecha de Entrega | Ponderación                     |
|-------------|------------------|---------------------------------|
| Informe I   | Semana 3         | Vale por 1 nota de laboratorio  |
| Informe II  | Semana 7         | Vale por 3 notas de laboratorio |
| Informe III | Semana 11        | Vale por 2 notas de laboratorio |
| Informe IV  | Semana 15        | Vale por 3 notas de laboratorio |

Los Laboratorios relacionados a la actividad se estipulan en:

| Laboratorio    | Fecha de Realización | Tema                   |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Laboratorio I  | Semana 6             | "Determinación de E"   |
| Laboratorio II | Semana 10            | "Ensayo de Estructura" |

Los Laboratorios serán explicados debidamente en clase de cátedra y/o auxiliar. **LOS INFORMES DEBERÁN SER EN FORMATO PDF Y ENTREGADOS VÍA U-CURSOS.**

Contenidos mínimos de cada informe:

#### **a) Informe I**

Este informe debe incluir por lo menos la siguiente información:

- Descripción general de la estructura real: croquis, función que desempeña y localización. Esto se refiere a la estructura REAL que intentan homologar con su modelo y tema del semestre. (ej: Puente Loncomilla).
- Descripción general del modelo estructural: dimensiones globales (en planta y elevación) y dimensiones geométricas de los elementos. Esto se refiere a su modelo idealizado. Además se solicita un dibujo con una enumeración de los elementos constituyentes con una tabla resumen de la característica de estos elementos (sección, material, área, inercia, etc.)
- Croquis a escala del modelo propuesto (se debe especificar claramente la escala en el dibujo, la que debe ser un múltiplo de 5, por ej: 1/250 1/1000 1/100 1/500 etc., además se deben especificar en el plano las dimensiones de los elementos)
- Descripción de condiciones de apoyo y descripción de la forma en que se materializarán los apoyos del modelo. Incluir croquis de apoyos.
- Descripción de cómo se materializarán las conexiones. Incluir croquis de cada tipo de conexión. Presentar un croquis de la estructura en que se enumeren las conexiones y se clasifiquen por distintos tipos.
- Descripción de los materiales que se utilizarán en el modelo. Incluir información referente a materiales de construcción (ej: E teórico, isotrópico?, ortotrópico? Trabaja mejor a tracción?, tensión admisible, etc.)
- Croquis indicando los puntos de la estructura donde se aplicará la carga y donde se medirán deformaciones. SE DEBEN MEDIR DESPLAZAMIENTOS EN 2 PUNTOS y CARGAR PUNTUALMENTE EN UNO.

Las correcciones de este informe serán entregadas en forma oportuna con las observaciones al modelo propuesto. Las estructuras pueden ser modificadas y se puede solicitar un modelo completamente nuevo, en especial si se repiten los modelos entre los distintos grupos del curso o si la estructura no tiene una funcionalidad estructural.

### **b) Informe II**

Este informe reporta los resultados del ensayo para evaluar E y el análisis de la estructura (con las eventuales modificaciones señaladas en las correcciones del informe I) por método de flexibilidad. Debe incluir, además del cuerpo y las correcciones del Informe I, la siguiente información:

- Descripción de la metodología experimental utilizada para determinar el módulo de elasticidad de los materiales considerados en el modelo. Presentar los detalles del cálculo de E por los 2 métodos (croquis ensayos, datos experimentales, regresiones, gráficos, etc.).
- Solución de la estructura por medio del método de flexibilidad, indicando la matriz de flexibilidad, vector de cargas y vector de desplazamientos determinados. Se deberá detallar en memoria anexa (se entrega en forma impresa) el cálculo de todos los coeficientes de la matriz de flexibilidad.
- Se deben presentar croquis elaborados **manualmente** mostrando las reacciones y los diagramas de momento, corte y esfuerzo axial, según corresponda.
- Se debe calcular **manualmente** los desplazamientos de la estructura en los puntos indicados luego de la revisión del Informe I. Obtener una ecuación  $\Delta_1 = \alpha \cdot P$  y  $\Delta_2 = \beta \cdot P$  (incluir unidades) a partir del método de flexibilidad.
- Análisis, discusión y comentarios de los resultados del estudio experimental, comparando el valor empírico de E con los valores teóricos del material.
- Análisis, discusión y comentarios del análisis estructural.
- Incluir obligatoriamente en la primera página del informe un esquema de la estructura en forma idealizada.

### **c) Informe III**

Este informe corresponde al ensayo de la estructura en el laboratorio y 50 % de la nota corresponde a la maqueta (se evalúa: originalidad, nudos y apoyos, tiempo dedicado y desempeño). El informe deberá contener, además del cuerpo y las correcciones de los Informes I y II, la siguiente información:

- Desarrollo de la maqueta de la estructura.
- Metodología utilizada para el ensayo experimental del modelo.
- Cargas utilizadas y desplazamientos.
- Identificar datos válidos y zonas no lineales. Con los datos válidos obtener una relación experimental  $\Delta_1 = \alpha \cdot P$  y  $\Delta_2 = \beta \cdot P$  (de ser posible) (usar gráficos).
- Descripción del comportamiento de la estructura en el ensayo. (¿Falló? ¿Cómo falló?, ¿Cuánto resistió? ¿Hasta cuánto se cargó? ¿Cómo se comportaron las uniones, los apoyos, los elementos y la estabilidad fuera del plano?, etc.), en lo posible incluir fotografía del ensayo.
- Determinar los esfuerzos teóricos de los elementos de la estructura para la carga máxima que se aplicó, determinar las tensiones máximas de cada elemento y comparar con las tensiones admisibles de la literatura.

- Análisis, discusión y comentarios de los resultados obtenidos experimentalmente (comparar desplazamientos teóricos con experimentales ¿Más rígido, más flexible?, etc.)
- Incluir obligatoriamente en la primera página del informe un esquema de la estructura en forma idealizada.

#### **d) Informe IV**

Este informe constituye la etapa final del trabajo y debe incluir, además del cuerpo completo y las correcciones de todos los informes anteriores, la siguiente información:

- Croquis con la descripción del modelo considerado en el análisis. Se deben acotar claramente todas las dimensiones.
- Croquis con identificación de nudos y barras consideradas en el modelo.
- Croquis con las secciones y materiales de los elementos.
- Croquis con la disposición de la carga y desplazamiento considerado en el modelo.
- Análisis estructural por el método de rigidez. Se puede realizar manualmente o usando software de análisis de estructuras, como por ejemplo SAP2000.
- Croquis con reacciones y diagramas de momento, corte y esfuerzo axial, según corresponda.
- Análisis, discusión y comentarios de los resultados obtenidos. (incluir elementos más solicitados, cómo fue el criterio del diseño inicial, etc.)
- Análisis y comparación de resultados obtenidos teóricamente (métodos de flexibilidad y rigidez) y experimentalmente.

El informe final debe ser entregado en papel, ACOMPAÑADO DE SU CORRESPONDIENTE RESPALDO DIGITAL CON EL **ARCHIVO DE ENTRADA** DEL SOFTWARE USADO PARA EL CALCULO. Se evaluará con especial cuidado el aporte y la capacidad crítica y de interpretación de resultados de los estudiantes. Se efectuará la evaluación global del trabajo realizado por los estudiantes durante el semestre.

En la corrección de cada informe se considerará la presentación, ortografía y redacción.

EL TRABAJO SE DESARROLLA EN GRUPOS DE 4 PERSONAS. EL INFORME SE ENTREGA EN LA SEMANA CORRESPONDIENTE EN FORMA ELECTRONICA PDF COMO INDICADO ANTERIORMENTE EXCEPTO EN ANEXO INDICADO DEL INFORME II, NO SE ACEPTAN ATRASOS.

EN LOS INFORMES II, III y IV SE DEBEN PRESENTAR LOS INFORMES ANTERIORES CON SUS CORRECCIONES.

Las limitaciones de dimensiones son debidas al marco de carga o de reacción que se empleará en laboratorio, por tanto es muy importante que no sobrepasen las dimensiones especificadas.

### Vista en Elevación

