

# LA ENSEÑANZA DEL CONCRETO CON EL APOYO DEL LABORATORIO DE MATERIALES

Héctor Javier Guzmán Olgún y Octavio García Domínguez

[octaviogd@gmail.com](mailto:octaviogd@gmail.com), [hectorguzmanolguin@yahoo.com.mx](mailto:hectorguzmanolguin@yahoo.com.mx)

División de Ingenierías Civil y Geomática  
Facultad de Ingeniería, UNAM

## INTRODUCCIÓN

El laboratorio es una de las instalaciones de mayor importancia en las escuelas de ingeniería. La naturaleza y características de las pruebas experimentales permiten a los alumnos reforzar y consolidar los conocimientos impartidos por los profesores.

Uno de los materiales que con mayor profundidad se estudian en la ingeniería civil es el concreto, este es uno de los elementos que más se utiliza en la mayoría de las construcciones de nuestro medio. Su enseñanza abarca desde la fabricación y composición química, hasta el diseño de mezclas, determinación de propiedades mecánicas y estudio del comportamiento de elementos para el diseño de sistemas estructurales.

El conocimiento de estos temas incrementa notablemente cuando los conocimientos teóricos se complementan con estudios experimentales o de campo. Para ello, la Facultad de Ingeniería de la UNAM cuenta con el Laboratorio de Materiales, cuyas actividades contribuyen de manera importante en la formación de los ingenieros civiles. Entre las funciones más relevantes están: a) Apoyar la impartición de las asignaturas de las áreas de construcción y estructuras a través de sus programas de prácticas, con el objeto de fortalecer los conceptos vistos en clase. b) Dar soporte técnico e instrumental a proyectos de investigación presentados por profesores y alumnos para la realización de tesis o para el desarrollo de proyectos de investigación del personal académico. c) Prestar servicios de asesoría técnica para el estudio y ensayo de materiales, así como evaluación de elementos y sistemas estructurales, tanto para el sector público como para el privado.

El estudio del comportamiento mecánico de elementos de concreto ante diversas sollicitaciones es, sin duda, uno de los temas que mejor se puede reproducir en el laboratorio, dada la cantidad de información especializada con la que se cuenta. Entre las prácticas más importantes en la enseñanza del concreto se encuentran:

## DISEÑO DE MEZCLAS.

El concreto es uno de los materiales más usados en la construcción, por lo que se requiere controlar su fabricación tanto en planta como en obra. Existe un procedimiento o recomendación utilizado en México y es el que proporciona el Instituto Americano del Concreto (ACI). Con esta recomendación se pueden diseñar concretos normales de peso ligero con cierta resistencia, concretos pesados y concretos con características especiales.

En esta práctica se explica a los alumnos las bases para diseñar mezclas de concreto convencionales. Incluyendo la elaboración física de una mezcla y determinando características que describan su comportamiento. Mostrar valores típicos de conceptos de diseño y de materiales ingredientes.



Figura 1. Diseño de mezclas

## CARGA AXIAL

Las propiedades mecánicas del concreto endurecido pueden clasificarse como (1) propiedades instantáneas o de corta duración y (2) propiedades de larga duración. Entre las primeras se encuentran (1) resistencia en compresión, tensión y cortante (2) rigidez medida por el módulo de elasticidad. Las propiedades de larga duración pueden clasificarse en términos de flujo plástico y contracción. Estas características dan al concreto reforzado su calidad de material inelástico y no lineal. Ya que el pronóstico de su comportamiento depende de las características antes citadas convirtiendo el estudio de este material en un fenómeno complejo.



Figura 2. Carga Axial

Al concluir esta práctica, el alumno será capaz de reconocer y definir el concepto de carga axial para materiales inelásticos, además estará preparado para entender e interpretar el concepto de esfuerzo y deformación y a partir de lo anterior la determinación del módulo elástico. Por otra parte deberá establecer la diferencia entre los conceptos de desplazamiento y deformación. Fig. 2.

### **FLEXIÓN Y CORTANTE EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO.**

Las cargas que actúan en una estructura, ya sean cargas vivas, de gravedad o de otros tipos, tales como cargas horizontales de viento o las debidas a contracción y temperatura, generan flexión y deformación de los elementos estructurales que la constituyen. La flexión del elemento viga es el resultado de la deformación causada por los esfuerzos de flexión debida a la carga externa.

Conforme se aumenta la carga, la viga soporta deformación adicional, propiciando el desarrollo de las grietas por flexión a lo largo del claro de la viga. Incrementos continuos en el nivel de la carga conducen a la falla del elemento estructural cuando la carga externa alcanza la capacidad del elemento. A dicho nivel de carga se le llama estado límite de falla en flexión. Figuras 3 y 4.



Figura 3. Falla por flexión

El comportamiento de las vigas en el instante de la falla por cortante es muy diferente a su comportamiento por flexión. La falla es repentina sin suficiente aviso previo y las grietas diagonales que se desarrollan son mas amplias que las de flexión.

El alumno será capaz al concluir esta práctica de reconocer y definir los diferentes tipos de fallas en vigas de concreto de acuerdo al porcentaje de acero contenido en sus secciones y en el alma.

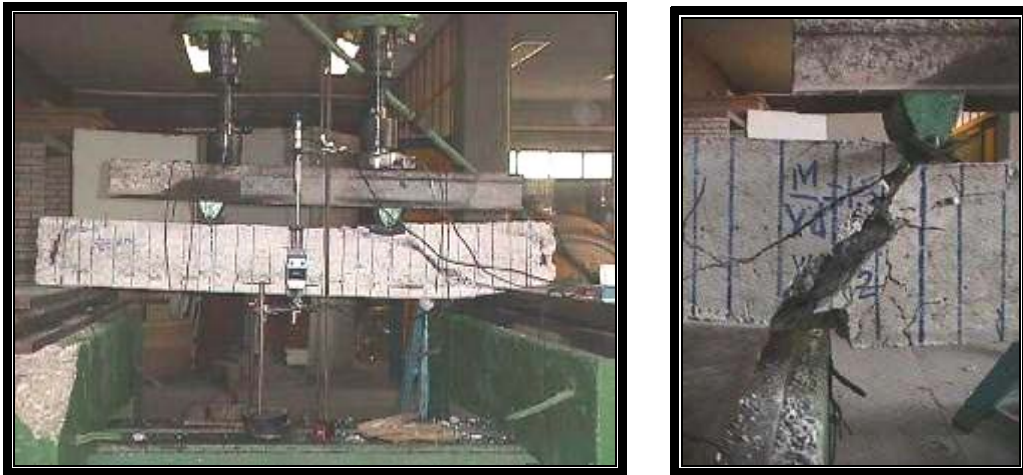


Figura 4. Falla por flexión y cortante

#### **FLEXO-COMPRESIÓN EN COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO.**

Un elemento de concreto reforzado sujeto a flexión y carga axial puede alcanzar su resistencia bajo innumerables combinaciones de carga axial y momentos flexionantes. Estas combinaciones varían desde una carga axial máxima y un momento nulo, hasta un momento aunado a una carga axial nula. El lugar geométrico de las combinaciones de carga axial y momento flexionante con las que un elemento puede alcanzar su resistencia, se representa gráficamente por medio de un Diagrama de Interacción.

Esta práctica tiene como objetivo principal que el alumno determine puntos para desarrollar Diagramas de Interacción para diferentes excentricidades de carga, Figura 5.

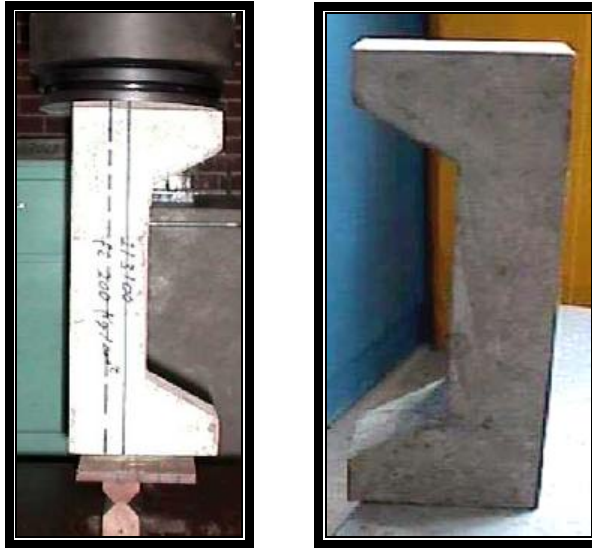


Figura 5. Muestra para ensaye de flexocompresión.

### **TORSIÓN EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO.**

La torsión ocurre en construcciones monolíticas de concreto principalmente donde la carga actúa a una distancia del eje longitudinal del miembro estructural. Algunos ejemplos de elementos estructurales sujetos a momentos torsionantes son: una viga de extremo en un tablero de piso, una viga de borde cargada en un extremo, vigas perimetrales que circundan una abertura de piso o una escalera helicoidal. Algunas veces estos momentos causan esfuerzos cortantes excesivos. Originan el desarrollo de importantes grietas más allá de los límites permisibles de servicio, a menos que se proporcione refuerzo especial por torsión.

En vigas reales de borde en un sistema estructural, el grado de daño debido a la torsión no es por lo general tan crítico, sin embargo, siempre se deberá evitar la pérdida de la integridad debido al peligro de la torsión realizando un diseño adecuado del refuerzo necesario por torsión.

Esta práctica tiene como objetivo observar el tipo de falla que se presenta en una viga de concreto simple, y en una viga de concreto reforzado, sujetas a momento de torsión. Analizar la contribución del refuerzo en la resistencia a la torsión. Figura 6.



Figura 6. Ensaye de torsión en elementos de concreto

## ESTUDIOS ESPECIALIZADOS

Dentro de los estudios especializados que se pueden desarrollar en el Laboratorio de Materiales y en los cuales participan alumnos y académicos se encuentran:

- Pruebas de carga dinámica para elementos y sistemas estructurales como: torones, placas, losas, racks metálicos, etc
- Pruebas de flexión en sistemas piso a base de losacero, páneles estructurales, vigueta y bovedilla. Etc.
- Pruebas instrumentadas en diversos materiales como acero, concreto, resinas, etc
- Estudios no destructivos en estructuras de concreto para fines de identificación estructural
- Pruebas de vibración ambiental para determinar propiedades dinámicas de estructuras en sitio.
- Revisión e inspección de estructuras con equipo de laboratorio especializado con identificación de acero de refuerzo en concreto.
- Pruebas índice en estructuras de mampostería como: compresión, tensión diagonal, compresión en pilas y piezas solas, etc
- Estudios de desgaste, impacto, flexión, torsión, etc, en materiales
- Resistencias y Módulos elásticos en materiales
- Obtención de propiedades mecánicas de materiales diversos.

Este tipo de estudios contribuye a mejorar la vinculación de la Facultad de Ingeniería con el sector productivo, además de ser una fuente importante de temas de tesis para los alumnos.

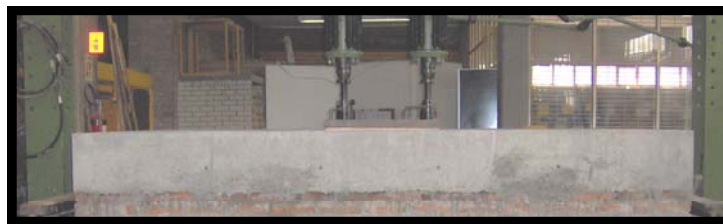
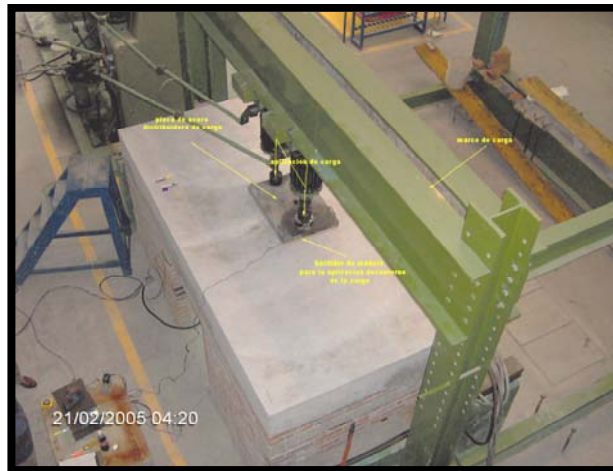


Figura 7. Ensaye de sistema de piso a base de losacero

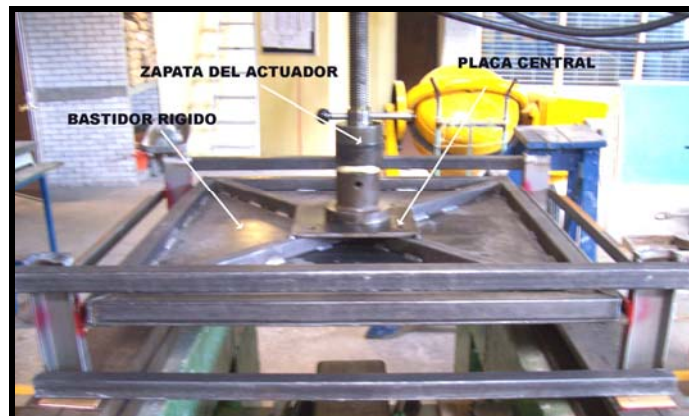


Figura 8. Ensayes dinámicos

## COMENTARIOS FINALES

El conocimiento profundo del concreto, no se logra por completo en las aulas, se requiere que los alumnos experimenten con sus propias manos en el laboratorio. El contacto directo con la fabricación, uso y manejo, control de calidad y tipos de falla, entre otros aspectos importantes, permitirá a los alumnos contar con elementos técnicos que de utilidad en la formación de su criterio ingenieril.