

# IDENTIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS PROPIEDADES MODALES DE LAS GRADAS EXTERIORES DEL PABELLON PODEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA BAJO CARGA RITMICA PEATONAL



Javier Naranjo Pérez, Universidad de Sevilla

Nicolás González Gómez, Universidad de Málaga

Javier Fernando Jiménez Alonso, Universidad de Sevilla

Felipe García Sánchez, Universidad de Málaga



Área de Mecánica de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación

**Universidad de Málaga**

**6 Junio 2018**

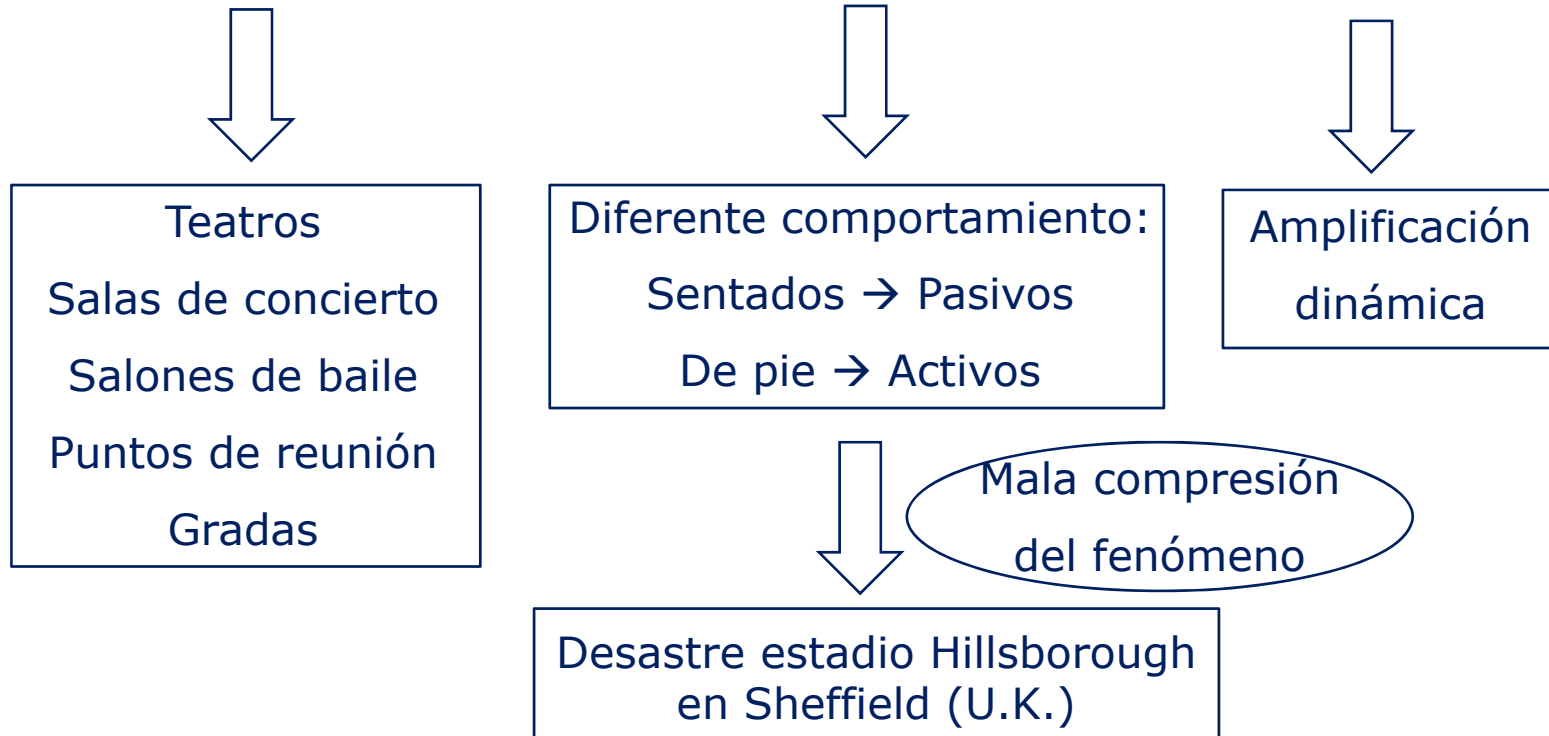


## Tabla de Contenidos

- I. Introducción.
- II. Análisis Modal Operacional
- III. Identificación de Parámetros
- IV. Optimización
- V. Descripción Ensayo
- VI. Resultados Análisis Modal Operacional
- VII. Conclusiones.

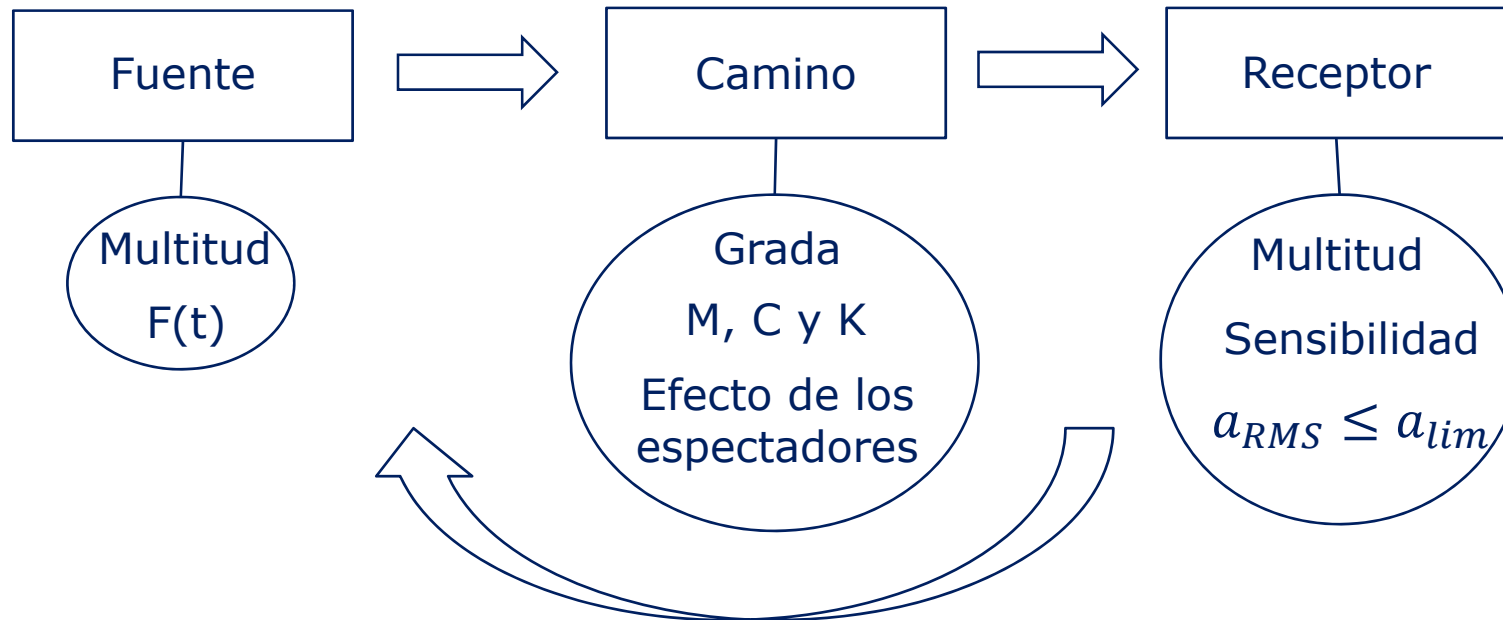
## Introducción

Estructuras de "reunión" → Numerosos Ocupantes → Grandes Cargas

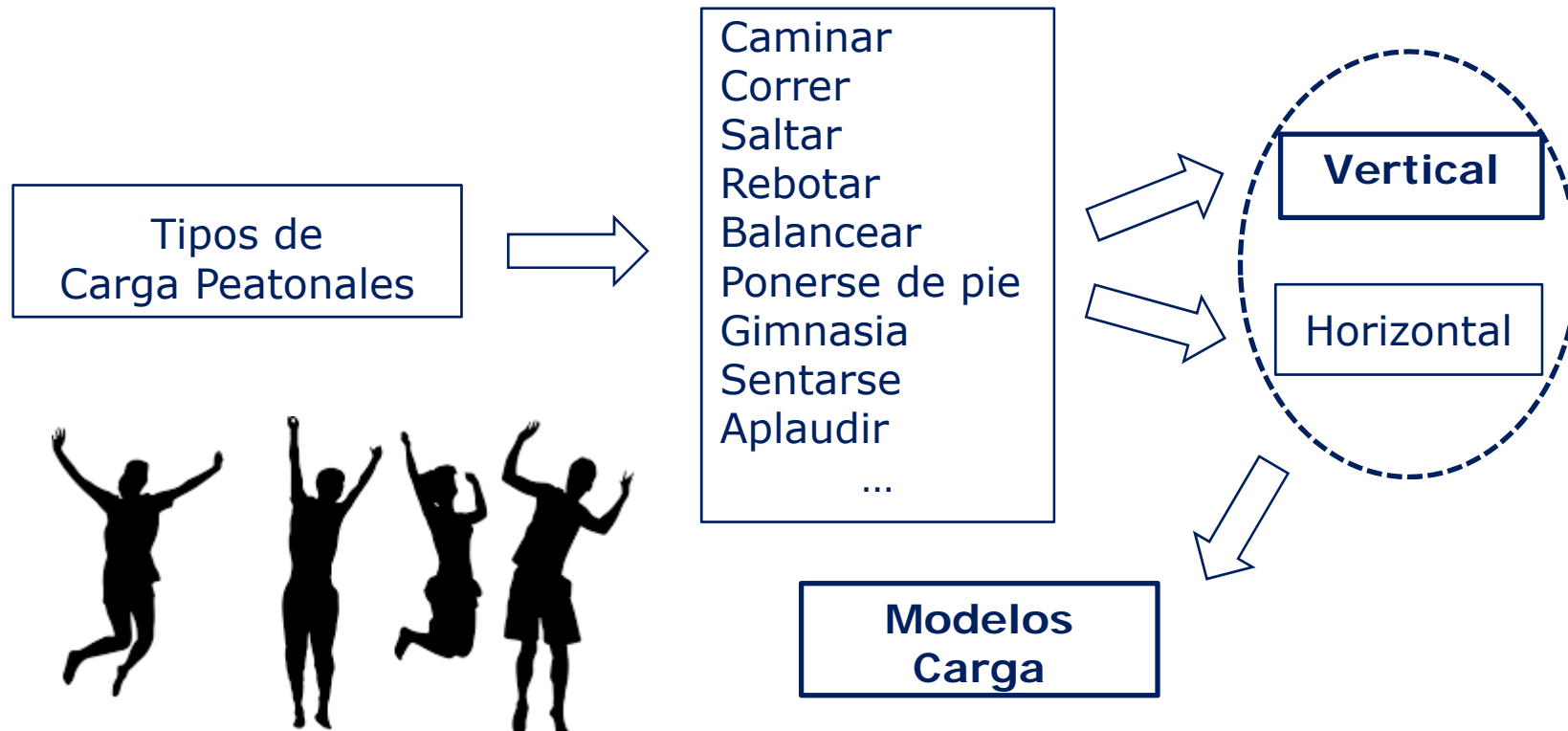


## Introducción

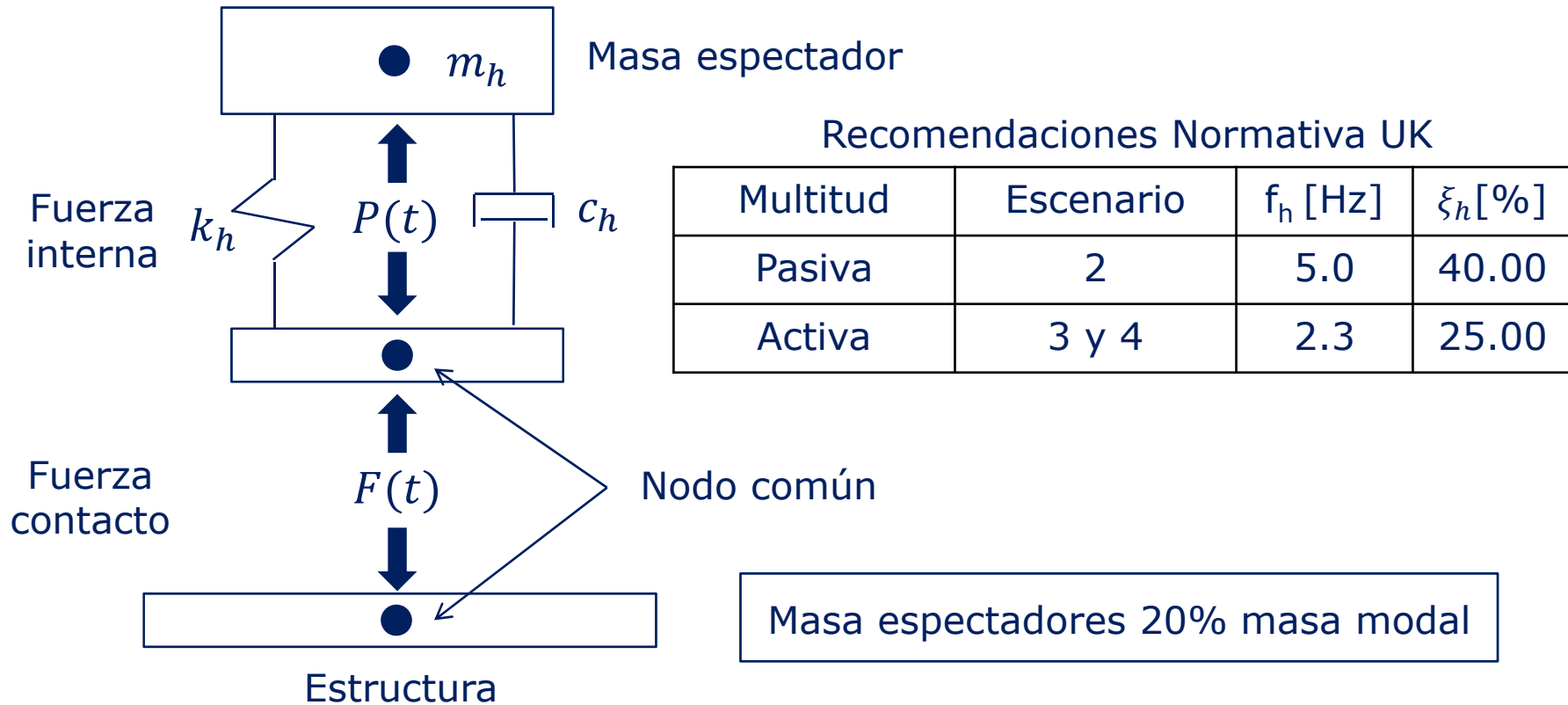
Estructura Clásica Problemas de E.L.S. de Vibraciones



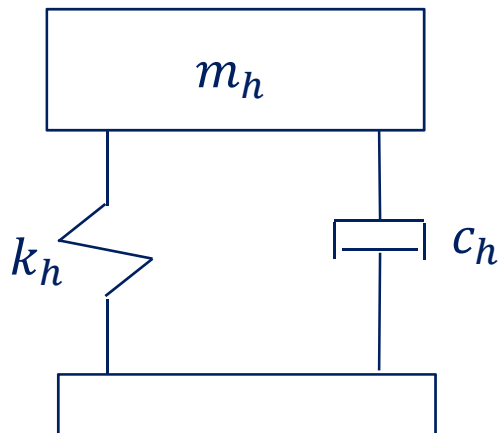
## Introducción



## Introducción



## Introducción

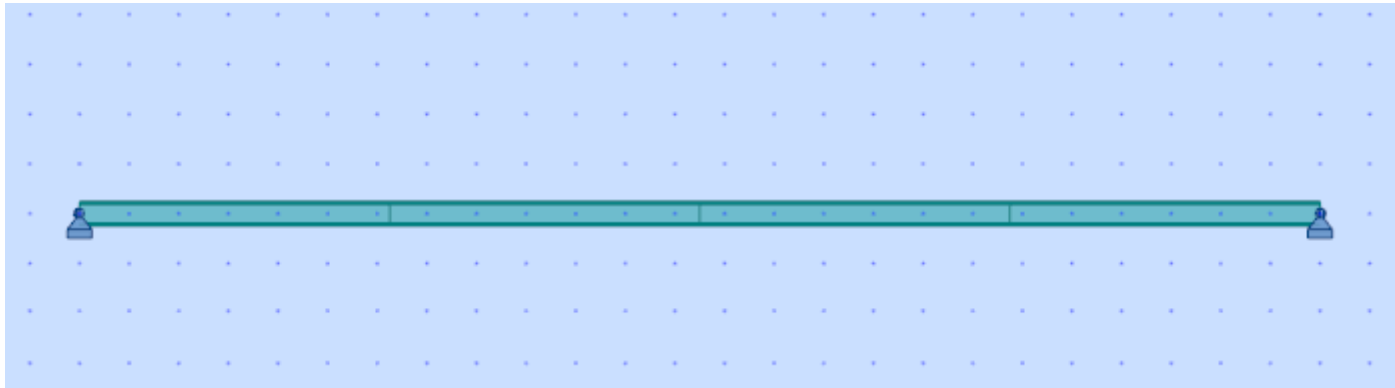


¿Son los parámetros modales de los espectadores sensibles a la actividad que están realizando?

¿Existe alguna metodología sencilla para estimar los parámetros modales de los espectadores?

## Análisis Modal Operacional

Ejemplo numérico: Viga simplemente apoyada



### Análisis numérico modal

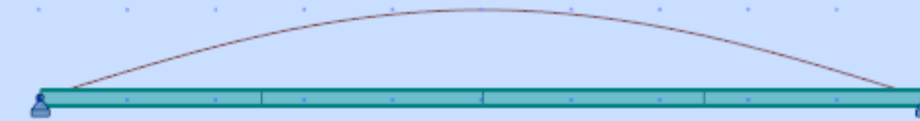
Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UZ (kg)
2/ 1	13.22	0.08	0.0	97.14	0.0	97.14	0.0	30.40
2/ 2	52.51	0.02	0.0	97.14	0.0	0.00	0.0	30.40
2/ 3	111.50	0.01	0.0	100.00	0.0	2.86	0.0	30.40



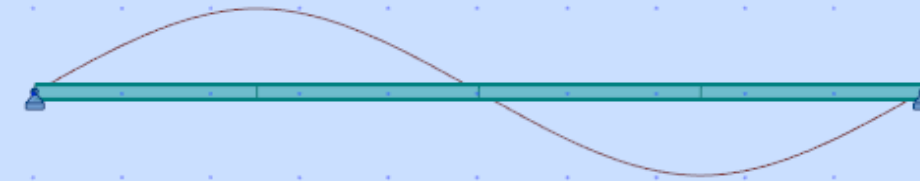
## Análisis Modal Operacional

Modos de Vibración Numéricos

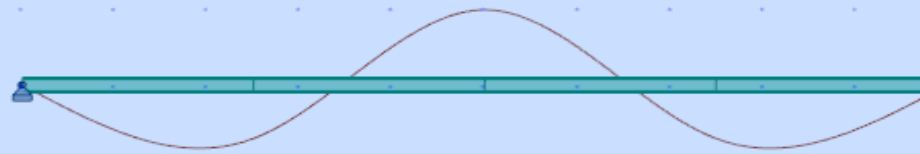
$$f_{\text{num},1} = 13.22 \text{ Hz}$$



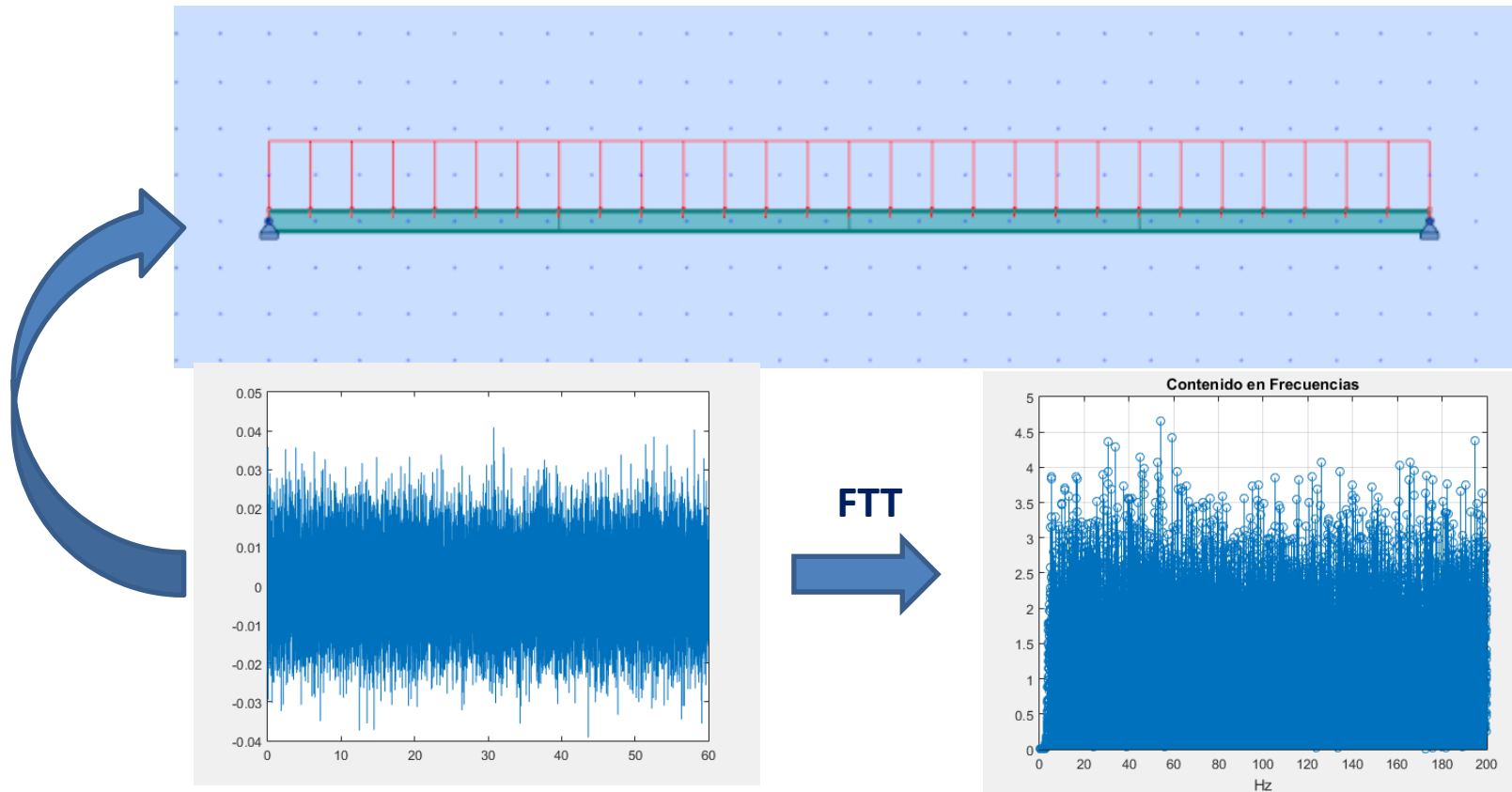
$$f_{\text{num},2} = 52.51 \text{ Hz}$$



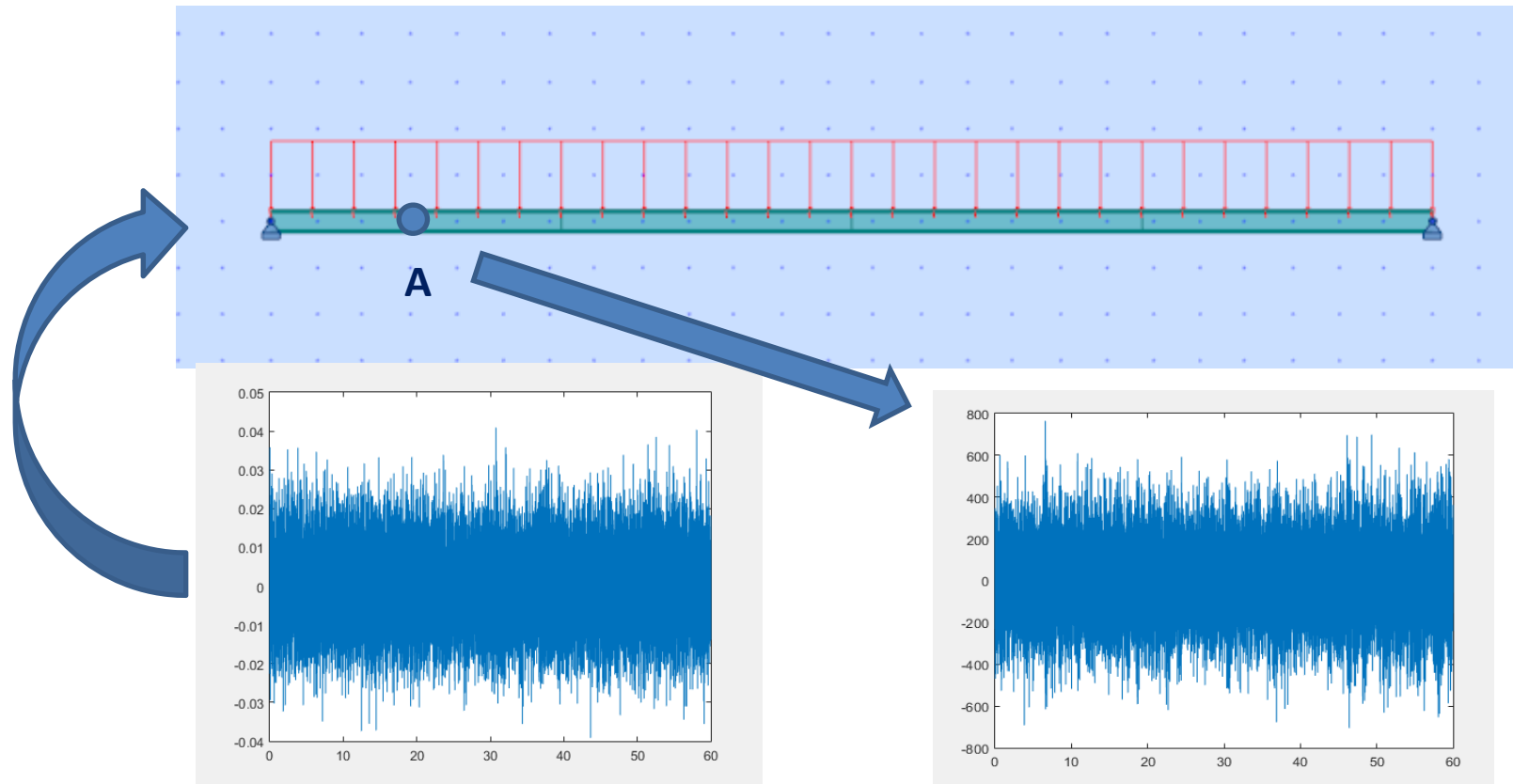
$$f_{\text{num},3} = 111.50 \text{ Hz}$$



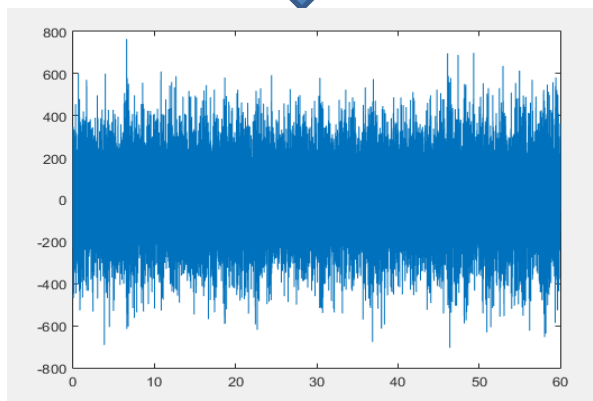
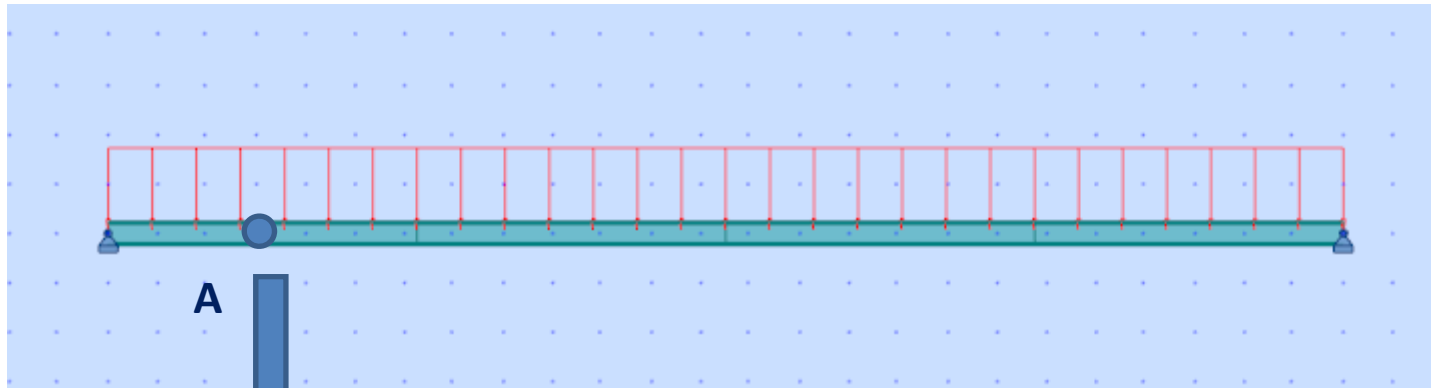
## Análisis Modal Operacional



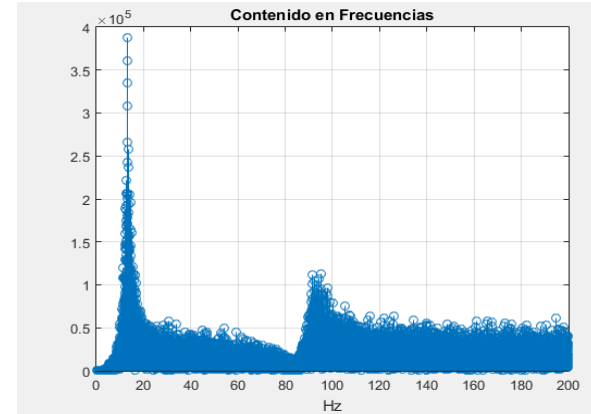
## Análisis Modal Operacional



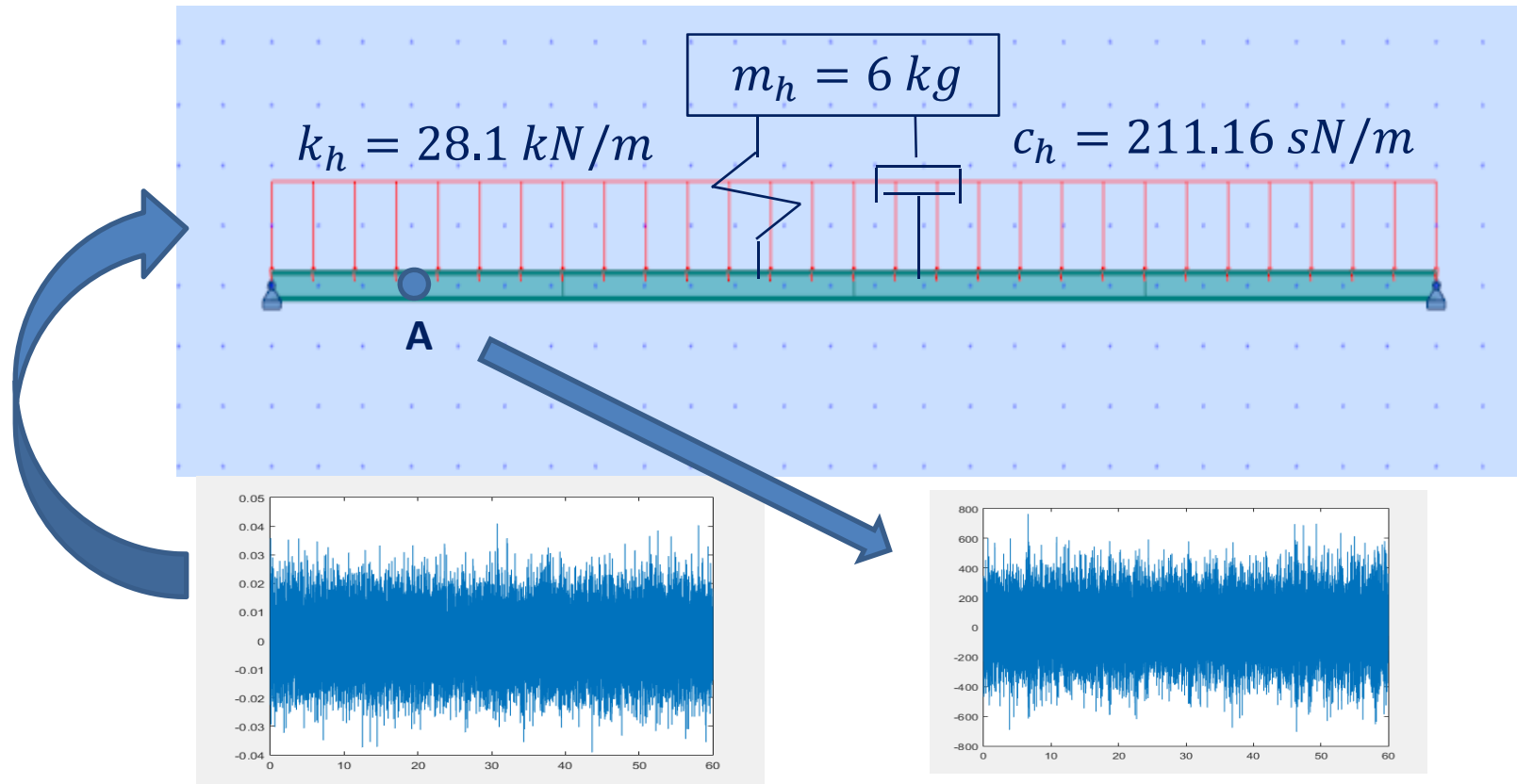
## Análisis Modal Operacional



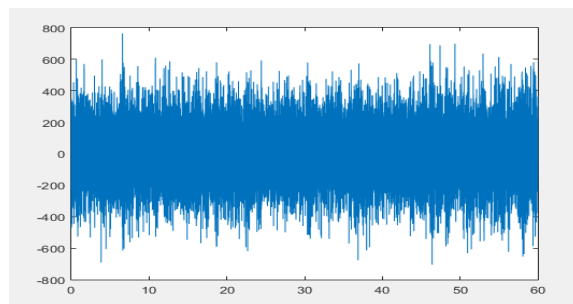
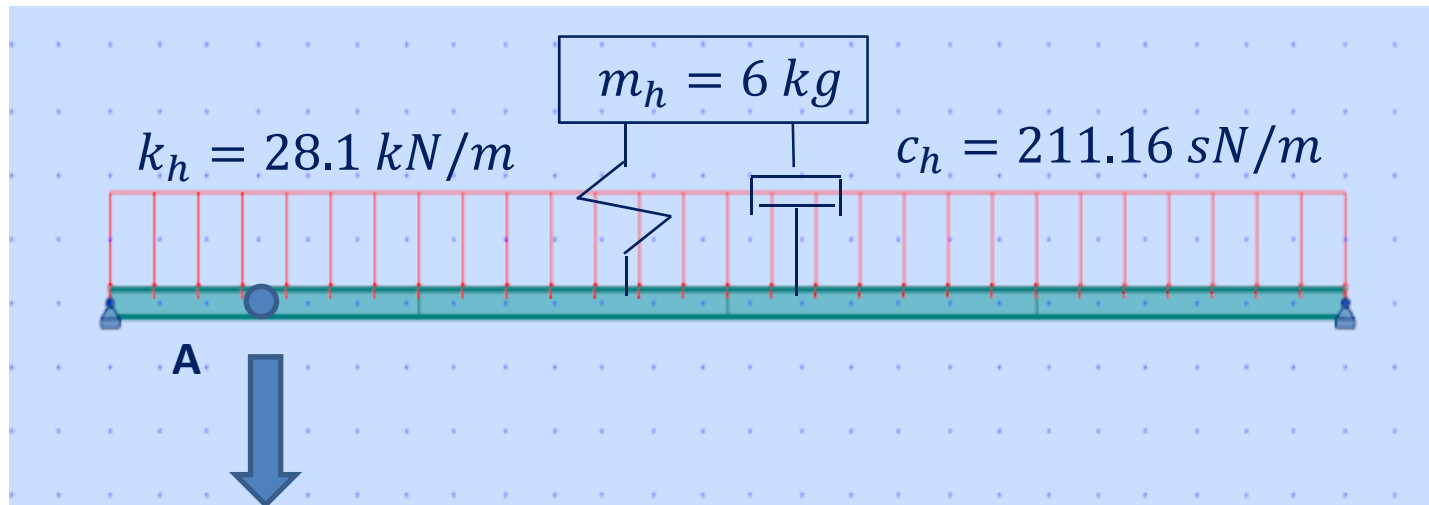
FTT



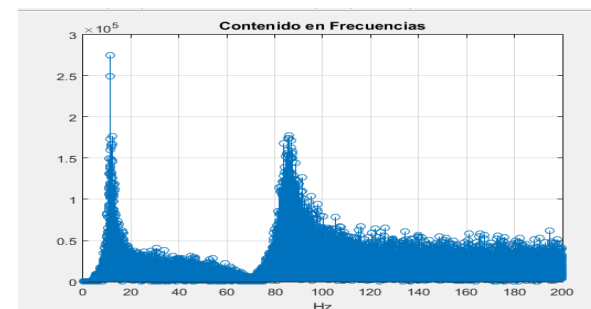
## Análisis Modal Operacional



## Análisis Modal Operacional

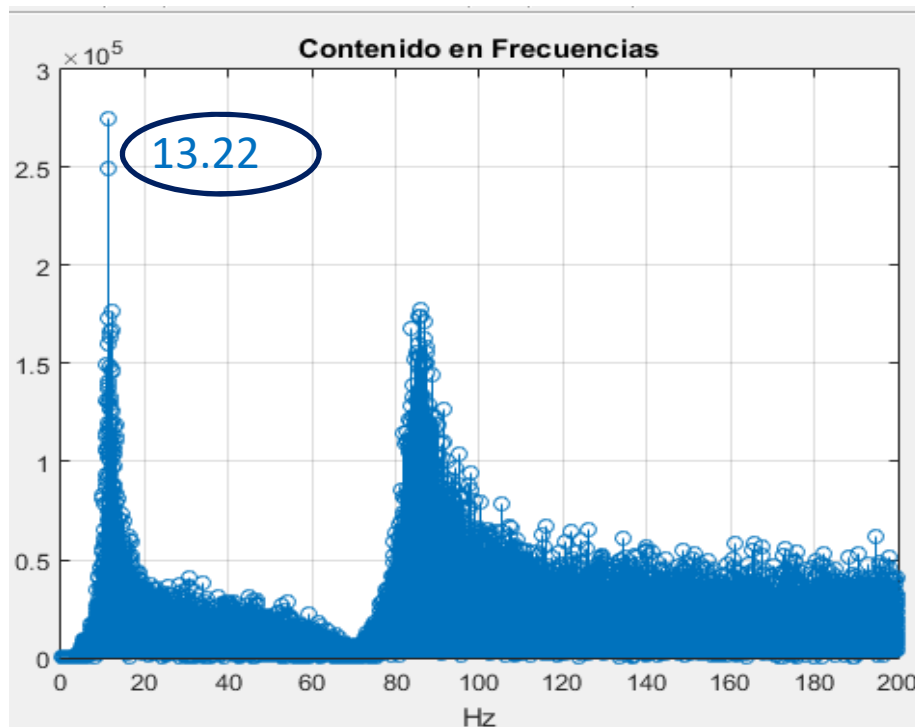


FTT

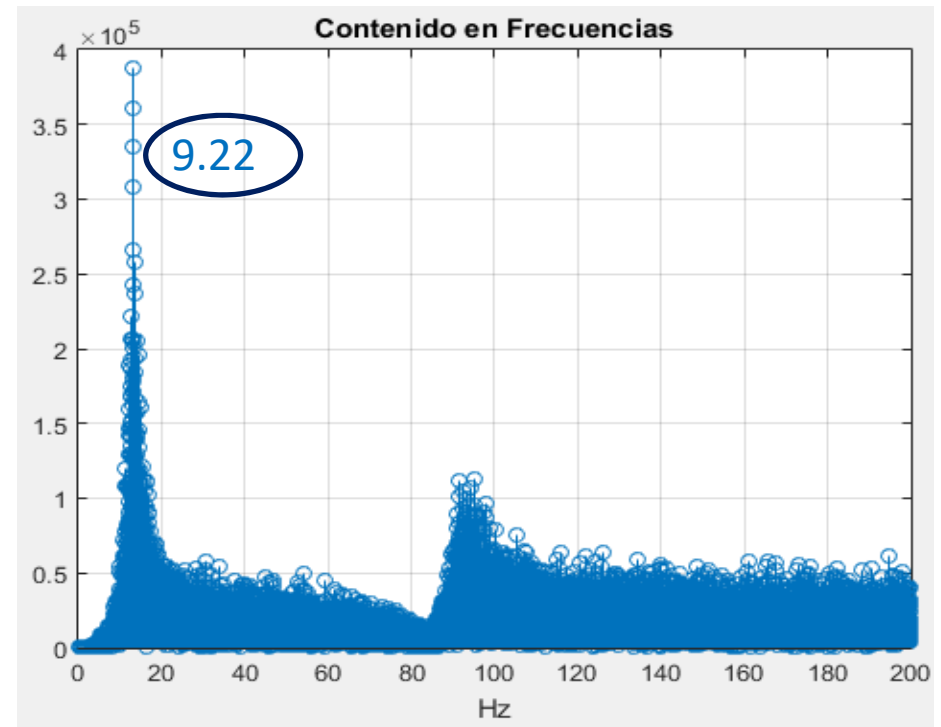


## Análisis Modal Operacional Resumen

Estructura Vacía

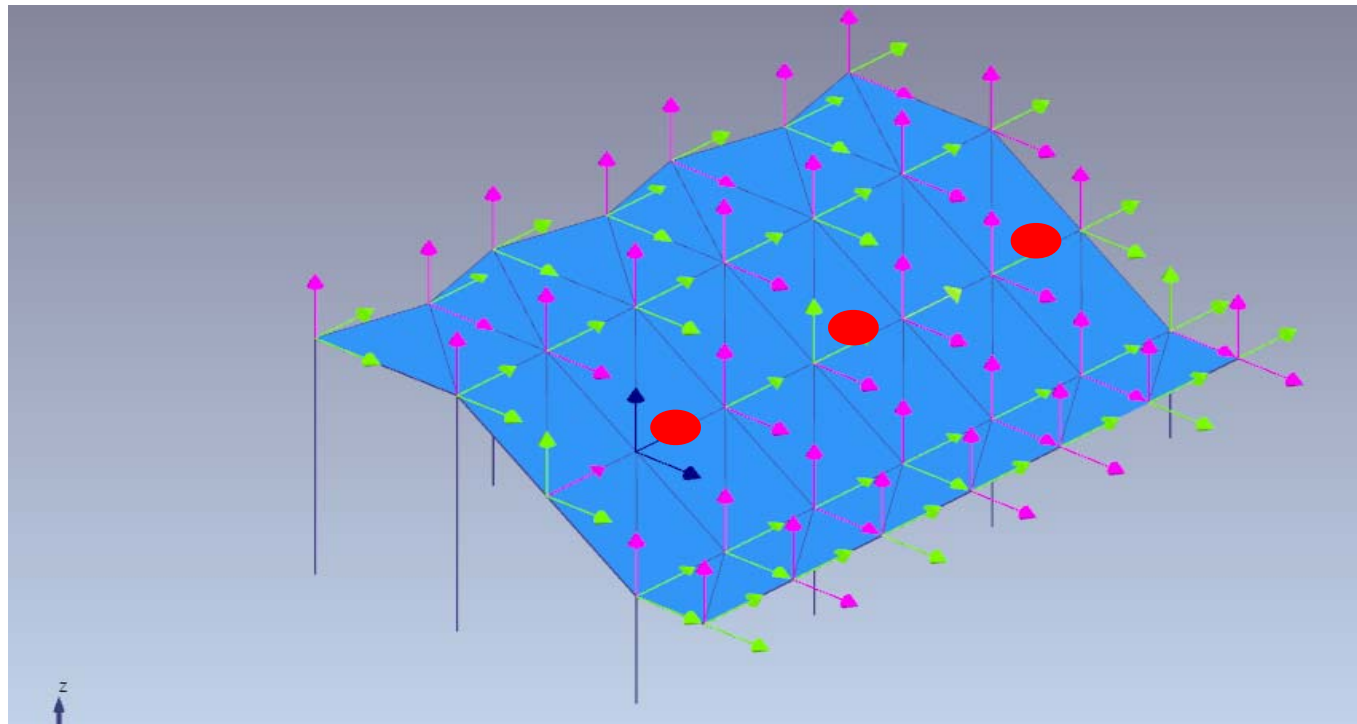


Estructura Ocupada



## Descripción del Ensayo

OMA bajo diferentes casos de carga (peatones)



● Acelerómetro



## Descripción del Ensayo

### Casos

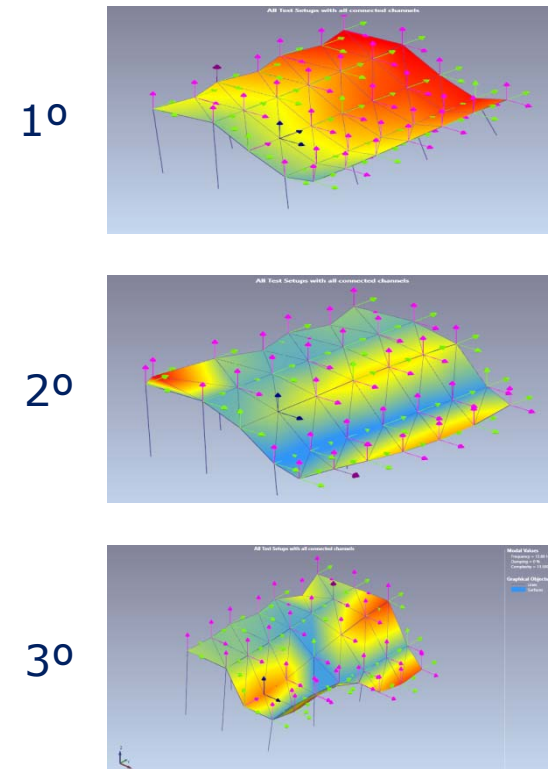
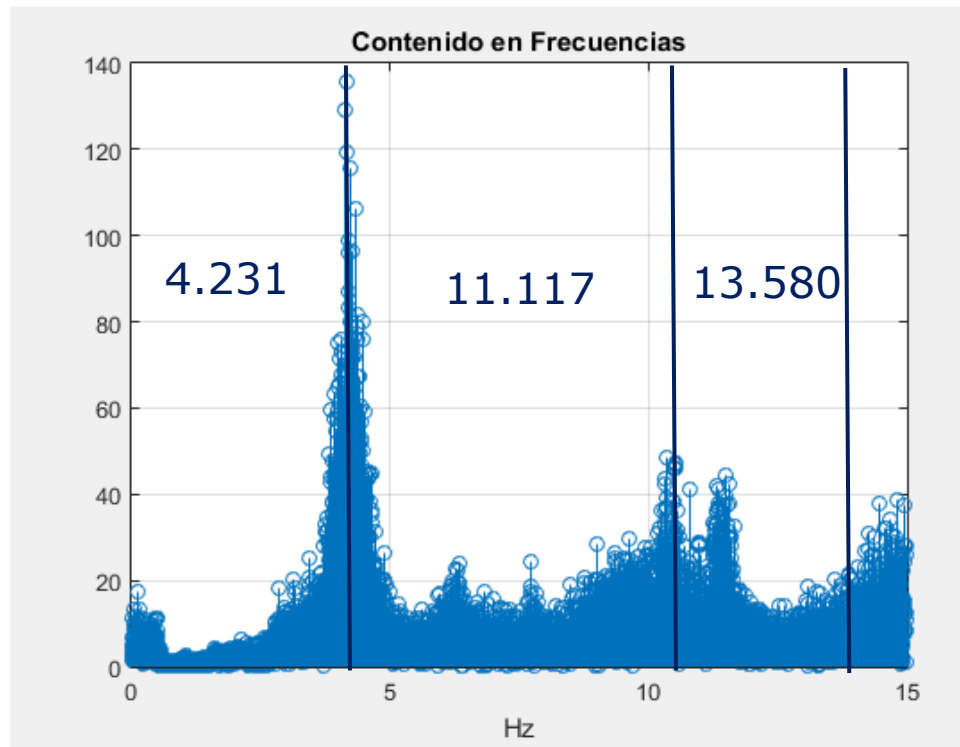
Sin espectadores  
Espectadores Pasivos  
Haciendo la Ola [2 Hz]  
Bailando [2-4 Hz]  
Saltado [2 Hz]  
Saltado [4 Hz]  
Bouncing [2 Hz]  
Bouncing [4 Hz]



Actividades Rítmicas

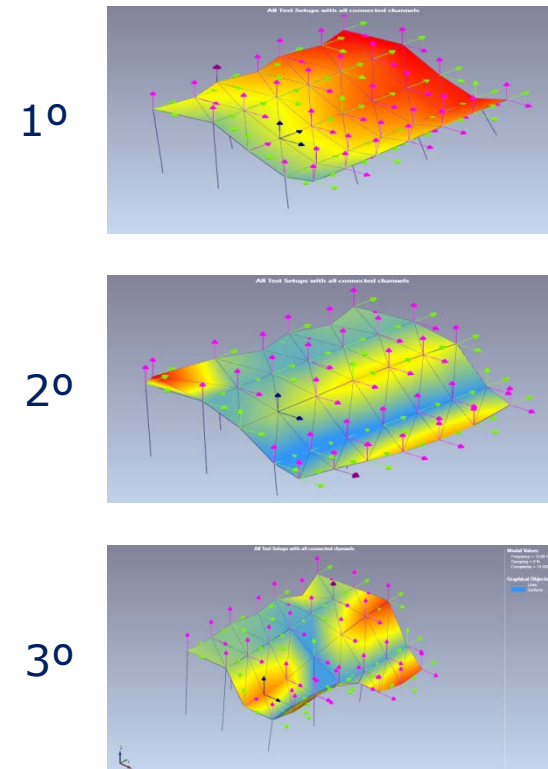
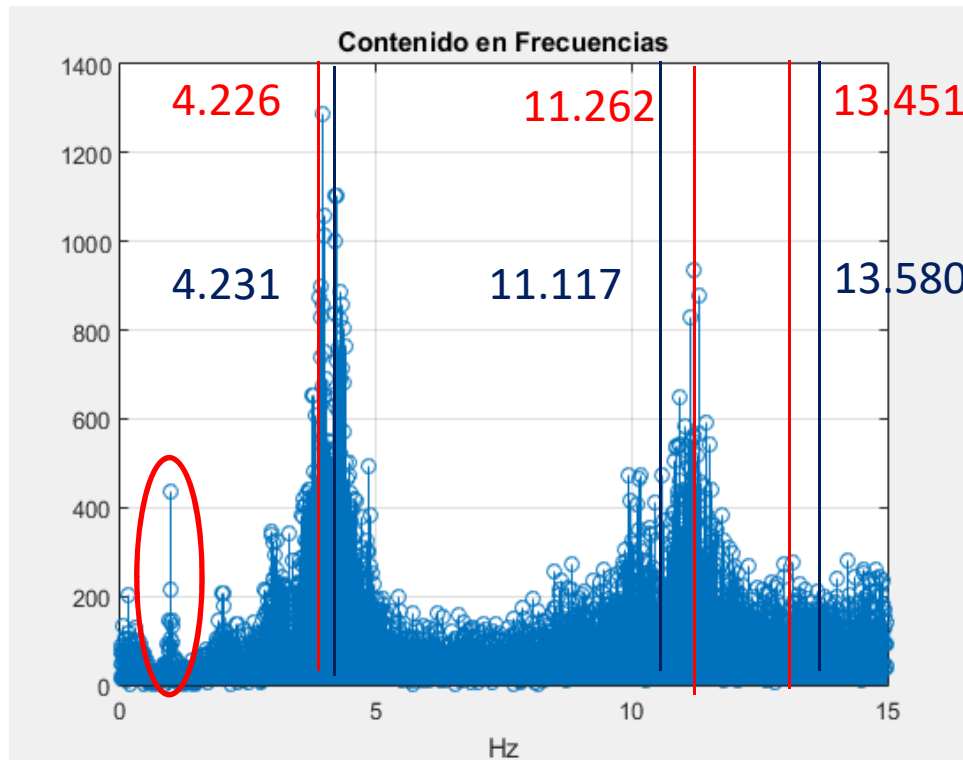


## Resultados Análisis Modal Operacional Grada Vacía



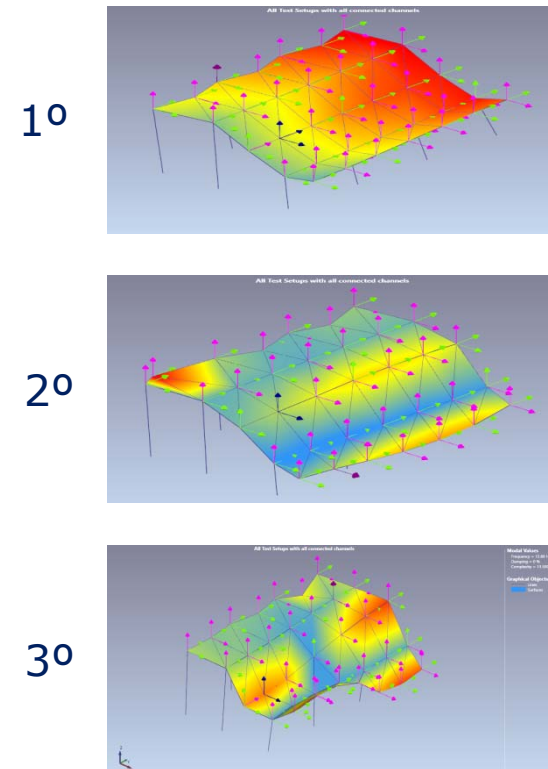
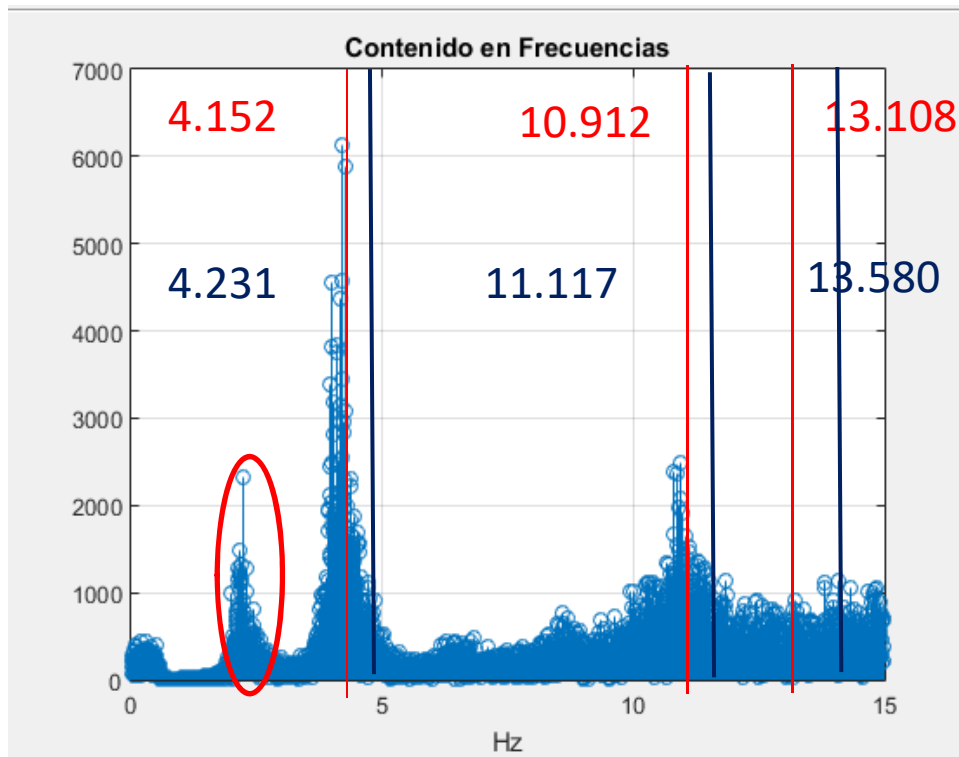
## Resultados Análisis Modal Operacional

### Espectadores Activos: Haciendo la Ola [2 Hz]



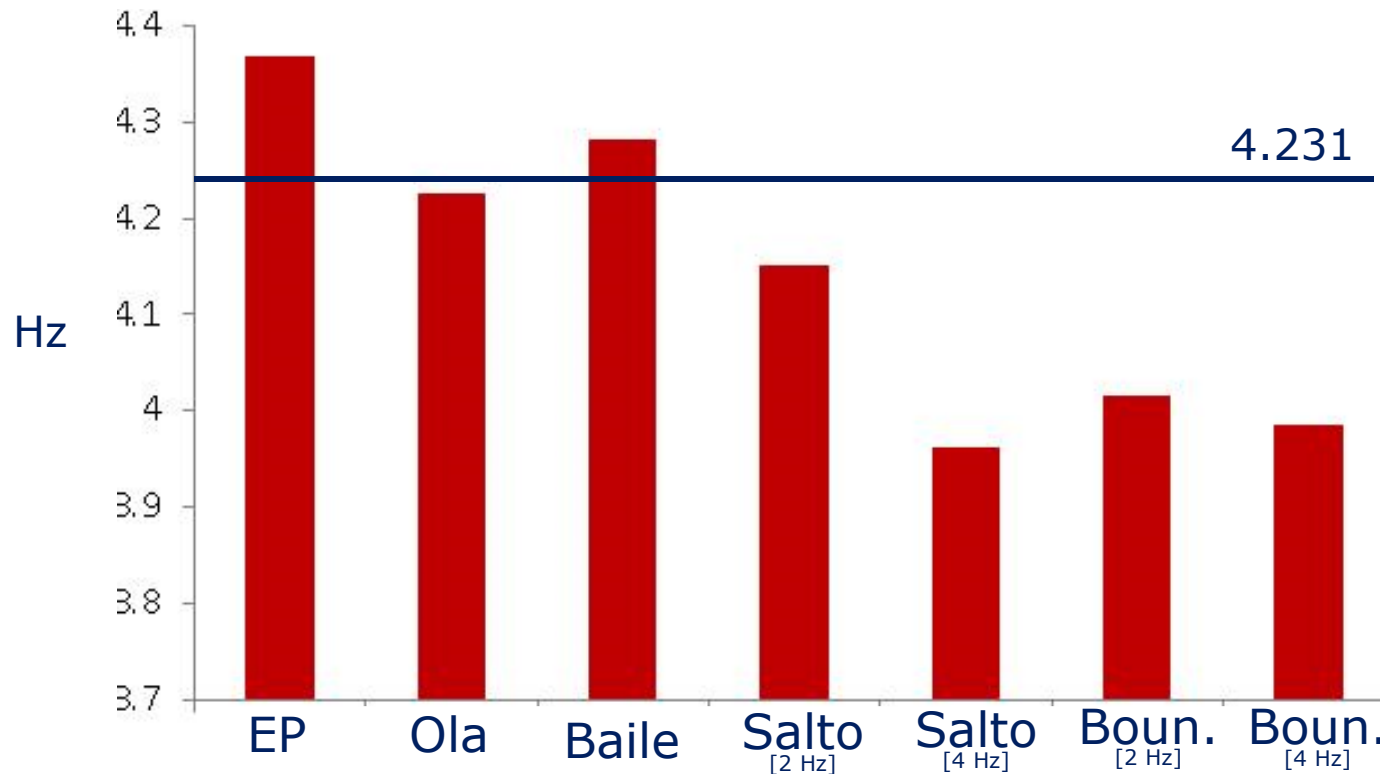
## Resultados Análisis Modal Operacional

### Espectadores Activos: Saltando [2 Hz]



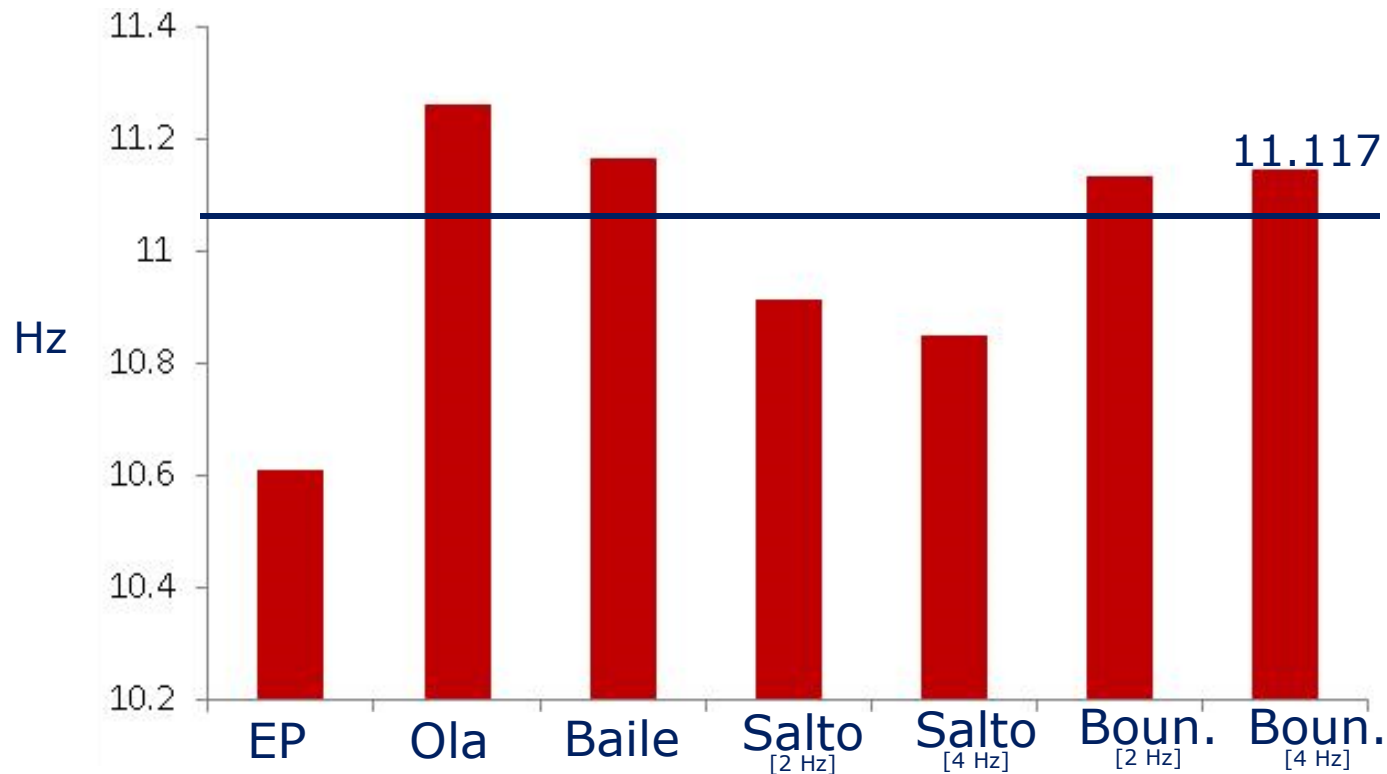
## Resultados Análisis Modal Operacional

### Resumen Variación Primer Modo de Vibración



## Resultados Análisis Modal Operacional

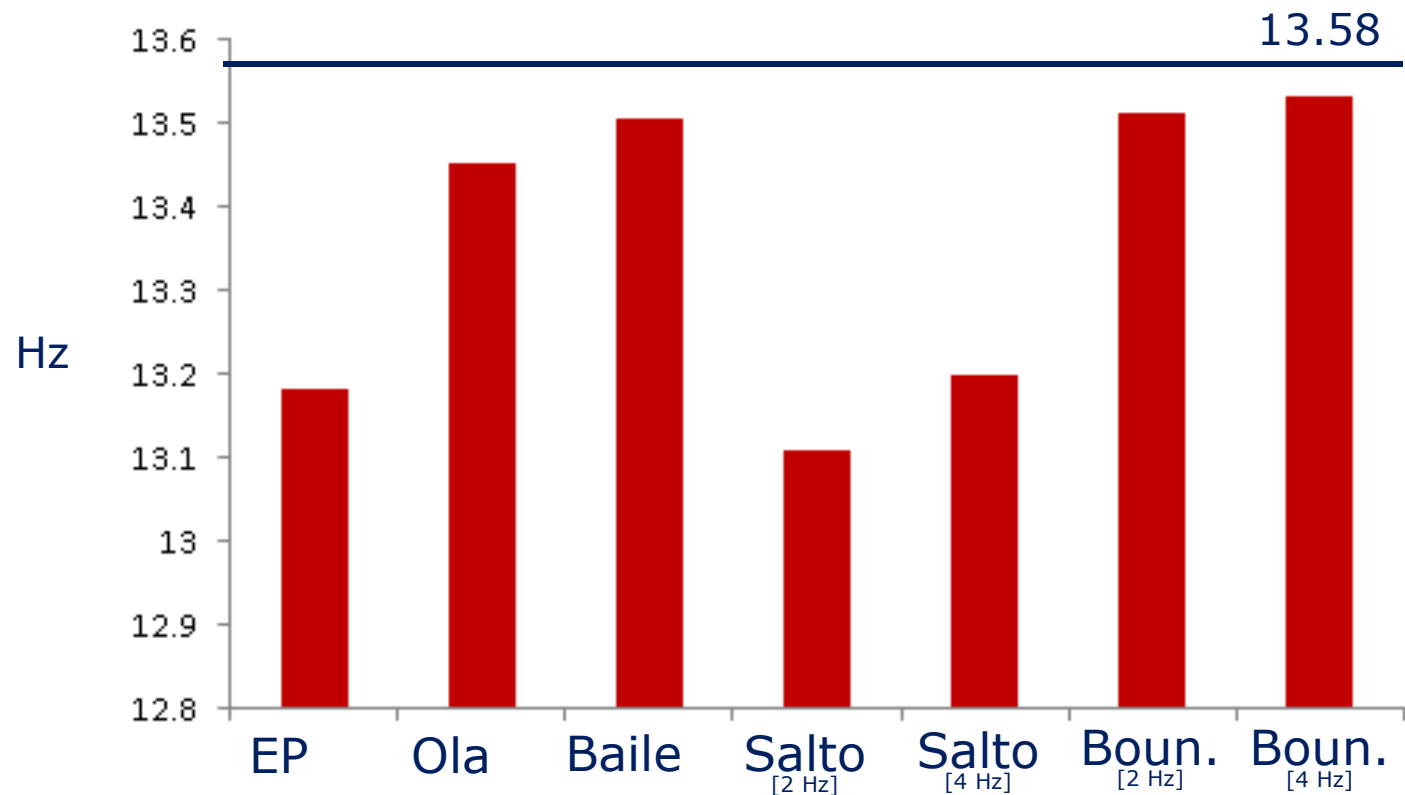
### Resumen Variación Segundo Modo de Vibración





## Resultados Análisis Modal Operacional

### Resumen Variación Tercer Modo de Vibración



### Conclusiones

- Se ha puesto de manifiesto el fenómeno de interacción espectador-estructura en el caso de gradas de instalaciones deportivas.
- Se ha determinado experimentalmente el efecto de los espectadores sobre los parámetros modales de gradas de instalaciones deportivas para diferentes tipos de actividad rítmica.
- Se ha determinado experimentalmente que el tipo de actividad tiene una mayor influencia en el cambio de los parámetros modales que la frecuencia de actuación.



**Gracias por vuestra atención y ayuda  
durante la realización de este estudio**



**Identificación Experimental de las Propiedades Modales de  
las Gradas Exteriores del Pabellón Deportivo de la  
Universidad de Málaga Bajo Carga Rítmica Peatonal**