

## **ESTRUCTURAS I**

### **FUNDAMENTOS ESTRUCTURALES PARA PROYECTOS ARQUITECTONICOS**

#### **IV SEMESTRE**

#### **ARQUITECTURA**

#### **FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN**

## **OBJETIVO GENERAL DE LA MATERIA**

Asimilar los principios y conceptos básicos de los elementos y sistemas estructurales que intervienen en la ejecución de un proyecto Arquitectónico.

## **COMPETENCIAS QUE LOS ALUMNOS DEBEN ADQUIRIR:**

Analizar los sistemas estructurales presentes en proyectos de arquitectura para determinar el curso y forma de las fuerzas externas e internas y las posibles deformaciones de los elementos del sistema que estén expuestos a estas, de acuerdo a las propiedades del material utilizado y a la carga aplicada.

## **APLICACIONES DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA MATERIA**

- Manejo de unidades internacionales de medida
- Determinación de longitudes, áreas y volúmenes de elementos arquitectónicos y estructurales.
- Manejo de escalas matemáticas
- Conceptos estructurales básicos
- Representación de fuerzas
- Manejo de apoyos
- Calculo de reacciones
- Representación de diagramas de cortante y momento
- Conocimiento de sistemas estructurales permitidos en Colombia

## **CLASE 7: ESTRUCTURA ESTATICAMENTE DETERMINADA, FLEXIÓN DE VIGAS, DEFINICIÓN DE VULNERABILIDAD, AMORTIGUAMIENTO, RESONANCIA Y DERIVA**

Introducción: Teniendo en cuenta las propiedades estructurales de las edificaciones, las cuales podemos resumir de la siguiente manera:

- Propiedades Geométricas:
  - Coordenadas
  - Ángulos
  - Segmentos
  - Secciones transversales
- Propiedades Estáticas:
  - Cargas
  - Reacciones
  - Esfuerzos
- Deformaciones:
  - Desplazamientos lineales
  - Desplazamientos angulares
  - Desplazamiento de los soportes
- Constantes de los Materiales:
  - Módulo de elasticidad
  - Rigidez
  - Densidades
  - Coeficientes de cambio de volumen

Y las siguientes suposiciones básicas:

- Los materiales estructurales son:
  - Homogéneos
  - Isotópicos
  - Continuos
  - Siguen la Ley de Hooke
- Todas las deformaciones son pequeñas y no alteran significativamente la geometría de la estructura
- Todas las cargas son aplicadas gradualmente y el principio de superposición es válido
- Las constantes de los materiales son conocidas a partir de experimentación y son independientes del tiempo
- Los sistemas se encuentran en un estado de equilibrio estático.

Se realiza el análisis y modelación numérica de las estructuras, para lo cual revisaremos parámetros y procesos explicados en el segundo corte.

## TEMA 1: ESTRUCTURA ESTÁTICAMENTE DETERMINADA

### UTILIDADES DEL TEMA:

- Aprender a diferenciar y definir una estructura en equilibrio

Para establecer la determinación estática de una estructura, las redundantes, tomadas como las fuerzas internas más las reacciones en los apoyos, deben observar una de las siguientes dos definiciones:

- Estructura estáticamente determinada o isostática: Una estructura es estáticamente determinada si sus reacciones y fuerzas internas pueden ser determinadas a partir de las ecuaciones de equilibrio.
- Estructura estáticamente indeterminada o hiperestática: Una estructura es estáticamente indeterminada si sus reacciones y fuerzas internas no pueden ser computadas a partir de las ecuaciones de equilibrio y por lo tanto condiciones de deformación deben ser consideradas.

Las ecuaciones de equilibrio son:

- Sumatoria de fuerzas horizontales deben ser igual a cero  $\rightarrow \sum F_x = 0$
- Sumatoria de fuerzas verticales deben ser igual a cero  $\rightarrow \sum F_y = 0$
- Sumatoria de momentos en cualquier punto deben ser igual a cero  $\rightarrow \sum M_0 = 0$

También podemos encontrar estructuras hipostáticas o inestables.

Para el caso de vigas, las cuales son las únicas armaduras que tienen indeterminación externa, podemos definir su grado de indeterminación y clasificarlas, según las alternativas anteriores, con la siguiente formula:

$$GH = NR - NEE - NEC$$

Donde,

GH= Grado de Indeterminación

NR= Numero de reacciones

NEE= Numero de ecuaciones de la estática

NEC= Numero de ecuaciones de condición

Y remplazando cada variable, comparamos con las siguientes condiciones:

- $GH=0 \rightarrow$  Estructura Isostática
- $GH>0 \rightarrow$  Estructura Hiperestática

- $GH < \rightarrow$  Estructura Hipostática o Inestable

<https://prezi.com/xfrlg5ttaogi/analisis-de-estructuras-estaticamente-determinadas/>

<http://www.parro.com.ar/definicion-de-estructura+est%E1ticamente+determinada>

## TEMA 2: VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad está íntimamente relacionada con la sustentabilidad de las edificaciones, con el análisis de riesgo, las construcciones seguras y la gestión de beneficios y costos.

La vulnerabilidad de una edificación es el nivel de riesgo que una edificación tiene de recibir daños provenientes de amenazas humanas, naturales o tecnológicas. Las amenazas naturales que puede poner en riesgo a una edificación son: las inundaciones, los huracanes, los terremotos, los incendios, etc. Para reducir la vulnerabilidad de la edificación ante tales amenazas se debe de prevenir estas desde el momento que se esté realizando la construcción de la edificación, realizando varios estudios, ya sea de suelo, la resistencia de los materiales, etc. Generalmente estos estudios no son muy costosos.

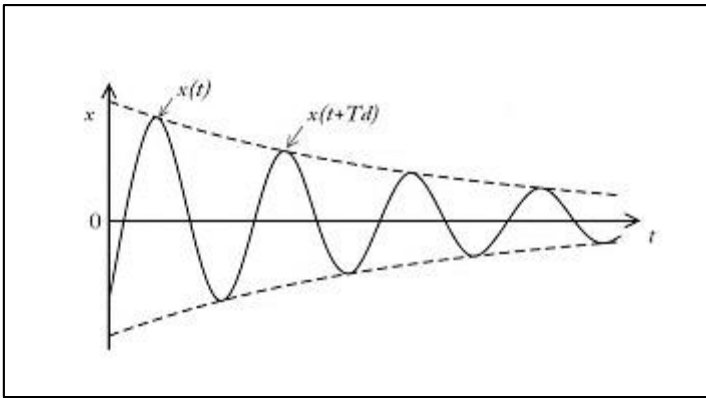


Estos garantizan la seguridad de las personas que compren la obra. Otro tipo de amenaza que pone en riesgo la edificación, son las producidas por el ser humano, ya sea que realice una operación inadecuada, que realice excavaciones cercanas, que descuide la obra, que arruine la construcción con equipos pesados, etc. La persona debe de tener en cuenta que tipos de elementos puede soportar la obra, y cuales garantizan la sustentabilidad de la edificación. Por último, existen amenazas tecnológicas que afectan la estructura como son los fallos de sistemas y componentes constructivos ya sea en el interior o por los alrededores de la edificación, originando el desgaste, el envejecimiento, y el deterioro de la obra. Todos los sistemas y los componentes utilizados en la construcción o los que estén en su alrededor, deben de ser periódicamente evaluados para no generar estos problemas en la obra.

Fuente: <http://www.arqhys.com/articulos/vulnerabilidad-edificios-edificaciones.html>

## AMORTIGUAMIENTO

El amortiguamiento o (fricción interna) es una de las propiedades más sensibles de materiales y estructuras, tanto a nivel macro como microscópico, siendo particularmente sensibles a la presencia de grietas y micro grietas. Es el fenómeno por el cual se disipa energía mecánica en un sistema (principalmente para la generación de calor y/o energía). La amortiguación determina la amplitud de la vibración en la resonancia y el tiempo de persistencia de la vibración después que culmina la excitación (ver figura abajo).



Además de la aplicación clásica en el estudio de los metales y la industria de la ingeniería (debido a la importancia de la amortiguación a la integridad estructural en el caso de los terremotos), la caracterización de la amortiguación también se está utilizando en el estudio del hormigón para la evaluación de daños y perjuicios. Por ejemplo, en caso de daños por choque térmico, stress mecánico inducido por el gradiente de temperatura hace que la nucleación y propagación de micro-grietas y fisuras que degradan las propiedades mecánicas del material determinando en gran medida su vida útil. La nucleación y evolución de estos micro-grietas y fisuras se puede controlar con la caracterización de la amortiguación, que aumenta debido a la fricción entre las paredes de estas grietas. Esta caracterización se utiliza también en el estudio de defectos en los materiales, control de la calidad y fortaleza de las soldaduras y de las juntas, en el análisis de daños a las máquinas industriales y motores, así como para la adecuación de salas acústica.

El amortiguamiento de un sistema o material sub-amortiguado puede ser clasificado de tres formas principales: interno, estructural y de fluidos. El interno se asocia con defectos en la microestructura, granularidad e impurezas del material y a efectos termo elásticos causados gradientes locales de temperatura. Ya el estructural se asocia con pérdidas de energía debidas a la fricción en las juntas, tornillos y juntas semi-rígido. Por último, el de fluido ocurre por la resistencia de fluidos es por medio de arrastre del fluido, por ejemplo, la conversión de la energía cinética de un péndulo de energía térmica para el aire.

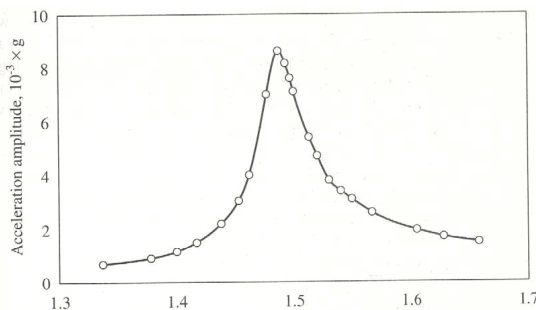
Hay varios métodos para determinar la amortiguación, que se puede lograr básicamente de dos maneras: a través de la duración de la respuesta a una excitación transitoria (por ejemplo, el método de decremento logarítmico empleados por las soluciones [Sonelastic®](#) rigiéndose por la norma ASTM E-1876), y en función de la respuesta del sistema en función de la frecuencia (ejemplo: método de la anchura de media banda de potencia). El método del decremento logarítmico calcula el amortiguamiento a partir de la atenuación de la respuesta acústica de los materiales o la estructura después de una excitación por impulso. El método de la mitad de ancho de banda calcula la potencia de amortiguación mediante el análisis de la frecuencia de la señal de vibración derivada de la relación entre el ancho de banda y frecuencia central de una resonancia. Ambos métodos consideran un modelo para los cálculos, por lo general el modelo de amortiguamiento visco elástico. La elección del método depende principalmente de la variedad de amortiguamiento y la frecuencia de la vibración.

### Tema 11. Amortiguamiento en estructuras con N GDL

- ✓ Se plantean en este tema los métodos experimentales para la medida de los factores de amortiguamiento modal usados en el análisis lineal de estructuras con amortiguamiento clásico, y las formas de generar matrices de amortiguamiento para análisis no lineal de estructuras o para el análisis lineal de estructuras con amortiguamiento no clásico.

#### 11.1. Medidas experimentales del amortiguamiento en estructuras

Edificio Millikan (Pasadena), estructura de 9 plantas de hormigón armado, instrumentada sismicamente con acelerómetros y sometida a test de vibración forzada para obtener sus propiedades dinámicas.



Estructura y espectro de respuesta en vibración forzada para la dirección E-O ( $T_1 = 1.49 \text{ Hz} = 0.67 \text{ s}$ )

## DERIVA

Las derivadas representan razones de cambio en su aspecto más simple; así pues, cada vez que prendes tu teléfono celular, cuando vez que un edificio resiste el embate del viento, la aguja que se mueve en el velocímetro del automóvil... todo eso son las derivadas funcionando.

A partir del cálculo diferencial se puede calcular formulas, como por ejemplo la fórmula del área de un triángulo  $b \times h / 2$ . Ahora existe otra cuestión fundamental, que es el hecho de que sirve para calcular velocidades; no solo de un cuerpo, sino que velocidades de crecimiento, decrecimiento, enfriamiento, separación, divergentes de fluidos, etc.; esto es algo fundamental para el estudio de poblaciones, de fluidos, etc.

Si metemos la física en nuestro Tema es muy similar al de la ingeniería (ingeniería es como física aplicada) pero a nivel un poco más teórico.

## EJEMPLO

La variación de la aceleración en función a la perdida de masa y el empuje en el despegue de un cohete.

Los corrimientos en frecuencia de la Luz que llega de las estrellas en función de lo largo que se encuentran (distancia) para ayudar a conocer su edad o esta misma su distancia.

Las derivadas tienen una aplicación muy práctica para la empresa. Es fundamental para el cálculo de máximos y mínimos de funciones. De esta forma si establecemos que los gastos de una empresa tienen forma de una función  $f$ , querremos saber cuál es el mínimo para poder evitar las máximas pérdidas.

Igualmente, si el precio en el mercado de un producto, atendiendo a la ley de oferta y demanda, es más barato cuanto más haya tendremos que calcular como sacar máximos beneficios.

Esta es una, tal vez la más utilizada, de las aplicaciones de las derivadas a la empresa.