

EL DISEÑO SISMORRESISTENTE EN LA FORMACION DEL INGENIERO CIVIL CON FINES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

**AUTORES: Ing. Francisco Calderín Mestre.
Ing. Zenaida Frómeta Salas.**

SANTIAGO DE CUBA
1995



Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales

RESUMEN.

El presente trabajo brinda una propuesta en lo referente a la formación profesional del ingeniero civil (pre y post- grado) que sin llegar a ser una modificación del plan de estudios permite que el estudiante logre la adquisición de conceptos fundamentales indispensables para enfrentar el proyecto, la construcción, la reparación y el mantenimiento de las obras civiles construidas en zona sísmica; así como pretende de alguna manera continuar en postgrado esta tarea.

Todo lo antes planteado permite la introducción del lenguaje técnico asociado a la ingeniería de desastre incluyendo conceptos tales como riesgo sísmico, manejo sísmico, mitigación vulnerabilidad y otros indispensables para la comunicación entre profesionales. La propuesta permite la utilización consciente de la norma de diseño sísmica vigente, criterios de estructuración y otros que redundarán seguridad y economía en las construcciones civiles.

INTRODUCCION.

Debido a la importancia que reviste para nuestro país o para cualquier otro la profesionalización en materia de prevención y control de desastres y refiriéndonos en específico a la acción de un evento sísmico consideramos necesario trazar una estrategia adecuada en la formación de los ingenieros civiles que tenga en cuenta diferentes etapas tales como:

- La culminación de sus estudios dentro de la carrera con un perfil amplio adecuado.
- Realización del adiestramiento laboral.
- La existencia de una etapa posterior dirigida a la formación del especialista.

Considerando lo antes expuesto la comisión de carrera de Ingeniería Civil elaboro el plan de estudio " C " en el año 1990 que define, entre otras cosas, el modelo del profesional.

Tomando en cuenta la sismicidad de la región en que nos encontramos (zona oriental del país, Santiago de Cuba) resulta de gran importancia incluir dentro de este modelo una serie de aspectos que preparen al profesional, con vista a proyectar, construir, reparar y mantener las construcciones aplicando los principios del diseño antisísmico de manera tal, que sea capaz de garantizar una confiabilidad adecuada de las obras viales y estructurales ante futuras acciones sísmicas. Esto requiere indudablemente de informarlos educarlos y entrenarlos en la aplicación de los principios del diseño antisísmico a fin de mitigar los efectos dañinos de los terremotos.

En el actual plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil quedan definidos claramente dos niveles de preparación del ingeniero:

- Nivel de pregrado.
- Nivel de post-grado.

En este trabajo se hace una propuesta de un programa director encaminado a preparar a los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Civil en una serie de conocimientos básicos necesarios para la adquisición de una formación elemental con respecto al fenómeno sísmico así como también pretendemos dar algunas recomendaciones dirigidas a garantizar la continuidad en la profundización de estos conocimientos en la etapa de post-grado en función de la actividad laboral que el mismo realiza.

DESARROLLO

El plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil se propuso cinco objetivos fundamentales dentro de sus proceso de perfeccionamiento.

Uno de los cuales plantea :

Ampliar el perfil profesional de los planes anteriores "B" en las especialidades de Obras Estructurales y Obras Viales buscando un solo perfil del ingeniero donde se considere las habilidades fundamentales de la profesión vinculadas a ambas esferas de actuación para enfrentar los problemas más generales y frecuentes de la proyección y construcción así como la preparación necesaria para resolver los problemas territoriales que existan.

Es conocido que las nuevas regulaciones del Ministerio de Educación Superior permiten que los centros de Educación Superior puedan variar su plan de estudio en un 10% del total del fondo de tiempo previa autorización del Rector precisamente en esto se ampara nuestra propuesta de lo que llamaremos Programa Director para el Diseño Antisísmico.

Consideramos necesario primeramente dar un bosquejo general sobre el estado actual de impartición en relación con la temática referente al sismo.

En pregrado se ha abordado el análisis de la carga sísmica en asignaturas tales como:

Modelación Mecánica de las Estructuras Isostáticas de segundo año de Ingeniería Civil, donde se aborda lo referente al cálculo de las acciones sísmicas mediante el uso de la norma NC 53-114:84 Construcciones Sismo - Resistentes la cual establece las especificaciones de proyecto y los métodos de cálculo de edificios y otras obras a fin de garantizar la seguridad de las mismas.

Aplicándose a partir de este momento al Análisis Estructural en todos los proyectos de la asignaturas donde es necesario analizar y determinar las cargas actuantes.

Aunque la norma cubana vigente que establece los métodos de cálculo para las obras de Hormigón Armado NC 53 - 39:89 no incluye los principios generales del cálculo antisísmico, estos se han tenido en las asignaturas referentes las disciplinas Proyecto, Diseño y Construcción de Obras Estructurales algunas recomendaciones y especificaciones para el diseño de vigas y columnas. Esto se ha podido realizar aplicando los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas por los docentes de nuestro departamento sobre la base del estudio y la profundización en los códigos y reglamentos Internacionales.

Además se ha realizado numerosos trabajos de diploma en los cuales se abordan temáticas relacionadas con el problema sísmico incluyendo la vulnerabilidad.

Puesto que nos encontramos en condiciones de dejar claras las acciones y decisiones que competen a los futuros ingenieros proponemos el siguiente programa director:

Objetivos que se pretenden alcanzar. Formar un ingeniero de base que resuelva los problemas mas frecuentes y generales del proyecto, construcción, mantenimiento y conservación de las obras de construcción en zona sísmica de forma tal que estos tengan los conocimientos hábitos y habilidades necesarios para ser eficientes en su actividad sin convertirlos en especialistas.

Preparación de los estudiantes:La preparación en el campo de la ingeniería sísmica debe garantizar que los mismos al graduarse sean capaces de resolver con la mayor eficiencia los problemas vinculados con su esfera profesional y referidos a la prevención control y mitigación de desastres ante la acción de un evento sísmico.

Cuando se analiza la incorporación del análisis sísmico dentro del plan de estudio de la carrera no debe considerarse esto como una simple adición de un conjunto de conocimientos sino que se requiere efectuar un análisis integral que de seguro implicara cambios en contenido enfoque y métodos de impartición de algunas asignaturas. Esto por su puesto debe estimular el desarrollo intelectual de los estudiantes y crear hábitos de investigación científica. Resulta claro que materializar estas ideas en un programa director no es fácil y en todo caso solo se lograrán resultados parciales de primera instancia. Aunque nos proponemos con este programa la introducción de Diseño Sísmico, se deben preparar condiciones para lograr metas superiores en el plan de estudio " C ".

PROGRAMA DIRECTOR PARA EL DISEÑO ANTISISMICO.

El programa se propone comenzar a partir del segundo año de la carrera por:

Segundo Año. Primer Semestre.

Objetivo. 1. Calcular la carga sísmica para los diferentes tipos de naves industriales partir del conocimiento del fenómeno sísmico, su importancia y consecuencias aplicando la norma de construcciones sismo-resistentes vigente en el país.

Asignatura donde se implementaría: Modelación Mecánica de las Estructuras Isostáticas.

Objetivo. 2.a) Conocer los principios fundamentales de la Mecánica para la solución de problemas por métodos energéticos y operacionales dentro del campo de aplicación a problemas donde son válidas las leyes de Newton.

Objetivo. 2.b) Conocer los parámetros fundamentales del comportamiento de los sistemas masa-resorte libre, amortiguado y forzado para diferentes condiciones de amortiguamiento.

Vincular los conceptos anteriores al análisis de las estructuras fundamentalmente en lo referente a la modelación de la acción sísmica.

Asignatura donde se implementaría: Mecánica oscilaciones y ondas.

Segundo Año. Segundo Semestre. - Tercer Año. Primer Semestre

Objetivo. 3. Diseñar y revisar elementos estructurales de Hormigón Armado sometidos a flexión simple y flexión compuesta.

En este caso se diseñaran estructuras que sean capaces de resistir sismos tomando en cuenta el comportamiento dinámico de los materiales de construcción y disponiendo el detallado del elemento de manera apropiada para lograr un comportamiento adecuado ante la acción sísmica. Comportamiento de las estructuras de hormigón. Ductilidad disponible en los elementos de hormigón. Métodos de diseño de vigas y columnas de hormigón.

Asignatura donde se implementaría: Diseño y Construcción de Elementos de Hormigón, Diseño de Hormigón Estructural I.

Objetivo. 4. Diseñar y revisar cimentaciones superficiales aisladas, corridas y muros de sostenimiento de tierras. atendiendo a criterios. Geotécnicos y Estructurales.

Proponemos describir las propiedades de los suelos y los diferentes tipos de cimentaciones que intervienen en el análisis sísmico de las mismas e informar sobre los problemas mas comunes que se deben considerar al realizar el análisis sísmico de las cimentaciones.

Objetivo. 5. Proponemos se incluya lo siguiente: Profundizar en el análisis de las estructuras ante cargas laterales incluyendo métodos exactos y simplificados de análisis de pórticos planos, sistemas pórticos-típanos y muros de cortante. Introducir el análisis espacial de estructuras sometidas a la acción sísmica. Realizar el control de desplazamientos.

Asignatura donde se implementaría: Análisis Estructural. Diseño y Construcción de Cimientos y Muros.

Objetivo. 6. Proponemos se incluya el diseño sísmico de estructuras de acero, comportamiento de la estructuras metálicas ante los sismos, miembros estructurales, uniones y control de desplazamientos.

Asignatura donde se implementaría: Estructuras metálicas.

Cuarto Año, Primer Semestre

Objetivo. 7. Realizar el diseño sísmico de estructuras con muros de mampostería. Aplicación de la nueva norma sísmica. Estructuración y refuerzos.

Asignatura donde se implementaría: Estructuras y Sistemas Constructivos.

Objetivo. 8. Evaluar la capacidad sísmica de la estructura. Criterios de reparación y refuerzo de estructuras de hormigón, metálicas y de mampostería dañadas por los sismos.

Asignatura donde se implementaría: Reparación y Mantenimiento de Edificaciones.

Cuarto Año, Segundo Semestre.

Realizar el diseño sísmico para diferentes sistemas estructurales, así como efectuar el análisis sísmico para puentes de hormigón armado.

Asignatura donde se implementaría: Proyecto y Construcción de Obras Estructurales de Hormigón. Diseño y Construcción de Puentes y Obras de Fábrica.

Quinto Año.

Realizar trabajos de diploma referentes a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y otros.

Se propone incorporar la asignatura Dinámica y Estabilidad de las Estructuras que pueden ser parte del plan de estudio o como asignatura facultativa.

POST - GRADOS

Impartir cursos de Ingeniería sísmica así como profundizar en los aspectos señalados para los profesionales de la construcción con el objetivo de crear en los mismos una cultura y preparación en lo referente al análisis sísmico.

Algunos temas que se proponen son:

- Análisis dinámico y estático de estructuras.
- Diseño sísmico de cimentaciones.
- Diseño sísmico de edificios.
- Riesgo sísmico y selección de temblores para el diseño.

CONCLUSIONES

Como puede apreciarse los aspectos tratados en esta propuesta de programa tratan de enfatizar el sistema de conocimientos inicialmente a lo conceptual más que los procedimientos lo que por supuesto en el proceso de enseñanza exige por parte del profesor un mayor esfuerzo, que al final no se será derrochado ya que se desea formar profesionales que no sean usuarios de las técnicas más avanzadas sino individuos capaces de pensar y tomar decisiones.

Aunque para algunos, el programa parezca algo extenso y abarcador nuestra intención es inculcarle la esencia del diseño sismorresistente y formar profesionales preparados para afrontar las tareas de mitigación y riesgo sísmico y capaces de actuar de forma consecuente ejecutando las acciones correspondiente y necesarias para evitar en lo posible el daño de las estructuras ante la actuación de un evento sísmico.

BIBLIOGRAFIA

Grases G. José. "Mitigación del peligro sísmico. Acciones y lecciones recientes. XX Convención UPADI 88, Cuba, 1988.

Urbina Luigi Luis. "Prevención y Control de desastres." XX Convención UPADI 88, Cuba, 1988.

Plan Comunal de emergencia. Comisión Nacional de Emergencia. San José, Costa Rica. 1993

López O. "Los estudios de Post-grado en ingeniería sismorresistente en Venezuela." V Conferencia de Ingenieros y Arquitectos, 1986.

"XV Curso Internacional de Ingeniería Sísmica." División de Educación Continua. Facultad de Ingeniería de la UNAM, 1989. México.

"Plan de Estudio de la Carrera de Ingeniería Civil." Ministerio de Educación Superior. La Habana. 1990