

EL RETO DE DINÁMICA ESTRUCTURAL

INSTITUTO DE INGENIERÍA



**SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL
-LABORATORIO ITINERANTE-**



REGLAMENTO DE LA COMPETENCIA DE MODELOS DE EDIFICIOS EN MESA VIBRADORA

1. Introducción

El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM) se ha enfocado en la investigación, desarrollo y divulgación de conocimientos para la innovación de México y su ingeniería. Uno de los objetivos del proyecto Laboratorio Itinerante (LabIt) es la divulgación del conocimiento a partir de la explicación activa de conceptos básicos de dinámica estructural, por lo cual se llevará a cabo el primer concurso denominado “Reto de dinámica estructural”, evento que invita a las y los estudiantes a participar construyendo un modelo de un edificio, con la finalidad de que éste tenga un periodo de vibrar predefinido.

2. Objetivos

- ❑ Promover el estudio de la ingeniería estructural en las y los estudiantes de ingeniería y carreras afines.
- ❑ Fomentar competencias basadas en el respeto, donde las y los participantes demuestren sus habilidades técnicas y conocimientos teóricos en ingeniería estructural.
- ❑ Mostrar a los asistentes el comportamiento de modelos físicos con diferentes configuraciones estructurales, con el fin de mostrar sus respuestas ante diferentes acciones dinámicas.
- ❑ Reconocer la importancia de llevar a cabo una adecuada estructuración en los edificios, así como la correcta modelación y análisis.

3. Participantes

- ❑ Podrán participar todos los estudiantes inscritos en el área de las ingenierías y afines.
- ❑ La competencia deberá contar con un mínimo de 3 equipos inscritos para llevarse a cabo.
- ❑ Cualquier situación no prevista dentro del presente reglamento será atendida por el comité organizador.

4. Inscripciones

Publicada la convocatoria, las inscripciones se realizarán a través del formulario electrónico <https://forms.gle/f4YGeDnp1N9JN9bA7>. Para tener acceso al formulario, copie la liga y péguela en su buscador de preferencia.

Los equipos concursantes deberán de cumplir con los siguientes puntos para poder inscribirse:

- ❑ El equipo estará conformado por un mínimo de tres participantes y un máximo de cinco.
- ❑ Llenar y enviar el formulario de inscripción (en forma digital).

- ❑ Se establece como fecha límite de inscripción el día **05 de junio de 2025 a las 23:59 hrs.** Sin excepción no se inscribirán equipos después de esta fecha.

5. Materiales

❑ Sistema estructural

El material con el cual deberá estar constituido el modelo será responsabilidad del equipo inscrito; sin embargo, deberá respetar las restricciones plasmadas en el punto 6, así como no pesar más de 30 kg.

❑ Placa base

- Madera de pino de tercera, triplay o triplay de construcción con un espesor de 1.9 cm (3/4”), con dimensiones de 50x40cm.
- Para el sistema de anclaje del modelo del edificio con la base se recomienda utilizar escuadras de metal de una pulgada (Figura 1).



Figura 1. Escuadra metálica profesional de 1 pulgada.

6. Especificaciones técnicas y características del edificio

❑ Características geométricas del edificio

- Se requiere un edificio de tres niveles de planta rectangular. La estructura deberá contar con tres crujiás en dirección longitudinal (dirección x) con claros de 10 a 15 cm y dos crujiás en dirección transversal (dirección y) con claros de 10 a 15 cm (Figura 2). El edificio puede tener una longitud mínima de 30 cm por lado o dimensiones máximas de 45x30 cm.

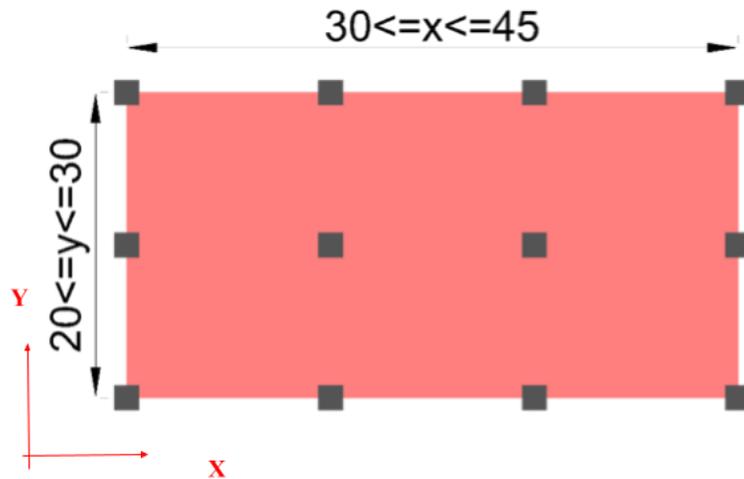


Figura 2. Ejemplos de planta tipo. (Dimensiones en cm)

- La altura total del edificio deberá estar entre los 45 a 60 cm, con una tolerancia de ± 0.5 cm, los elementos estructurales deberán contenerse dentro de las dimensiones de la planta. No se permite exceder las dimensiones fijadas, ver Figura 3.
- La altura de cada entrepiso deberá estar entre los 15 y 20 cm.
- Es obligatorio incluir sistemas de piso, ya que sobre estos se colocarán los sensores para la medición de la respuesta en términos de aceleración.

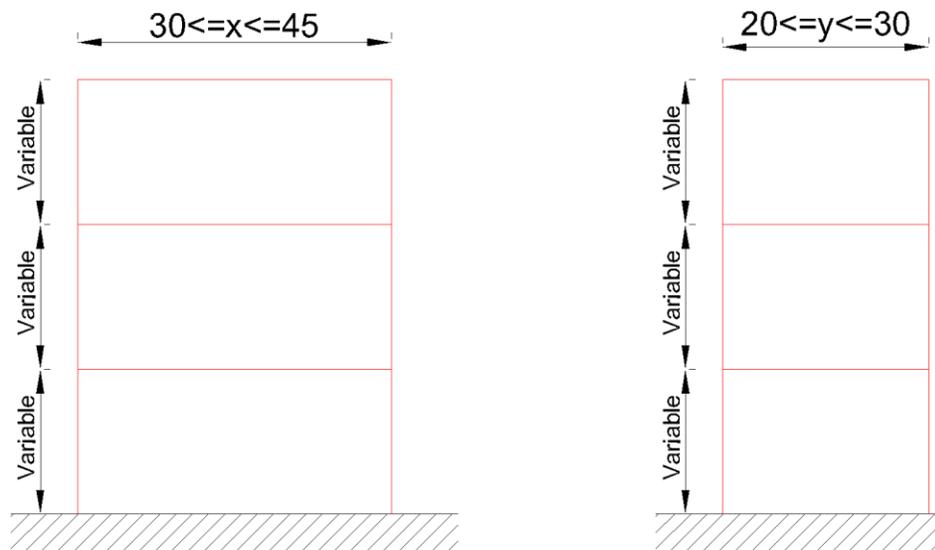


Figura 3. Vistas en elevación del edificio. (Dimensiones en cm)

7. Recepción de los trabajos

I Primera etapa: entrega del proyecto estructural y modelo analítico

La entrega del proyecto estructural y modelo analítico se realizará de manera electrónica subiendo la información a la "nube". Se enviará la liga para subir la información una vez recibido el formato de inscripción. **La fecha límite para realizar esta entrega será el 06 de junio de 2025.** Para ello se habilitará una carpeta especial con acceso a los miembros del comité organizador y del jurado calificador. Se deberá entregar en esta etapa la siguiente información:

- Presentación del trabajo, la cual incluirá una síntesis del trabajo realizado por el equipo participante, así como la presentación de cada miembro del equipo y la institución a la que pertenecen.
- Descripción de la estructuración, la cual debe incluir los elementos estructurales empleados. También se deben incluir las dimensiones y características de las secciones de los elementos estructurales.
- Consideraciones para el análisis estructural, que incluya el análisis modal del edificio tridimensional. El análisis se podrá realizar en cualquier programa comercial o en hojas de cálculo. En este punto se espera que se determine el periodo del primer modo de vibrar del edificio.
- Proceso constructivo del edificio, el cual debe resumir las etapas de construcción del modelo del edificio. Este punto debe incluir fotografías del proceso de construcción.
- Memoria de cálculo en formato PDF, la cual deberá incluir los cuatro puntos mencionados anteriormente. Se deberán indicar de manera explícita los periodos de vibrar del modelo analizado.
- Modelo matemático, el cual puede ser generado en algún software comercial para verificar lo reportado en la memoria de cálculo.

I Segunda etapa: entrega del modelo a escala del edificio

- **La entrega del edificio y el reporte impreso será el 06 de junio de 2025 en un horario de 10:00 a 14:00 horas, en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Estructural del Instituto de Ingeniería de la UNAM,** mismos que serán recibidos por integrantes del comité organizador. Una semana antes de las pruebas se enviará información a los equipos participantes de los puntos de encuentro para llegar a la sede del evento.
- En la entrega-recepción del edificio, éste será inspeccionado y medido, se verificará que las condiciones de éste sean las indicadas en el presente documento. Todo edificio que no cumpla con alguna de las limitantes mencionadas en el apartado de diseño y materiales, descritos en los lineamientos del concurso, será retirado del concurso con el

aval de los miembros del comité organizador. **Sin excepción, ningún edificio será recibido después de la fecha y horario indicados.**

8. Ensaye de los edificios

Los ensayos se llevarán a cabo el día **09 de junio de 2025 en un horario de 15:00 a 16:00 horas**. Los edificios serán ensayados de acuerdo con el número de equipo asignado en la entrega-recepción correspondiente y se continuará en orden ascendente.

Una vez concluidas las pruebas, el responsable técnico de cada equipo firmará de conformidad el veredicto que se emita al término del concurso cuya aprobación serán irrevocable.

9. Criterios de evaluación

La puntuación total de cada equipo concursante se determinará a partir de la suma algebraica de cada uno de los puntajes obtenidos en los siguientes conceptos:

- Estimación del periodo fundamental de vibrar (**50 puntos**)
- Memoria de cálculo y modelo matemático (**35 puntos**)
- Respuesta dinámica (**15 puntos**)

La suma de los tres conceptos es 100 puntos. Los cálculos de cada puntaje se harán con una hoja de cálculo. Los tres equipos con mayor puntaje serán los ganadores.

■ Estimación del periodo fundamental de vibrar

Para evaluar este criterio se medirá el periodo de vibrar del edificio bajo las condiciones de carga y dirección mostrada en el Figura 4. El periodo obtenido de forma experimental será comparado con el periodo solicitado en la presente convocatoria. La calificación para este concepto se obtendrá de la siguiente manera:

$$E_p = 50 \left[1 - \frac{|T_{sol} - T_i|}{T_{sol}} \right]$$

Donde:

E_p es el puntaje por estimación del periodo fundamental de vibrar.

T_{sol} es el periodo fundamental solicitado, en segundos que es igual a **0.3 (s) en dirección y**.

T_i es el periodo fundamental del edificio medido el día de la prueba y en la dirección de análisis, en segundos.

El puntaje máximo de este concepto será de 50 puntos.

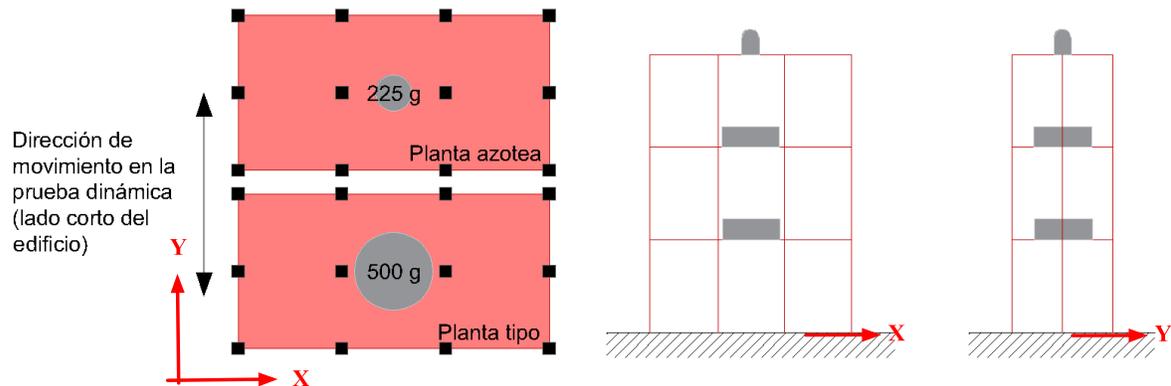


Figura 4. Esquema de colocación de masas y acelerómetro.

1 Memoria de cálculo y modelo analítico

Se evaluará la calidad del proyecto escrito, haciendo énfasis en la presentación, sintaxis y coherencia en la redacción (15 puntos). La memoria de cálculo deberá presentar el cálculo correspondiente a los elementos estructurales, así como los esquemas con dimensiones de cada elemento que conforma la estructura (10 puntos). Se deberá presentar la tabla de resultados de los modos de vibrar de la estructura (10 puntos).

Relacionado al modelo matemático se podrá utilizar cualquier software comercial, en este se evaluará el mallado del modelo, condiciones de frontera, entre otros elementos.

1 Respuesta dinámica

Se evaluará que el edificio soporte dos masas de 500 g que se colocarán en los pisos uno y dos del modelo, y una tercera masa de 225 g correspondiente al acelerómetro que se colocará en la planta superior del edificio (Figura 5). La presencia de daño estructural después de las pruebas corresponderá a la disminución de la puntuación máxima para este concepto (15 puntos).

Se realizará el ensaye del modelo de acuerdo con el orden establecido, la prueba constará de la implementación de tres señales senoidales, cuyas características se presentan en la Tabla 1. La obtención de la frecuencia y el periodo fundamental de cada modelo se obtendrá con ayuda del acelerómetro colocado en la planta de azotea del modelo. Los resultados obtenidos con el acelerómetro serán presentados en tiempo real por el comité organizador. Al finalizar las pruebas el asertor técnico del equipo firmará de conformidad la hoja de resultados obtenidos durante las pruebas.

Para las pruebas dinámicas, se empleará la mesa vibradora desarrollada por el LabIt.

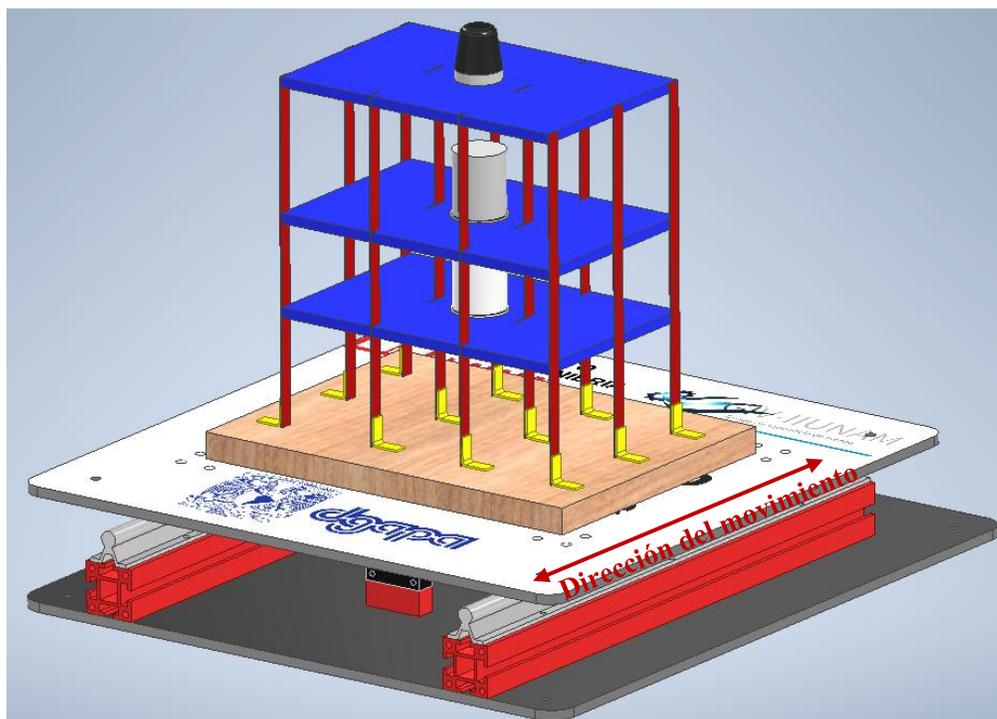


Figura 5. Esquema de colocación de masas y acelerómetro para pruebas dinámicas.

Tabla 1. Características de las señales senoidales

Prueba	Amplitud (mm)	Frecuencia (Hz)	Tiempo efectivo de señal (s)
1	1	7.15	60
2	12	1.88	60
3	4.4	3.38	60

10. Penalizaciones

Posteriormente de haber sometido los edificios a la prueba dinámica se realizará una meticulosa revisión del espécimen para determinar que el equipo participante no incurrió en ninguna violación de las reglas del concurso, dicha revisión podría incluir pruebas destructivas al espécimen.

Además, será motivo de descalificación para aquellos equipos que no cumplan con cualquiera de los requerimientos especificados en la presente convocatoria.



El comité organizador, junto con el jurado calificador, se reservan el derecho a hacer modificaciones eventuales a lo programado según los requerimientos de la competencia. El comité organizador podrá emitir cambios a los lineamientos y especificaciones técnicas con el aviso correspondiente a los equipos inscritos.

11. Jurado

El jurado estará conformado por distinguidos expertos en ingeniería estructural, que determinarán cada puntaje de los criterios de evaluación. Este jurado se dará a conocer oportunamente. El fallo que el jurado determine será inapelable. Cualquier punto no especificado en estas bases quedará a consideración del jurado y del comité organizador.

El jurado hará las revisiones y aprobaciones necesarias para cada edificio al final de las pruebas. El jurado tendrá derecho a inspeccionar minuciosamente cualquier parte de la estructura para corroborar que el edificio cumpla con los lineamientos establecidos en este documento.

12. Premiación

Se otorgará un presente y un diploma a los tres primeros lugares de la competencia.

13. Informes

Las dudas, consultas o aclaraciones con respecto al concurso y/o al presente documento deberán formularse por escrito (ser claras, precisas y específicas) y podrán ser enviadas al correo electrónico: apozose@iingen.unam.mx.

-LABORATORIO ITINERANTE-

“Ustedes ponen el interés y nosotr@s les llevamos el Laboratorio Itinerante”