

**ANALISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO  
DINÁMICO DE LA A ESTRUCTURA DEL PASO DE NUESTRO  
SEÑOR JESUS DEL GRAN PODER**

**Mario Solís Muñiz**  
**E.T.S. Ingeniería, Universidad de Sevilla**

Aspectos metodológicos y profesionales entorno a la conservación  
de arquitectura lignaria y pasos procesionales

IAPH, 16 diciembre 2014

# Indice

1. Objetivos del trabajo
2. Metodología
3. Descripción de los ensayos
4. Resultados preliminares
5. Conclusiones

# 1. Objetivos del trabajo

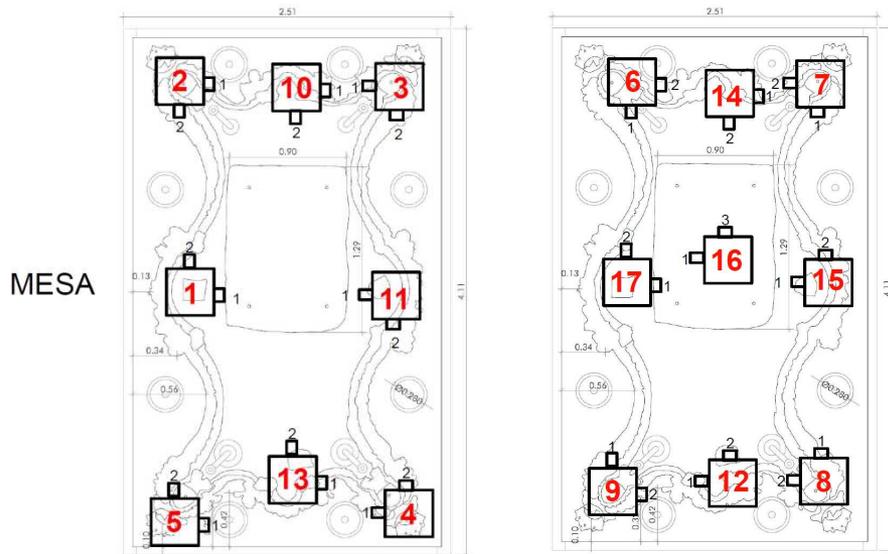
- Estudio experimental de la estructura en condiciones de uso
- Obtención de modos de vibración (propios y operacionales) de la estructura y sus correspondientes frecuencias naturales.
  - MODOS DE VIBRACION: Representaciones de las deformadas de la estructura ante una excitación dada.
  - FRECUENCIAS ASOCIADAS: Frecuencias en las que las amplitudes de las deformadas son mayores (caso mas desfavorable)

## 2. Metodología

- Reconocimiento del paso: análisis de posibles puntos de ubicación y sistema de fijación de sensores
- Selección de puntos de medida en base a modelos estructurales simplificados del paso
- Realización de prueba de medida sobre el paso: fijación de sensores, realización de medidas de respuesta a impulsos
- Diseño de programa de ensayos en coordinación con la hermandad: recorrido, número de configuraciones de ensayo, tiempo
- Realización de ensayos
- Análisis de las señales: distinción de tramos, identificación de modos

## 2. Metodología

- Ubicación de puntos de medida
  - **SENSORES:** Acelerómetros y bandas de deformación (64 canales medida)
  - 20 puntos con lecturas de aceleraciones en 3 direcciones (X,Y,Z)
  - 4 puntos de lectura de deformaciones
  - Puntos de medida ubicados en tarima y mesa (deformabilidad canastilla)
  - **DISEÑO DE CONFIGURACIONES:** 4 configuraciones de 17 sensores cada una.



## 2. Metodología

- Fijacion de los acelerómetros: cubos metálicos sobre los que se adosan 3 acelerómetros (x,y,z).

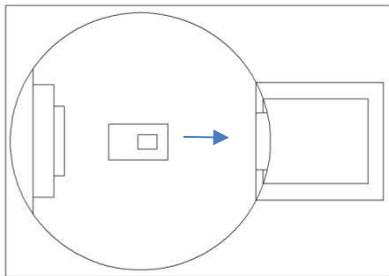
Los cubos se unen a estructura mediante pernos existentes.

No se práctica ningun taladro sobre la estructura

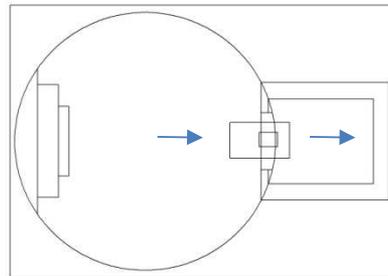


### 3. Realización de los ensayos

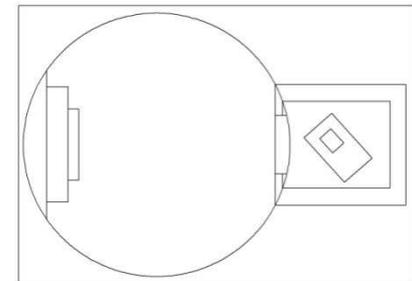
- El ensayo se realiza dentro de la basilica, repitiendo un recorrido ciclico en 4 ocasiones, una para cada configuracion.
- En cada ciclo se realizan distintos tipos de maniobras:



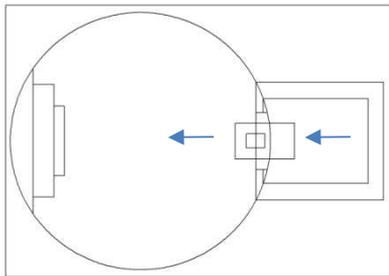
1. Paso normal



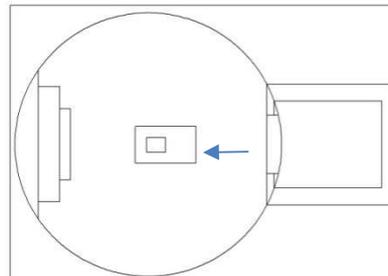
2. Paso bajo arco



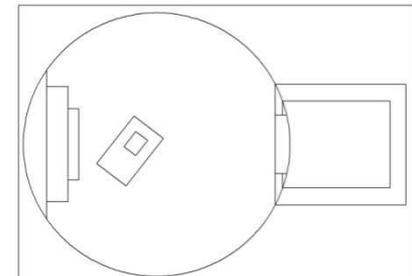
3. Giro 180°



4. Paso bajo arco



5. Paso normal



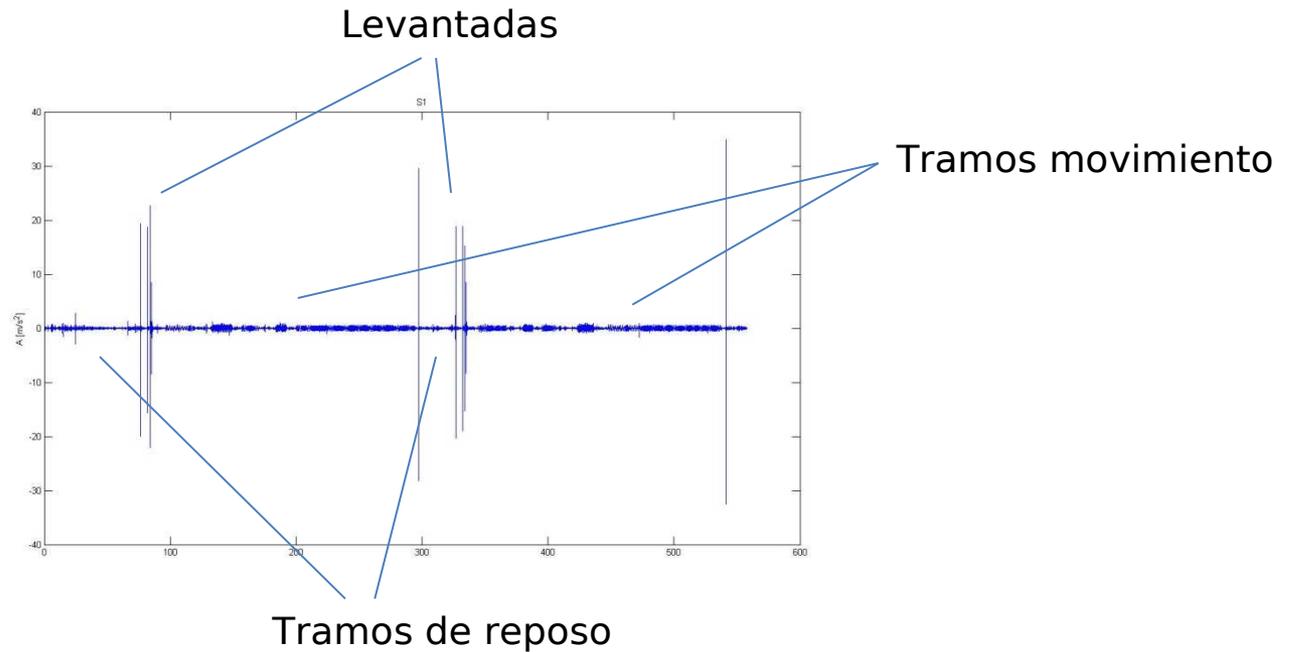
6. Giro 180°

### 3. Realización de los ensayos



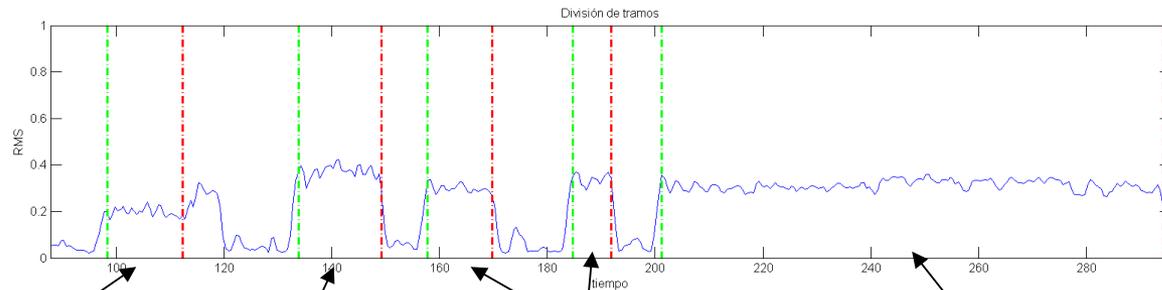
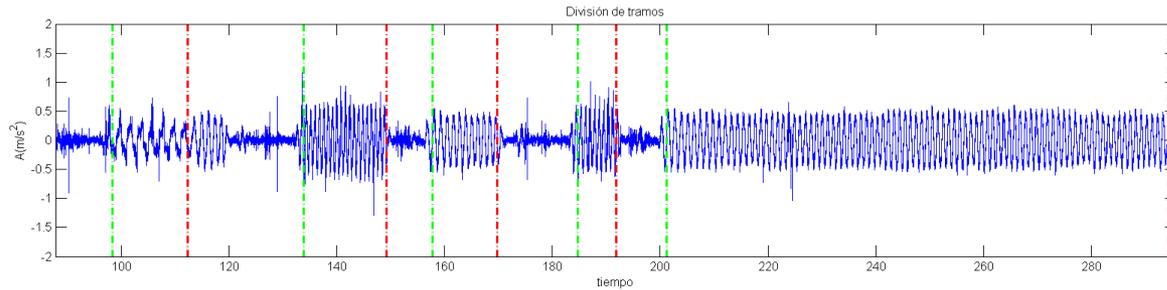
# 4. Resultados

- Registro temporal de un recorrido completo
- El registro temporal se divide en partes de movimiento, levantadas y partes en reposo, empleando como referencia los golpes con el llamador.



# 4. Resultados

- División de tramos de movimiento realizada empleando valor RMS.
- Los tramos de movimiento se subdividen a su vez en los distintos pasos registrados en el ensayo.



Paso Normal

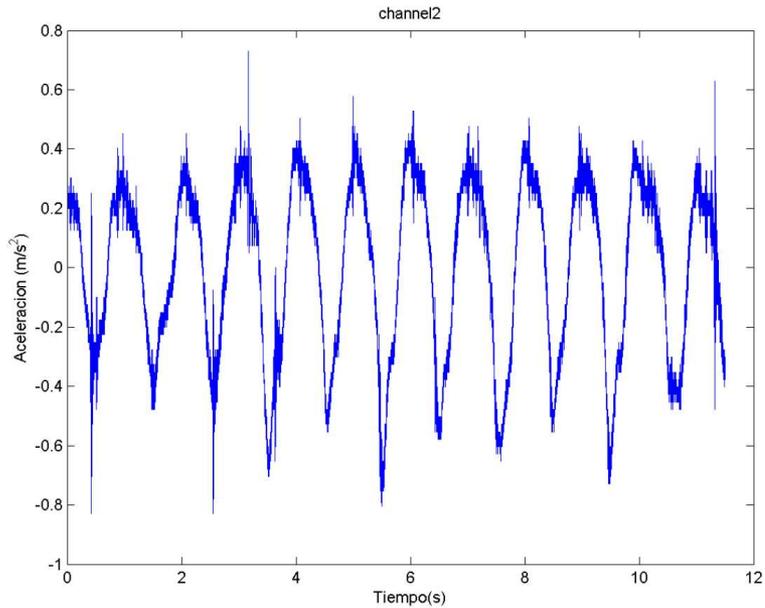
Paso Lento

Paso Agachado

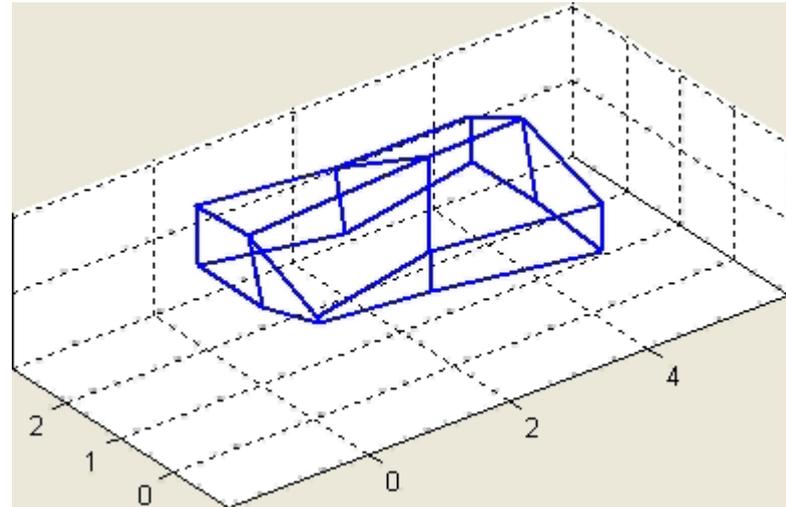
Giro

# 4. Resultados

- Respuesta paso normal
  - Respuesta condicionada por armónicos



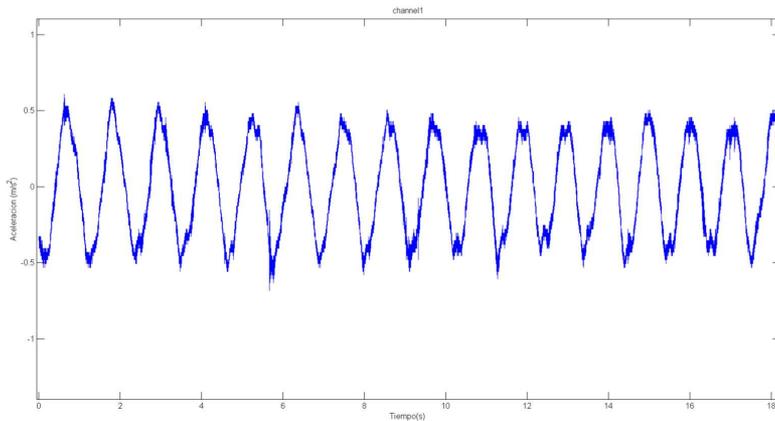
Armónico a 1 Hz



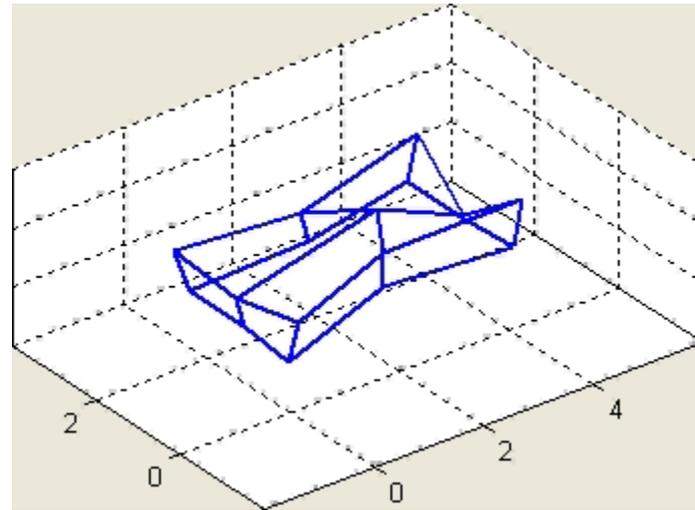
Modo asociado a armónico a 4.02Hz

# 4. Resultados

- Respuesta giro
  - Respuesta condicionada por armónicos



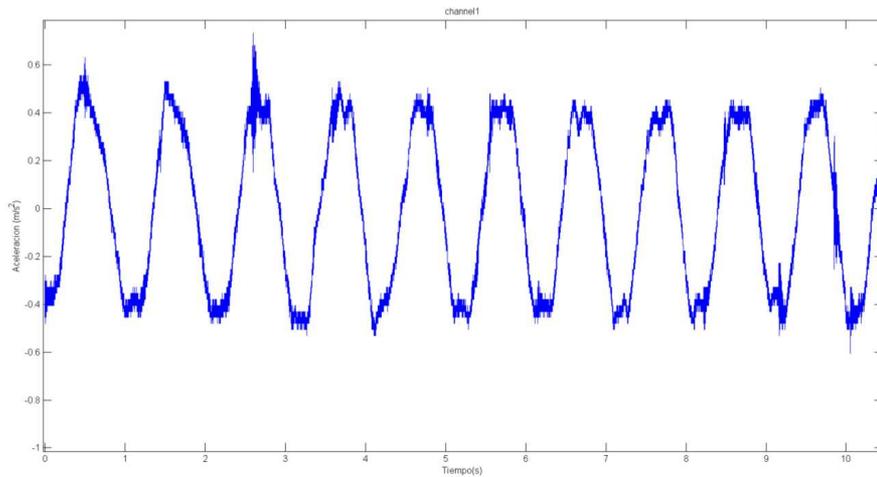
Armónico a 2 Hz



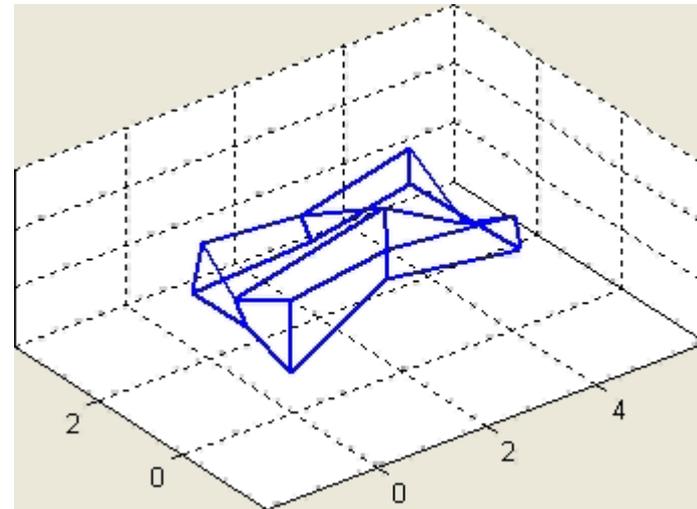
Modo asociado a armónico a 3.9Hz

# 4. Resultados

- Respuesta paso lento
  - Respuesta condicionada por armónicos



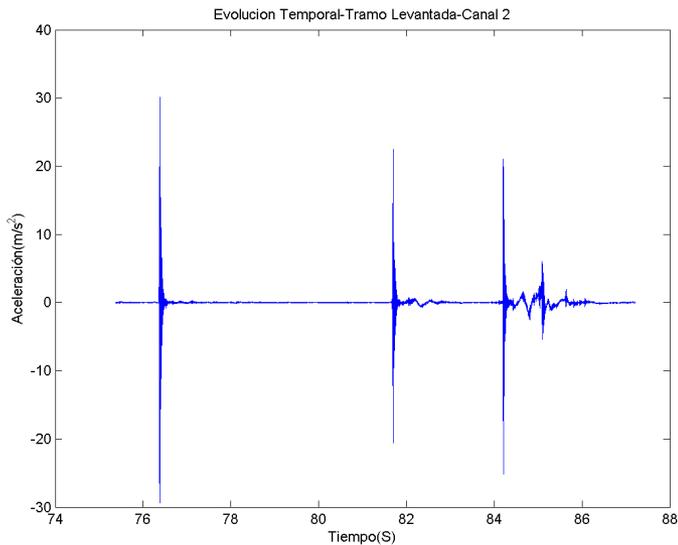
Armónico a 2 Hz



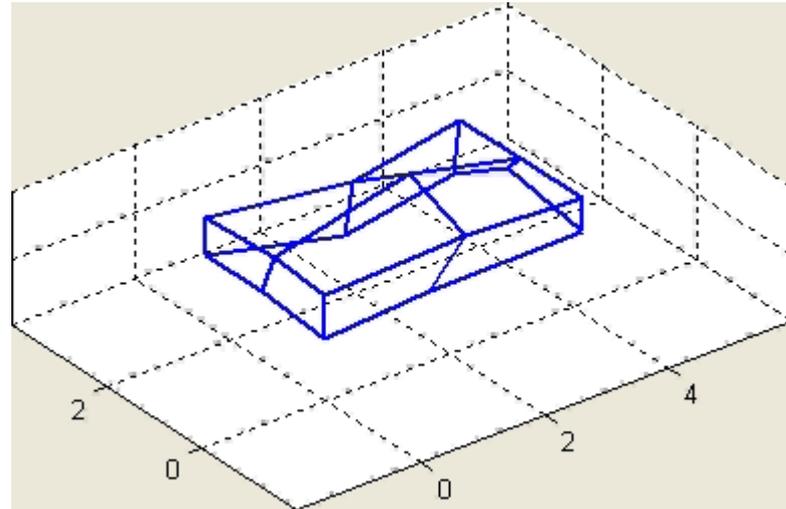
Modo asociado a armónico a 4.06Hz

# 4. Resultados

- Respuesta ante levantada
  - Máxima aceleración del orden de  $23 \text{ m/s}^2$ .
  - Asumiendo una masa del paso de  $1200 \text{ kg}$ , cada costalero estaría ejerciendo unos  $60 \text{ Kg}$  de fuerza en dicha maniobra



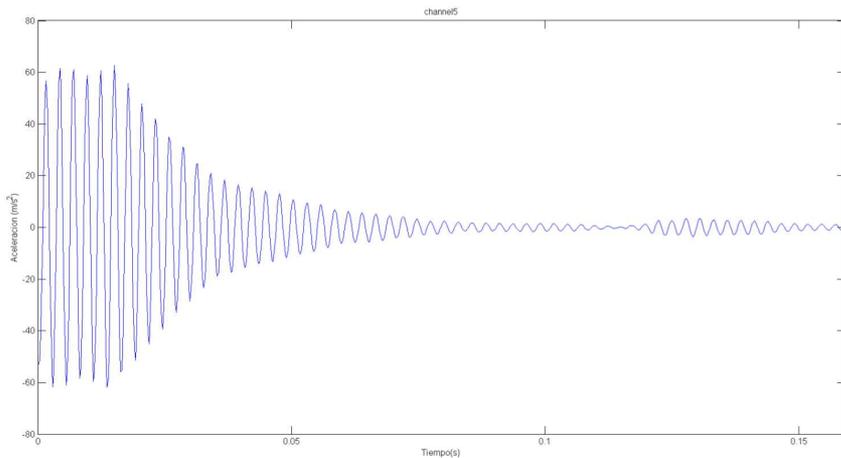
Registro temporal levantada



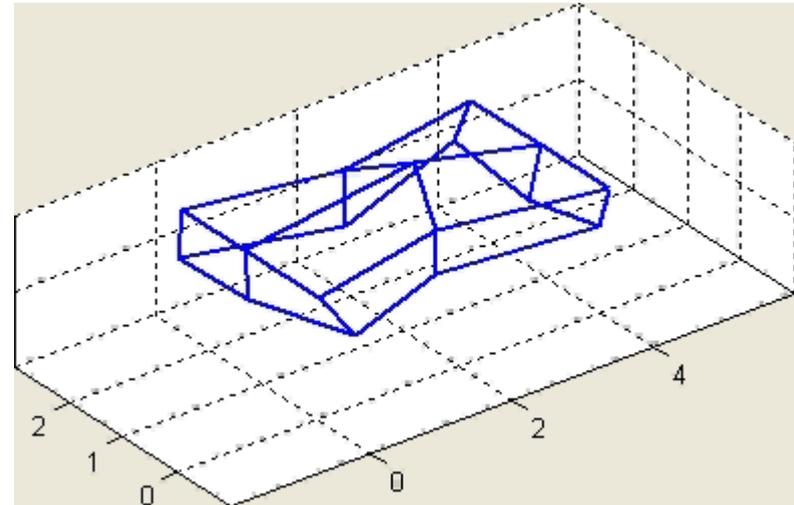
Modo asociado a la frec. 518 HZ

# 4. Resultados

- Respuesta ante impacto del llamador:
  - Mayor impacto recogido por los acelerómetros
  - Modos característicos a altas frecuencias, entre 200 y 300 Hz



Respuesta temporal golpe llamador



Modo asociado a la frec. 261 Hz

## 5. Conclusiones preliminares

- Conclusiones interesantes sobre el comportamiento dinámico del paso
- Se detectan zonas de mayor flexibilidad en zonas posiblemente debilitadas
- Respuesta de la estructura condicionada por excitación armónica
- Dificultades en la extracción de la información:
  - escasa duración de los ensayos
  - tipo de sollicitación,
  - interacción estructura-costaleros
  - comportamiento del material y uniones
- protocolo ideal: hacer ensayos antes y después de intervención para valorar efectos

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO  
DINÁMICO DE LA A ESTRUCTURA DEL PASO DE NUESTRO  
SEÑOR JESUS DEL GRAN PODER

**¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!**

Mario Solís Muñiz  
E.T.S. Ingeniería, Universidad de Sevilla

Aspectos metodológicos y profesionales entorno a la conservación  
de arquitectura lignaria y pasos procesionales

IAPH, 16 diciembre 2014