



Jornadas Argentinas de Informática

SII 2012 – Simposio Argentino de Informática Industrial

Facultad de Informática de la UNLP

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE FALLAS BASADO EN EL MÉTODO DEL GOLPETEO

Pablo T. Filoni - José E. Stuardi – Juan F. Giró

Departamento de Estructuras

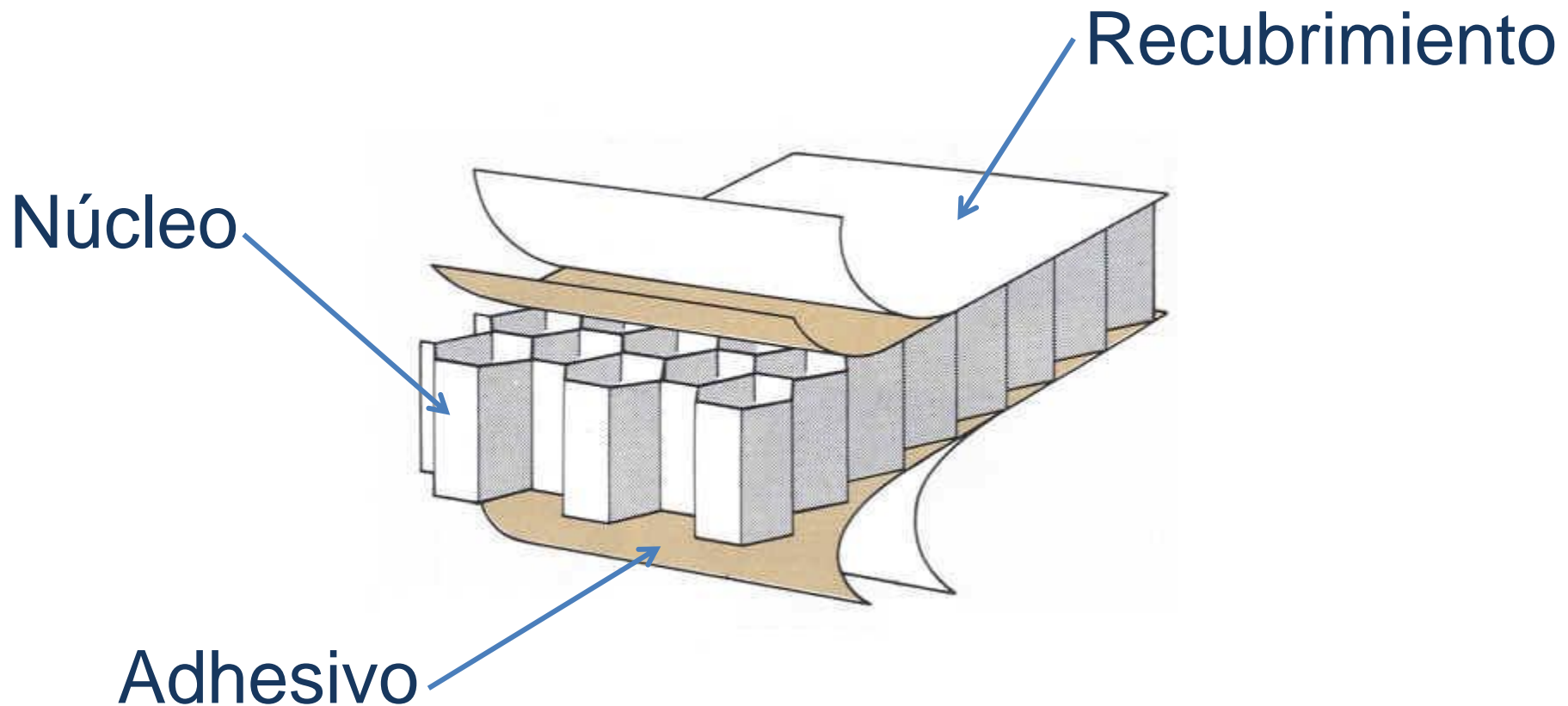
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales

Universidad Nacional de Córdoba

Córdoba, 28 de Agosto 2012

Presentación del problema

MOTIVACIÓN: *ESTRUCTURAS SANDWICH*

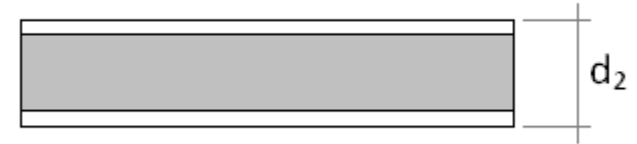
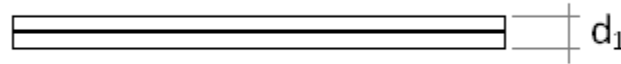


Presentación del problema

VENTAJAS

Simple

Sándwich



Rigidez

1

37

Peso

1

1,06

6 % de ↑ en el peso

37 veces ↑ en la rigidez a flexión

Presentación del problema

DESVENTAJAS

- Costo de fabricación
- Problemas en uniones

BAJO ESFUERZOS

POR IMPACTOS

NECESIDAD

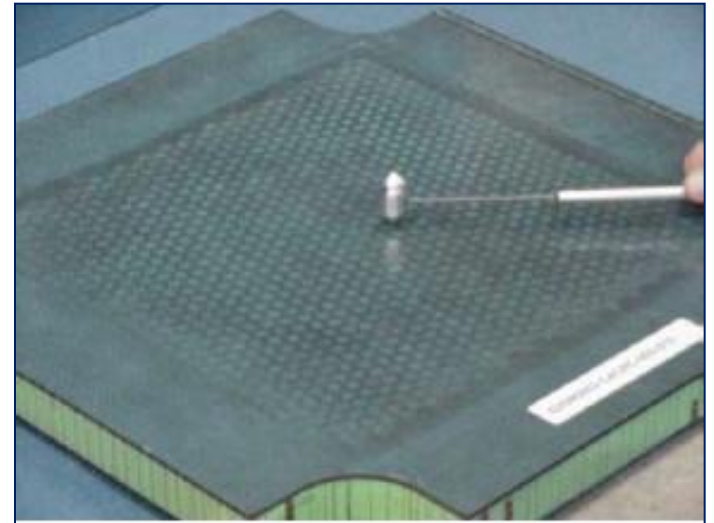


**MÉTODO NO DESTRUCTIVO
DE DETECCIÓN DE FALLAS**

Presentación del problema

TAP TEST manual

- bajo costo
- rápida implementación
- directo en servicio
- resultados variables



NECESIDAD

PERFECCIONAR EL MÉTODO

Objetivos generales

**IMPLEMENTAR METODOLOGÍA NO
DESTRUCTIVA**



RÁPIDA Y ECONÓMICA

**RESOLVER PROBLEMAS DE TAP TEST
MANUAL**

INTRODUCIR



HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Introducción

NDT Ensayos No Destructivos

visuales

ópticos

ultrasonido

acústicos

radiográficos

térmicos

mecánicos

Emisión
acústica

Acústico -
ultrasonido

Rayos X

Radiografía
fluoroscópica

Radiografía
neutrones

Rayos gamma

**Ensayo de
golpeteo**

Impedancia
mecánica

Introducción

METODOLOGÍA DE TRABAJO

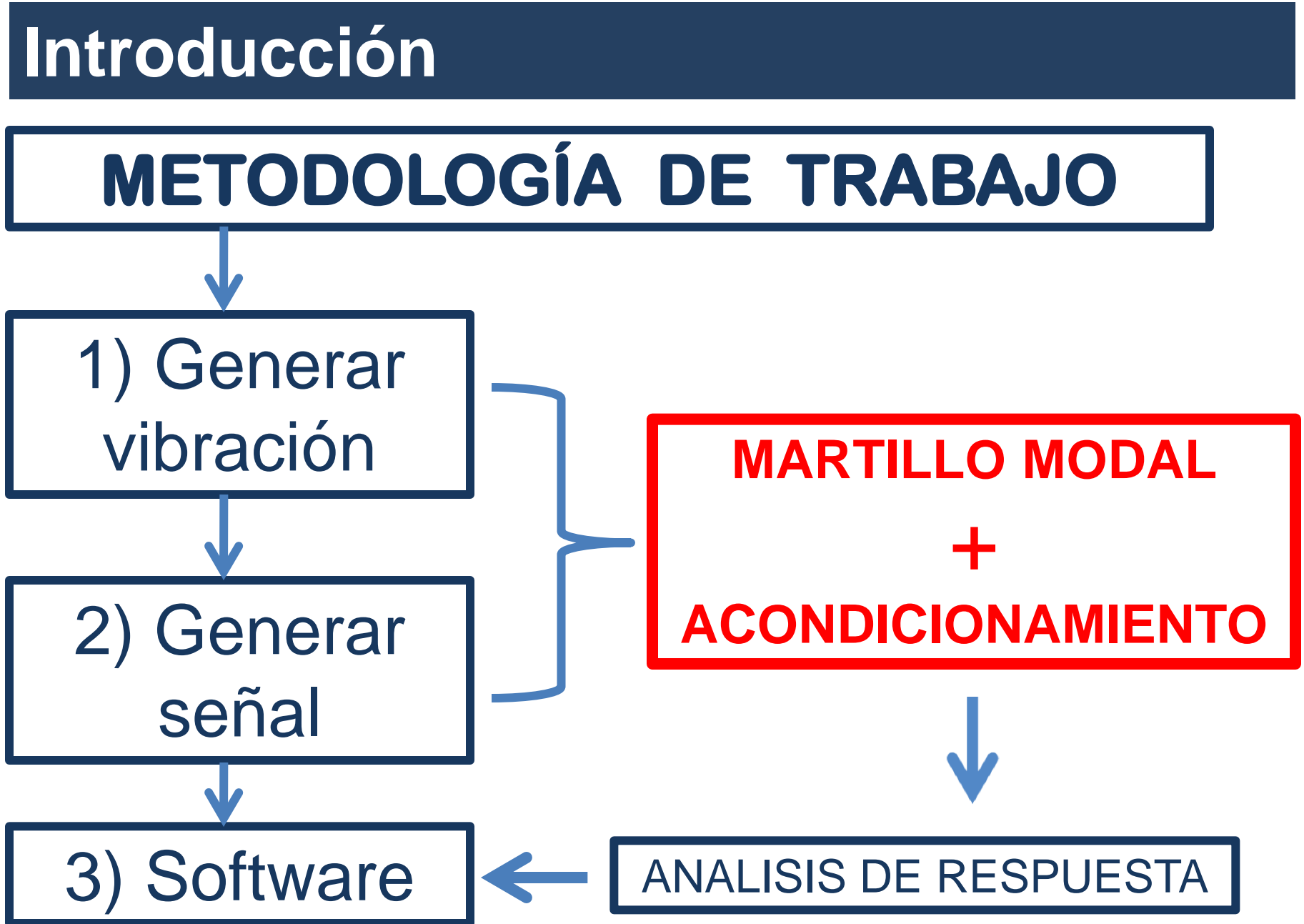
1) Generar vibración

2) Generar señal

3) Software

**MARTILLO MODAL
+
ACONDICIONAMIENTO**

ANALISIS DE RESPUESTA



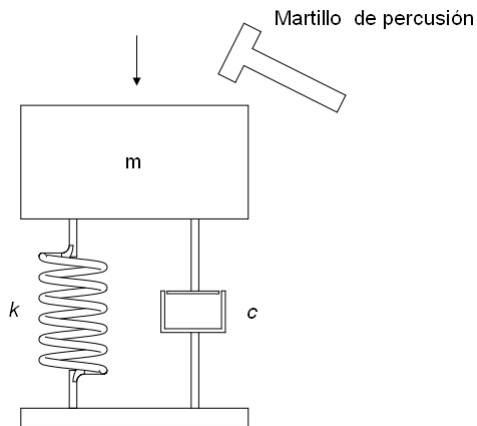
Desarrollo

INVESTIGACIÓN

Análisis
teórico



Estudiar

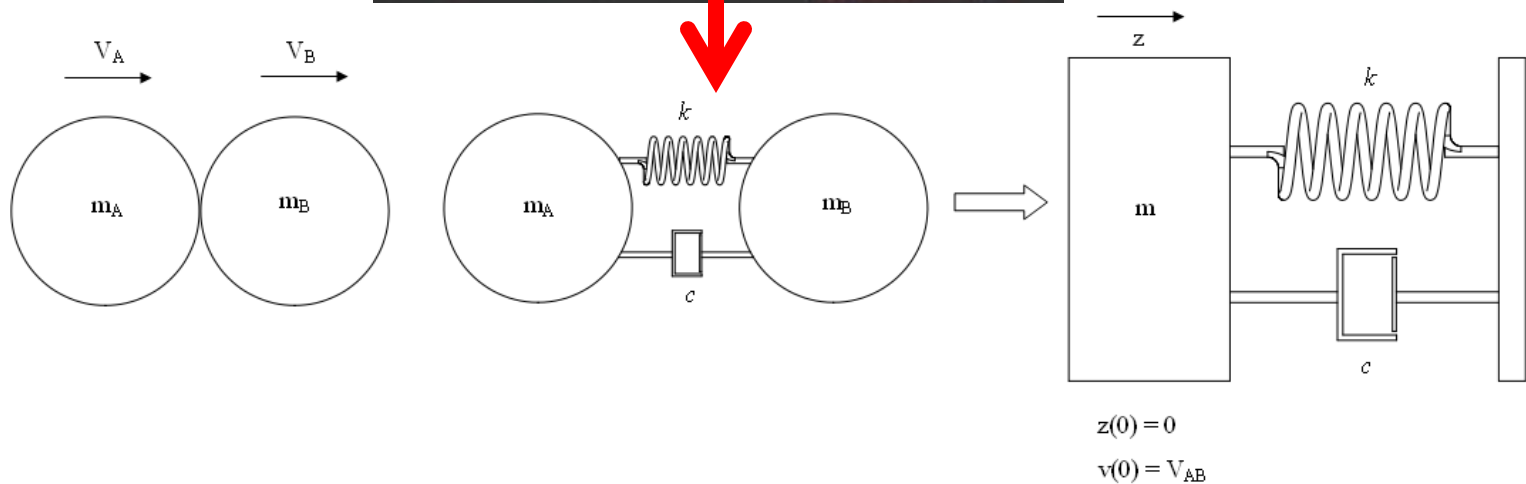
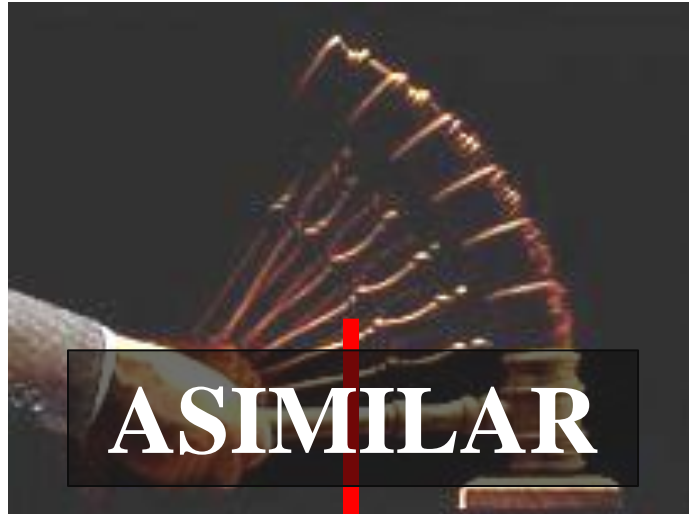


Análisis
experimental



Martillo modal
+
ASD

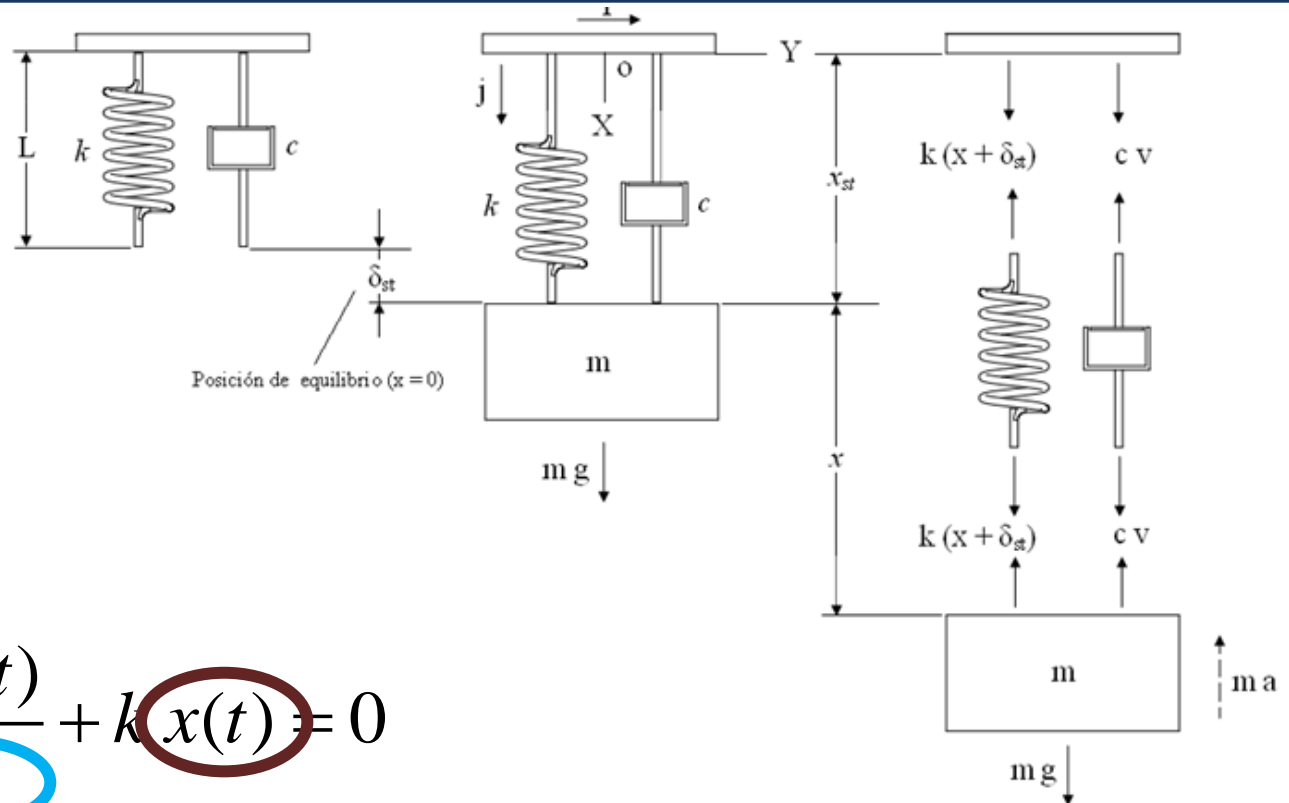
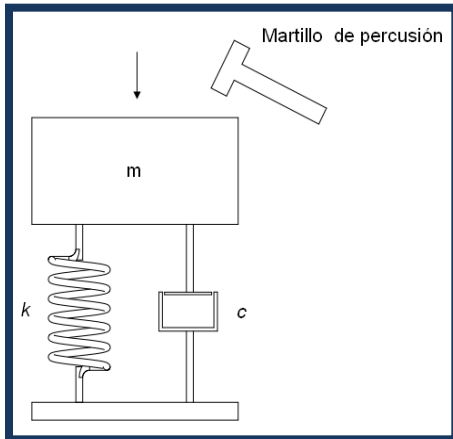
Desarrollo: Análisis teórico



Choque de dos cuerpos visco-elásticos

Desarrollo: Análisis teórico

MASA – RESORTE – AMORTIGUADOR



$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + c \frac{dx(t)}{dt} + k x(t) = 0$$

Ec. movimiento

Desarrollo: Análisis teórico

SOLUCIÓN GRAL. DE EC. DE MOVIMIENTO

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + c \frac{dx(t)}{dt} + k x(t) = 0$$

- Ec. Diferencial ordinaria (ODE)
- Segundo orden
- Coeficientes constantes
- Homogenea
- Lineal

TRANSFORMADA
DE LAPLACE

$$x(t) = A_0 e^{-\zeta \omega_n t} \sin(\omega_d t + \varphi_d)$$

$$T_d = \frac{2\pi}{\omega_d}$$

Desarrollo: Análisis experimental

Piezas
reales

Cadena de
medición

Post – proceso
de datos



Construcción
de probetas

Instrumento
+
equipo
análogo - digital

Software

2º ETAPA

1º ETAPA

3º ETAPA

Desarrollo: Análisis experimental

1º ETAPA: Cadena de medición

1º Transductor →

2º Acondicionamiento

3º Digitalización

4º Registro →



HP 4 canales

Desarrollo: Análisis experimental

Transductor: MARTILLO MODAL

Comercial

- Brüel & Kjaer
- Endevco
- National Instruments
-

aprox. £ 600



Experimental

DESARROLLO

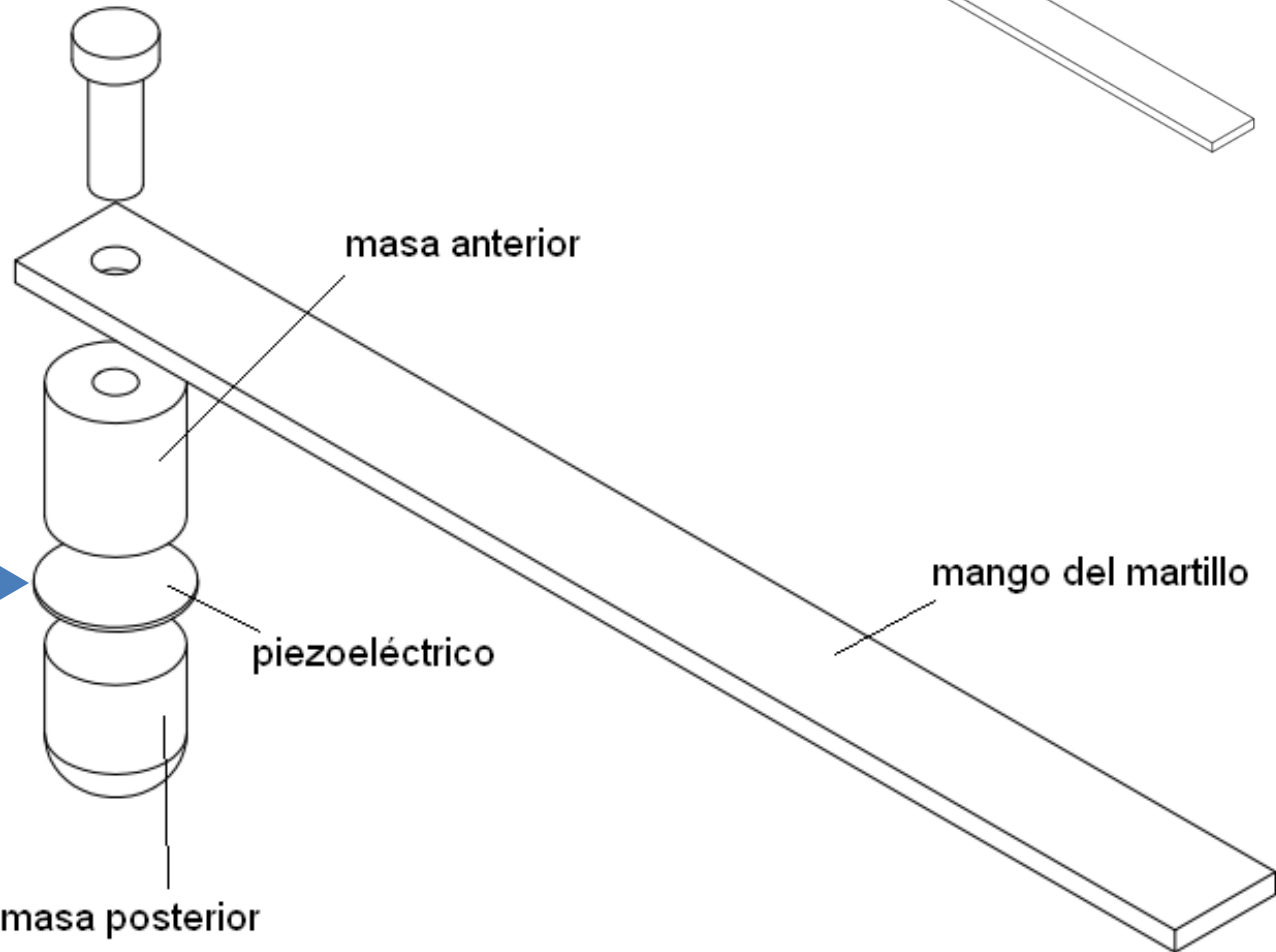
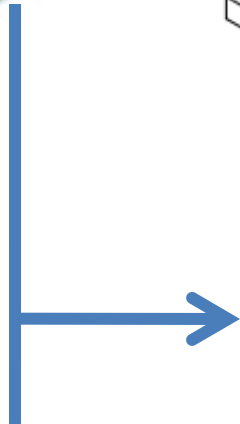
- Prototipo 1
- Prototipo 2

Desarrollo: Análisis experimental

Martillo modal: prototipo 1



OPCIÓN 1

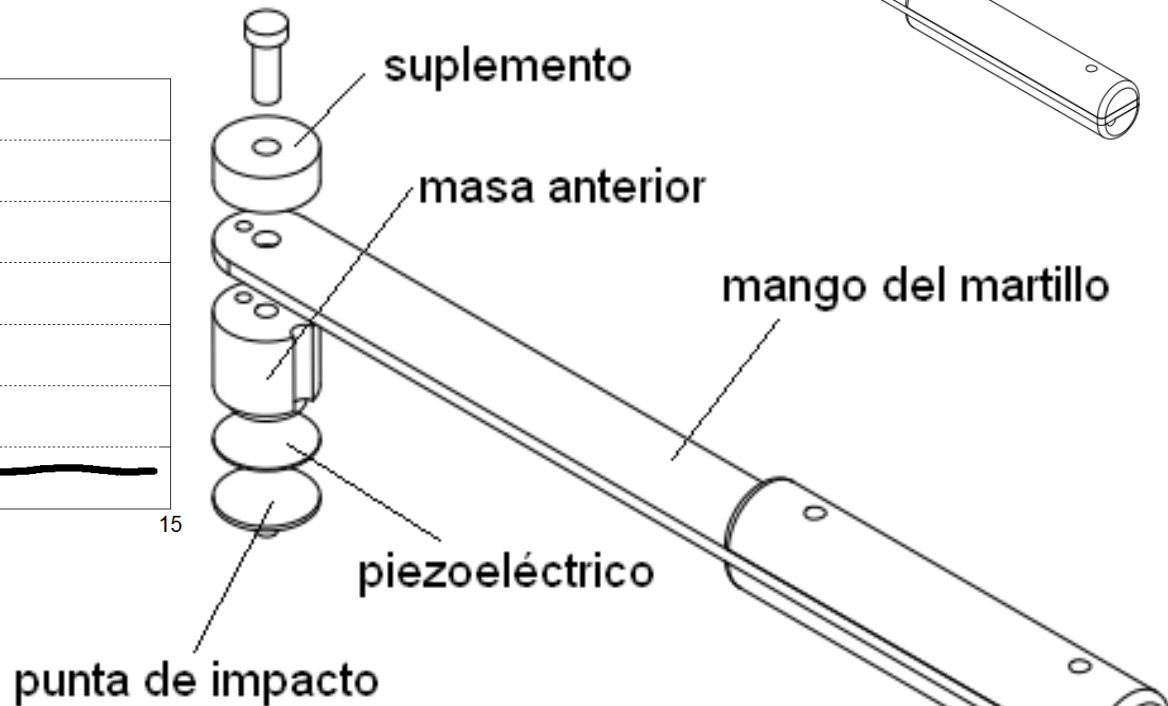
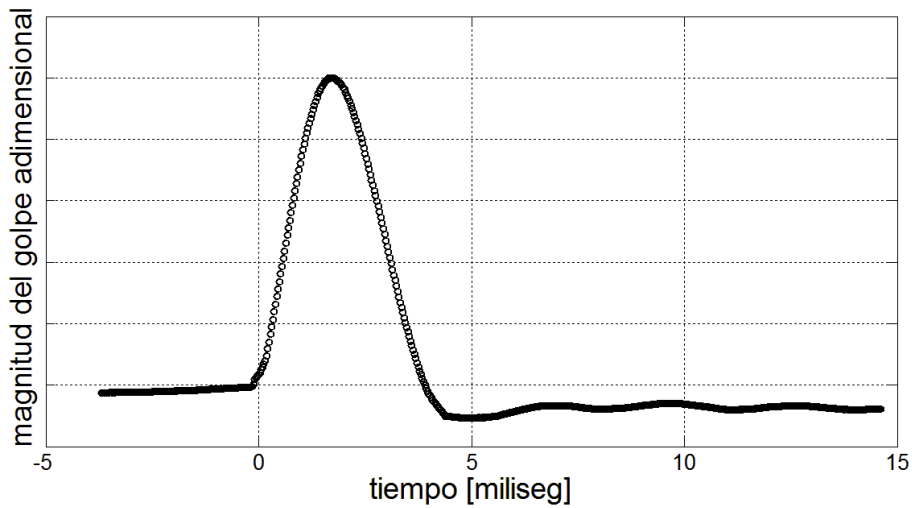
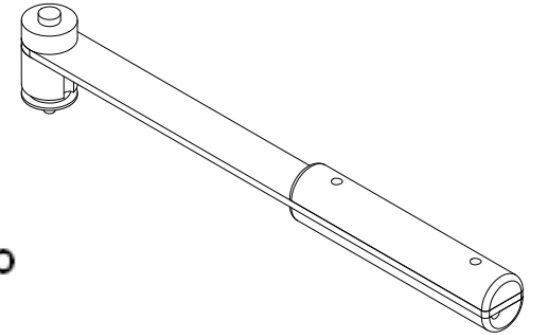


OPCIÓN 2



Desarrollo: Análisis experimental

Martillo modal: prototipo 2



Desarrollo: Análisis experimental

2º ETAPA: probetas

Probeta 1: FALLA TIPO 1

pre. formed leading edge

Probeta 2: FALLA TIPO 2

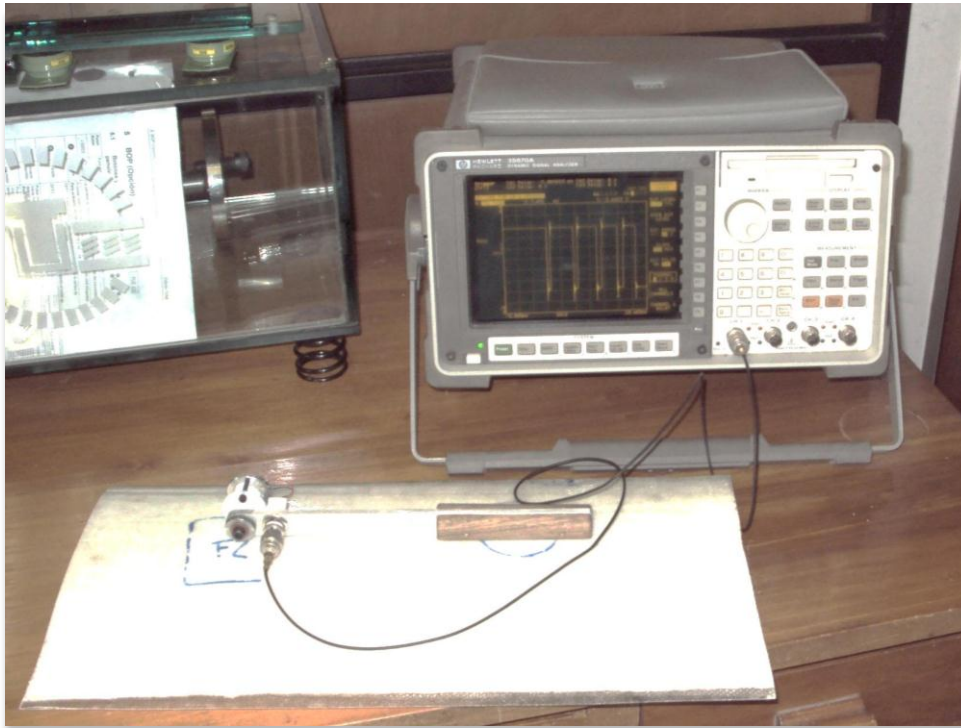
built-up foam
core section

composite fibreglass spar

trailing edge

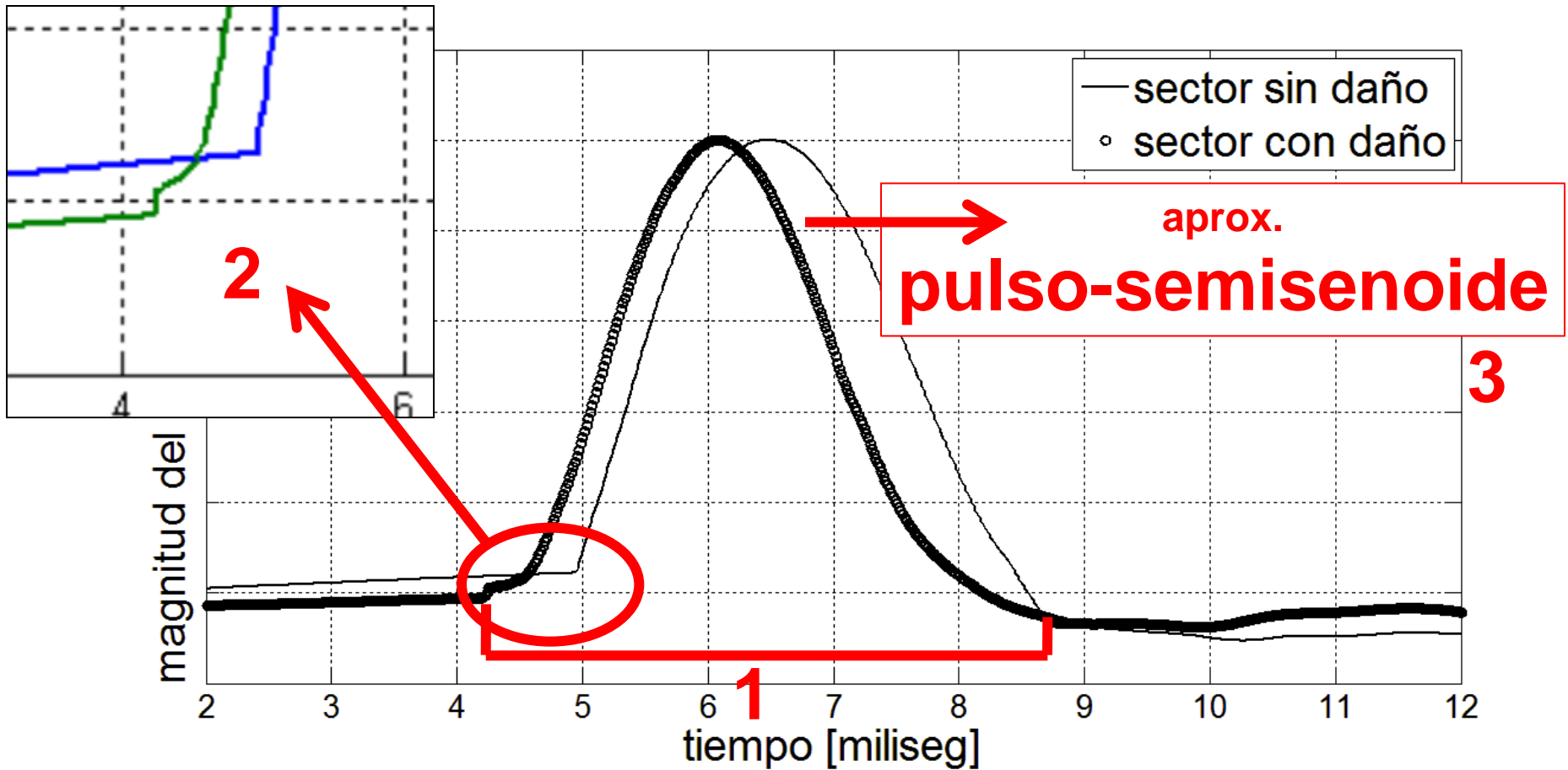
Desarrollo: Análisis experimental

2º ETAPA: imágenes de laboratorio



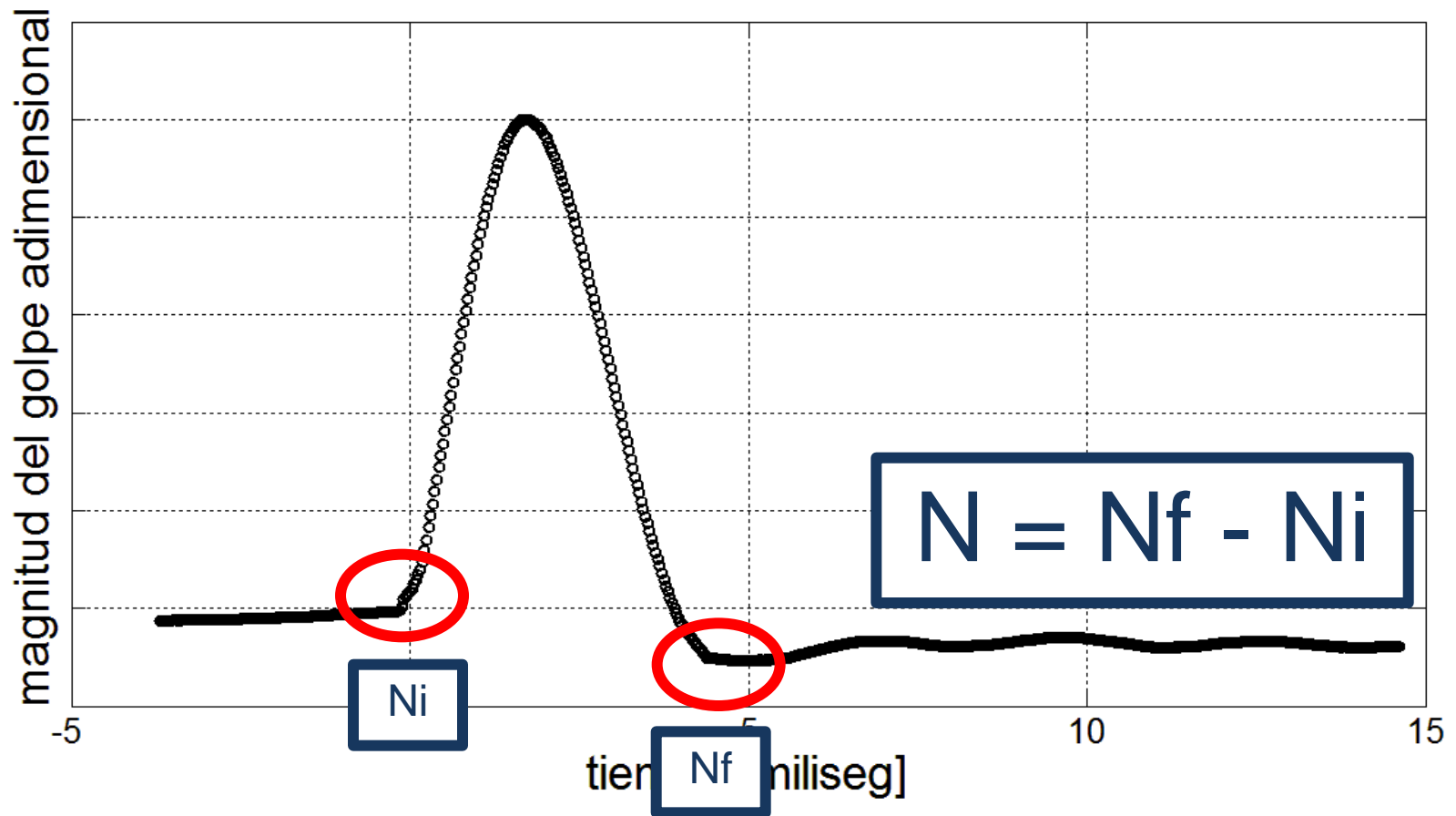
Desarrollo: Análisis experimental

3º ETAPA: software



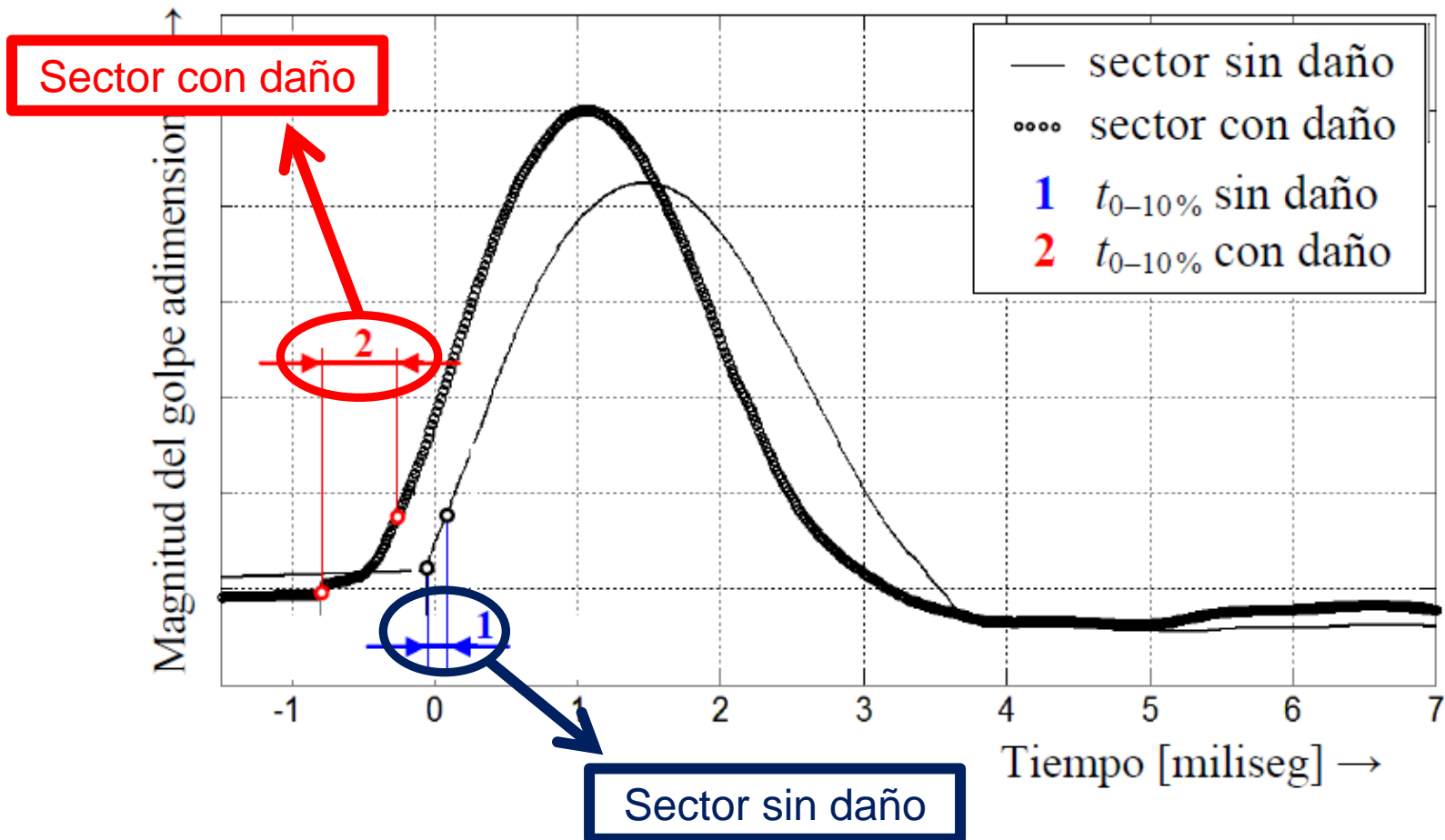
Desarrollo: Análisis experimental

Parámetro característico 1: *longitud N*



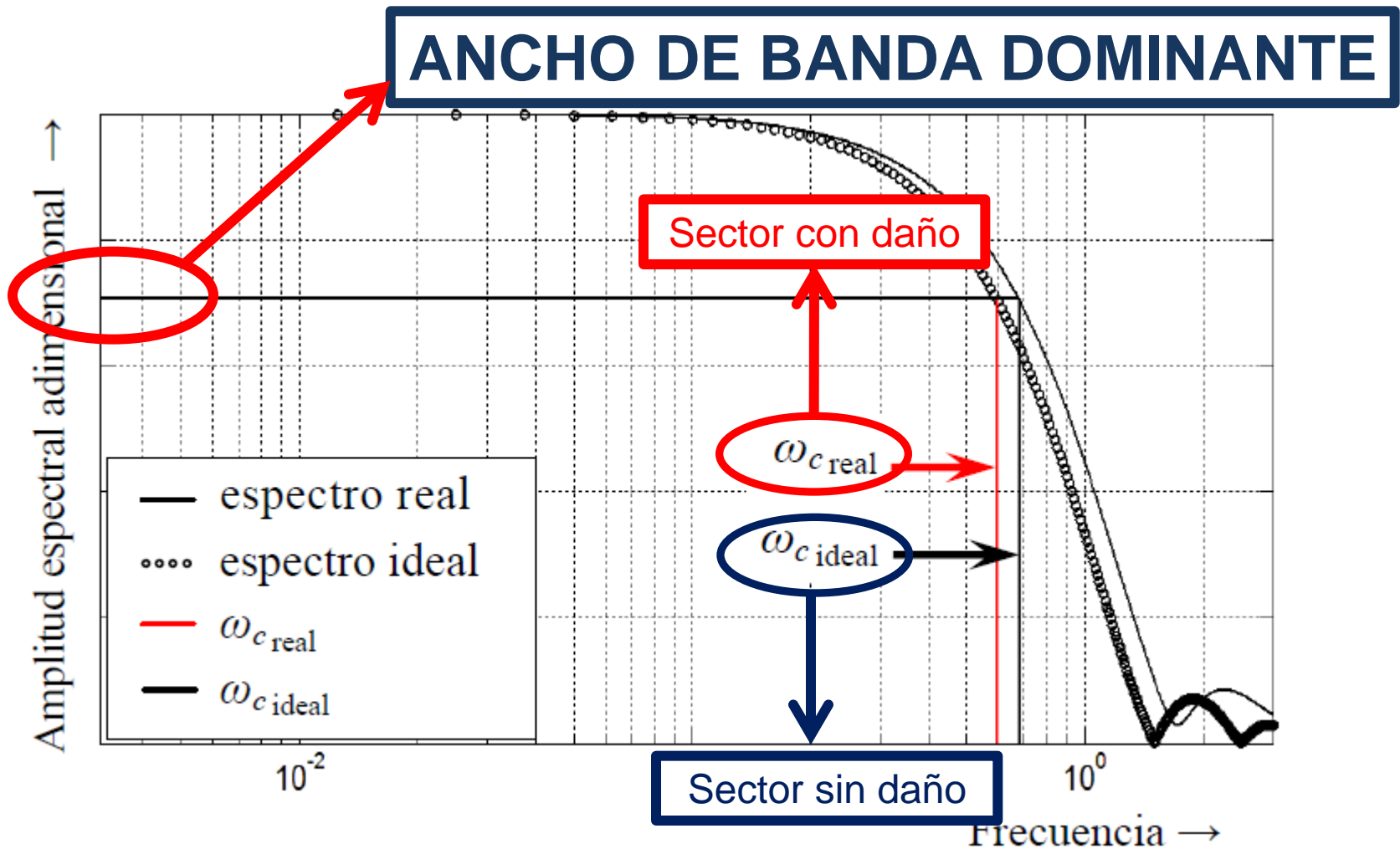
Desarrollo: Análisis experimental

Parámetro característico 2: *tiempos 0-10%*

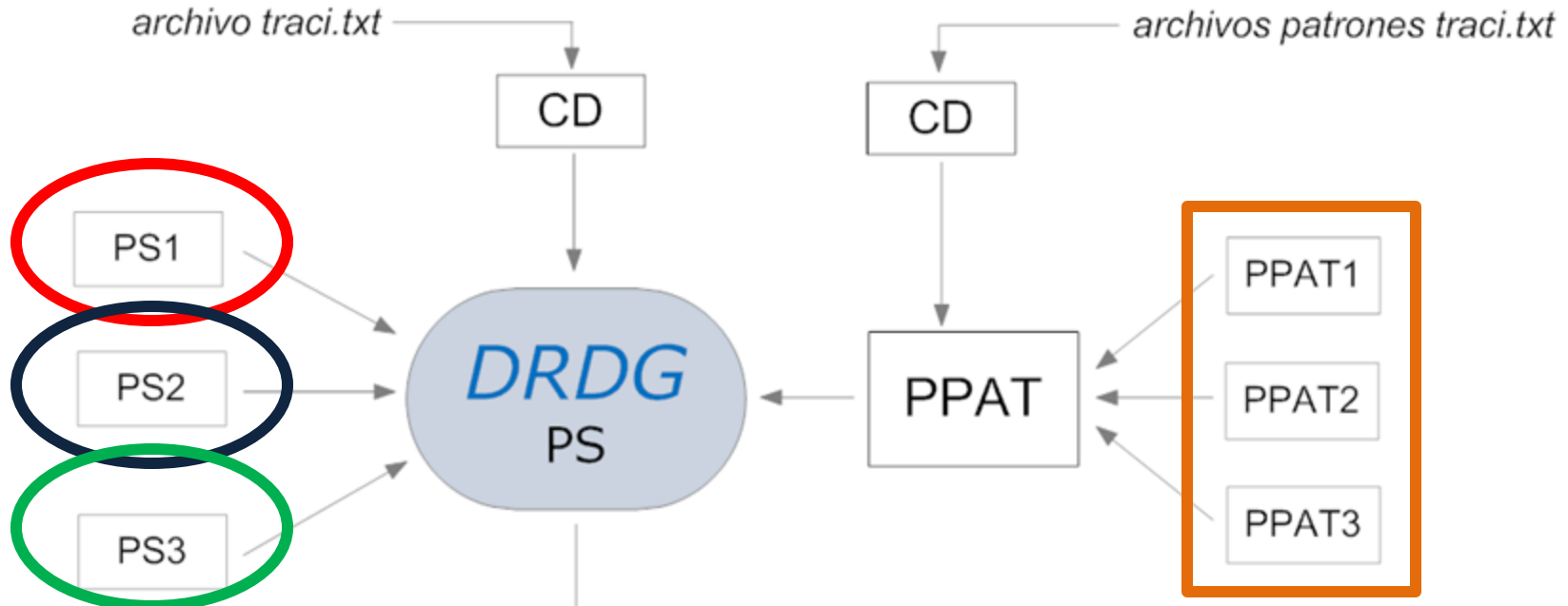


Desarrollo: Análisis experimental

Parámetro característico 3: frec. de corte



Desarrollo: programa *DRDG*



- **Parámetro caract. 1**
- **Parámetro caract. 2**
- **Parámetro caract. 3**
- **Parámetro patrones**

Archivo resultado



Figura resultado

Desarrollo: DRDG

DRDG Archivo Ayuda

PARÁMETROS PATRONES

ENTRE LA CANTIDAD DE GOLPES PATRONES

ENTRE EL NÚMERO DEL 1º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 2º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 3º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 4º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 5º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 6º GOLPE PATRÓN


ENTRE EL NÚMERO DEL 7º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 8º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 9º GOLPE PATRÓN

ENTRE EL NÚMERO DEL 10º GOLPE PATRÓN

CALCULAR PARÁMETROS PATRONES



PARÁMETROS PATRONES

Na1: + -

Na2: + -

wcc: + -

ANÁLISIS DE GOLPES

ENTRE EL NÚMERO DEL GOLPE QUE DESEA ANALIZAR

RESULTADOS

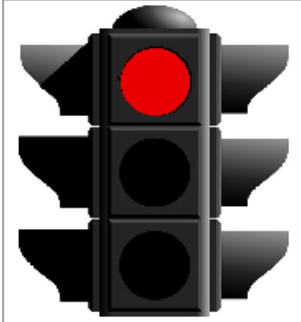
Na1: C2:

Na2: C3:

wcc: C4:

ANALIZAR GOLPE

GAP?



REFERENCIAS

- ZONA CON FALLA
- REPETIR EL GOLPE
- ZONA SIN FALLA

Conclusiones

- Se desarrolló de un sistema de calidad de materiales compuestos: hardware + software. Categoría NDT.
- Se evaluó el remplazó de Martillo Modal comercial por hardware de bajo costo
- Parámetro relevante en detección de fallas: frecuencia de corte del pulso de impacto
- Parámetro de identificación de fallas: tiempos 0 – 10%
- Software *DRDG*: entrega resultados instantáneos. Evita subjetividad o criterio de operador

*GRACIAS POR SU
ATENCIÓN ...*