

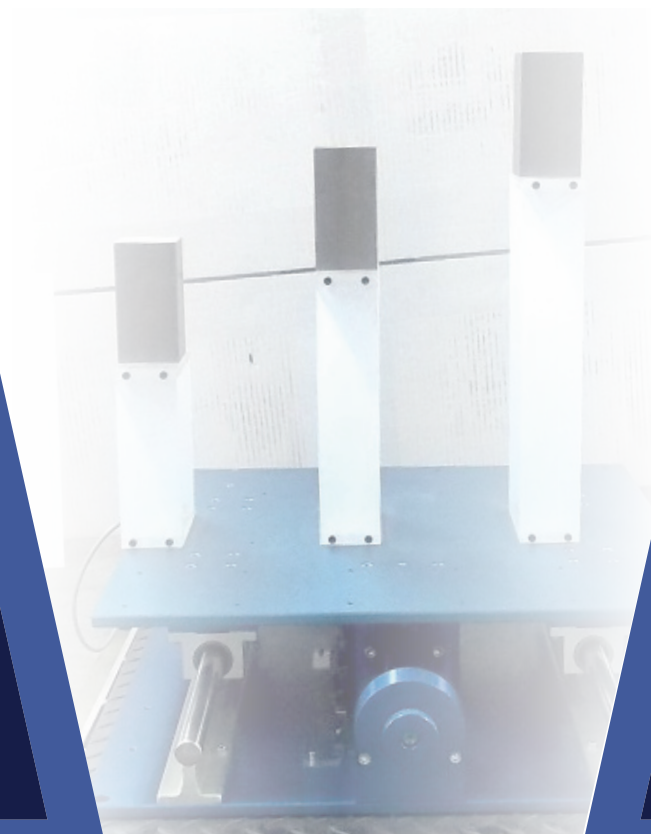


UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# EXPERIMENTOS CON SISTEMAS DE UN GRADO DE LIBERTAD Y SU COMPARACIÓN CON PREDICCIONES ANALÍTICAS



## MANUAL DEL ESTUDIANTE

**PIE**

Programa de  
Ingeniería Estructural

San José, Costa Rica

Preparado por:

Ing. Pablo Agüero Barrantes, M.Sc.

Unidad de Puentes

Este manual es material de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR. Mediante el experimento se busca mejorar la comprensión del comportamiento dinámico de estructuras de edificaciones y puentes, por parte de estudiantes y profesionales en ingeniería civil de Costa Rica. Se busca cumplir con las obligaciones conferidas al LanammeUCR y estipuladas en el artículo 6 de la ley No. 8114 con respecto a la ejecución de actividades de transferencia tecnológica para ingenieros y de investigación.

El Programa de Ingeniería Estructural está conformado por:

Ing. Pablo Agüero Barrantes, M.Sc

Ing. Sergio Álvarez González

Ing. Mauricio Araya Con

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D, Coordinador General del Programa de Ingeniería Estructural

Ing. Hellen Garita Durán

Ing. Sergio Lobo Aguilar, Ph.D

Ing. María José Rodríguez Roblero, Ph.D

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas

Ing. Esteban Villalobos Vega, M.Sc, Coordinador de la Unidad de Puentes

Julio, 2019.

## TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	4
2. Introducción	4
3. Especificaciones de la mesa vibratoria	4
4. Procedimiento experimental	5
5. Referencias	5

## 1. RESUMEN

Este manual del estudiante contiene instrucciones para realizar un experimento con sistemas de un grado de libertad. El objetivo final es que el estudiante debe realizar las predicciones analíticas y luego comparar los resultados utilizando la mesa vibratoria.

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente documento se basa en el informe Experimento con sistemas de un grado de libertad y su comparación con predicciones analíticas - Manual del estudiante (LM-PI-UP-08-2013) que se encuentra en este enlace.

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1529>

Este manual abarca los pasos necesarios para ejecutar el experimento utilizando la mesa vibratoria. Se presenta información básica sobre el equipo a utilizar y se explica cómo determinar las propiedades de los modelos de un grado de libertad. El manual finaliza explicando cómo determinar los periodos de vibración en resonancia de los modelos utilizando la mesa vibratoria.

## 3. ESPECIFICACIONES DE LA MESA VIBRATORIA

La “Shake Table II” de Quanser es una mesa vibratoria portátil uniaxial (desplazamiento longitudinal en una dirección), la cual es controlada mediante computadora (Ver Figura 1). Esta es efectiva para una amplia variedad de experimentos que incluyen estructuras de ingeniería civil. Las especificaciones técnicas de la mesa se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especificaciones técnicas de la mesa vibratoria Shake Table II de Quanser

Especificación	Valor
Sobrecarga de diseño a 2,5 g	75,8 N
Aceleración pico	2,5 g
Rango de frecuencia	0 – 20 Hz
Velocidad pico	664,9 mm/s
Dimensiones de la mesa	457 mm x 457 mm
Desplazamiento	$\pm 76$ mm
Peso de la mesa	267,5 N

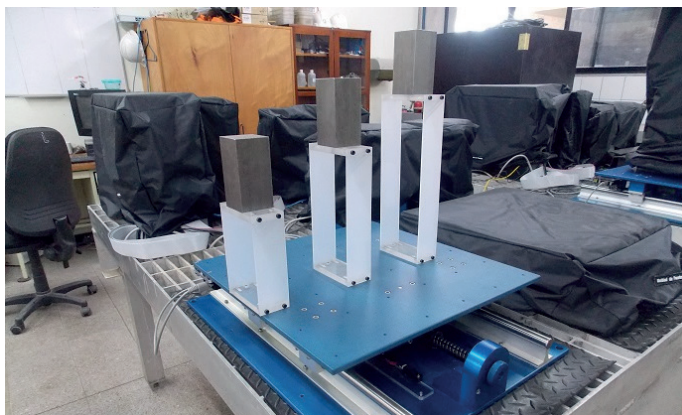


Figura 1. Mesa vibratoria con modelos de un grado de libertad

## 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Esta sección explica el procedimiento experimental con los modelos de un grado de libertad y la mesa vibratoria.

### 4.1 Propiedades del modelo

#### 4.1.1. Propósito

Esta sección explica cómo determinar las propiedades teóricas de los modelos de un grado de libertad.

#### 4.1.2. Materiales

1. Modelos de un grado de libertad
2. Balanza
3. Regla
4. Vernier
5. Mesa para ensayos a escala con accesorios

#### 4.1.3. Procedimiento

1. Determine la masa que se colocará en cada modelo utilizando la balanza.
2. Mida y registre la geometría del modelo, utilizando regla y vernier.
3. Utilice los datos anteriores para calcular la frecuencia y el periodo natural teóricos de cada uno de los modelos. Utilice los datos del cuadro 2.

### 4.2. Experimento para determinar los periodos naturales de los modelos

#### 4.2.1. Propósito

El propósito de este ejercicio es determinar los periodos naturales de los modelos de un grado de libertad.

#### 4.2.2. Equipo

1. Modelos de un grado de libertad
2. Mesa vibratoria

#### 4.2.3. Procedimiento

1. Coloque los modelos en la mesa de forma que no puedan tener contacto entre sí.
2. Coloque las masas sobre los modelos y atornille.
3. Configure en la computadora una vibración sinusoidal con una amplitud máxima de 3 mm y un periodo de oscilación de un segundo. Importante: amplitudes mayores que 3 mm pueden dañar los modelos.
4. Active el movimiento de la mesa y varíe el periodo (el dato de entrada de la mesa es frecuencia, el inverso del periodo) hasta que alguno de los modelos experimente resonancia. Importante: NO variar la amplitud.

## 5. REFERENCIAS

- Chopra, A. K. *Dynamics of structures. Theory and applications to earthquake engineering*. Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2001.

Cuadro 2. Propiedades de los materiales del modelo

Propiedad	Unidad	Acero	Acrílico (Panacril)
Gravedad específica (Y)	kN/m <sup>3</sup>	76,82	19,1
Módulo de elasticidad (E)	MPa	210000	2800



LanammeUCR

---

**LABORATORIO NACIONAL**  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

 **11501-2060 San José, Costa Rica**

 **(506) 2511-2500**

 **direccion.lanamme@ucr.ac.cr**

 **www.lanamme.ucr.ac.cr**

**Centro de Transferencia Tecnológica**

*Experimentos con sistemas de un grado de libertad  
y su comparación con predicciones analíticas. Manual del estudiante.*

*Diagramación y diseño: Daniela Martínez Ortiz*

*Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana*

*Julio, 2019*

**UCR**