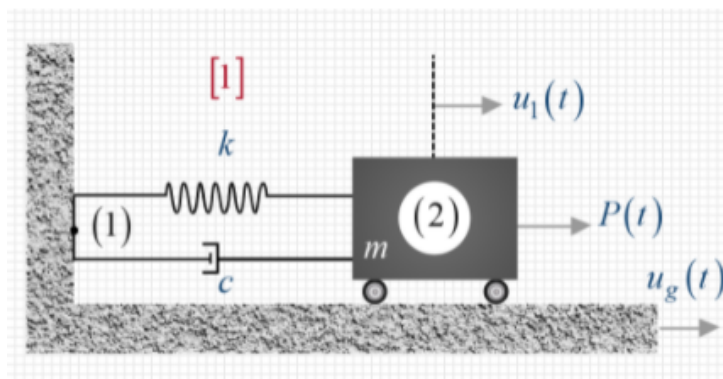


## 2.4. Análisis de la Historia en el Tiempo de Sistemas de un solo Grado de Libertad-SDOF-Dynamics



Este experimento permite obtener la respuesta de un sistema de un solo grado de libertad a través de un análisis de vibración forzada, vibración libre y análisis de la historia en el tiempo de sistemas de grado único de libertad (SDOF) excitados con varios tipos de cargas dinámicas, incluido el registro de aceleración del suelo. El comportamiento de la estructura se puede modelar como un sistema lineal y no lineal. El esquema empleado para este experimento es el siguiente:



### 2.4.1. Propiedades del sistema

- El usuario **introduce** las propiedades del sistema, tal como el periodo "T" (s), la masa "m" (ton), y el amortiguamiento " $\xi$ " (porcentaje).

The screenshot shows the "SYSTEM PROPERTIES" form in a software application. The form has four tabs: "SYSTEM PROPERTIES", "TYPE OF MATERIAL", "TYPE OF EXCITATION", and "ANALYSIS". The "SYSTEM PROPERTIES" tab is active. The form contains three input fields:

Parameter	Value	Unit
T	0.2	Period [s]
m	100	Mass [Tonne -kN.s <sup>2</sup> /m -kN/g]
$\xi$	5	Damping [%]

## 2.4.2. Tipo de material

- El usuario **define** el tipo de material, este puede ser Elástico, Bilinear 1 o Bilinear 2.

SYSTEM PROPERTIES | **TYPE OF MATERIAL** | TIPO DE EXITACIÓN | ANALYSIS

Select:

BEHAVIOR TYPE

Force (kN)

Displacement

$k_0$

OUTPUT

- En caso de seleccionar Bilinear 1, el usuario debe **definir** el esfuerzo de fluencia "F<sub>y</sub>" (kN), el coeficiente de rigidez posterior a la fluencia "r" (será un porcentaje de la rigidez lateral inicial de cada piso, adimensional).

SYSTEM PROPERTIES | **TYPE OF MATERIAL** | TIPO DE EXITACIÓN | ANALYSIS

Select:

	Columns Story 1	Columns Story 2	
F <sub>y</sub>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="100"/>	Yield strength [kN]
r	<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="0.25"/>	Post yield stiffness coefficient

BEHAVIOR TYPE

Force (kN)

Displacement

$F_y$

$k_0$

$r \cdot k_0$

OUTPUT

- En el caso de Bilinear 2, el usuario además debe **definir** factor "R" de control de transición desde el estado elástico al plástico (recomendado entre 10 y 20).

SYSTEM PROPERTIES | **TYPE OF MATERIAL** | TIPO DE EXITACIÓN | ANALYSIS

Select:

	Columns Story 1	Columns Story 2	
F <sub>y</sub>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="100"/>	Yield strength [kN]
r	<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="0.25"/>	Post yield stiffness coefficient
R	<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="14"/>	Control of transition from elastic to plastic state (Recommended between: 10 and 20)

BEHAVIOR TYPE

Force (kN)

Displacement

$F_y$

$k_0$

$k_p$

R=5

R=20

OUTPUT

## 2.4.3. Tipo de excitación

- Se pueden definir tres tipos de excitaciones: fuerza lineal, fuerza tri-lineal y fuerza armónica. Si el usuario **selecciona** fuerza lineal, debe establecer la magnitud del impulso "I" (kN/s) y la duración del impulso "DI" (s).

SYSTEM PROPERTIES    TYPE OF MATERIAL    **TIPO DE EXITACIÓN**    ANALYSIS

Select: Linear force function

I - 10    Magnitude of impulse [kN/s]

DI - 11    Duration of impulse [s]

$P_{max} = (I).(DI)$

**OUTPUT**

**OUTLINE**

- Si el usuario **selecciona** fuerza tri-lineal, debe establecer la carga máxima "Pmax" (kN) y los tres tiempos de aplicación "t1, t2, t3" (s).

SYSTEM PROPERTIES    TYPE OF MATERIAL    **TIPO DE EXITACIÓN**    ANALYSIS

Select: Tri-linear force function

Pmax - 100    Maximum load [kN]

t1 - 3    time 1 [s]

t2 - 5    time 2 [s]

t3 - 7    time 3 [s]

**OUTPUT**

**OUTLINE**

- Y, si el usuario **selecciona** fuerza armónica, debe establecer la amplitud máxima "Po" (kN) y la frecuencia "w" (rad/s).

SYSTEM PROPERTIES    TYPE OF MATERIAL    **TIPO DE EXITACIÓN**    ANALYSIS

Select: Harmonic force function

Po - 70    Maximum amplitude [kN]

w - 10    Frequency [rad/s]

$P(t) = P_o \cdot \sin(w \cdot t)$

**OUTPUT**

**OUTLINE**

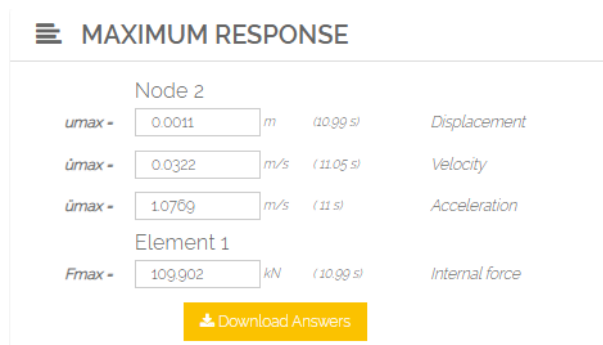
#### 2.4.4. Análisis

- El usuario **establece** el tiempo de duración (s) del análisis. Con el tiempo establecido simplemente haga clic en el icono 

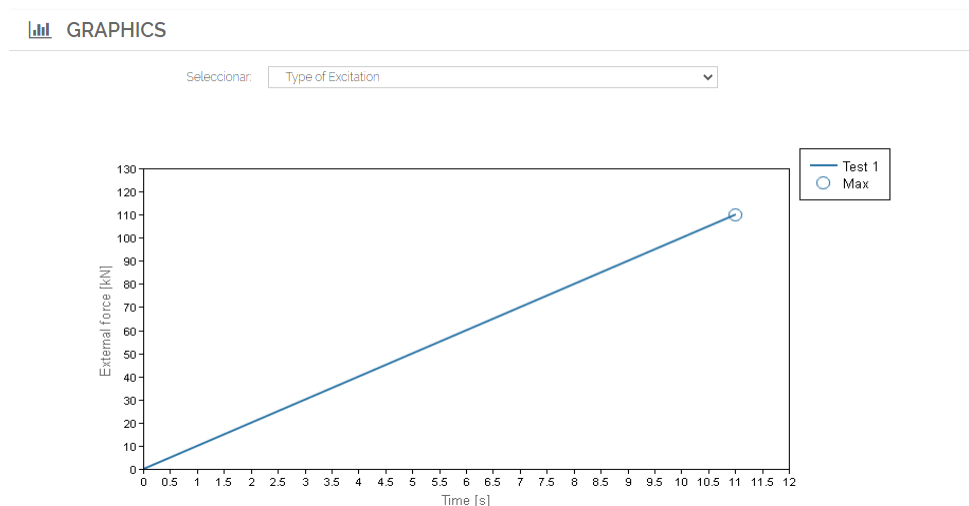


### 2.4.5. Resultados

- Los resultados que arroja el experimento tras este haber concluido su análisis son la **máxima respuesta** del nodo. Los resultados son desplazamiento máximo " $u_{max}$ " (m), velocidad máxima " $\dot{u}_{max}$ " (m/s), aceleración máxima " $\ddot{u}_{max}$ " (m/s<sup>2</sup>) y la fuerza interna máxima " $F_{max}$ " (kN)

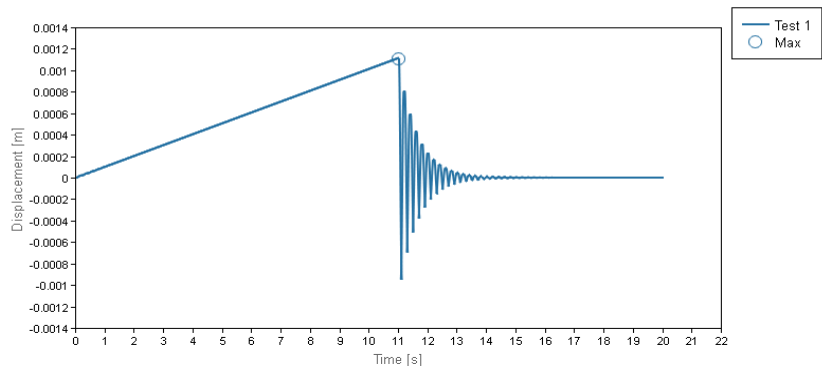


- Otro resultado que se obtiene son las gráficas con respecto al tiempo, como el tipo de excitación, el desplazamiento relativo, la velocidad relativa, y la aceleración relativa del nodo, además de la fuerza interna y la histéresis del elemento. El usuario **selecciona** la gráfica que desea observar al darle clic a



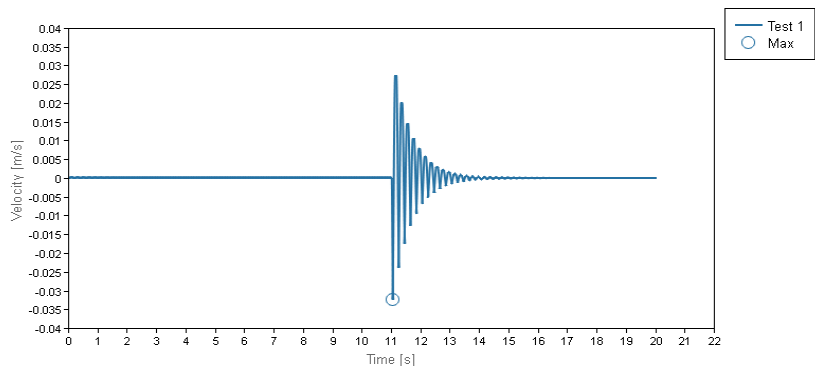
GRAPHICS

Seleccionar: Relative displacement (Node 2)



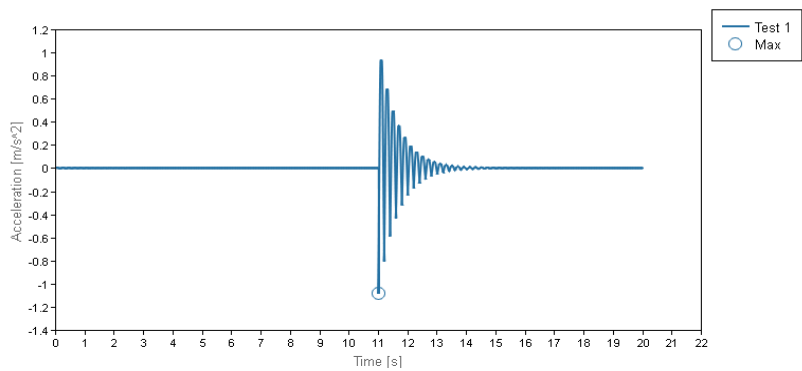
GRAPHICS

Seleccionar: Relative velocity (Node 2)



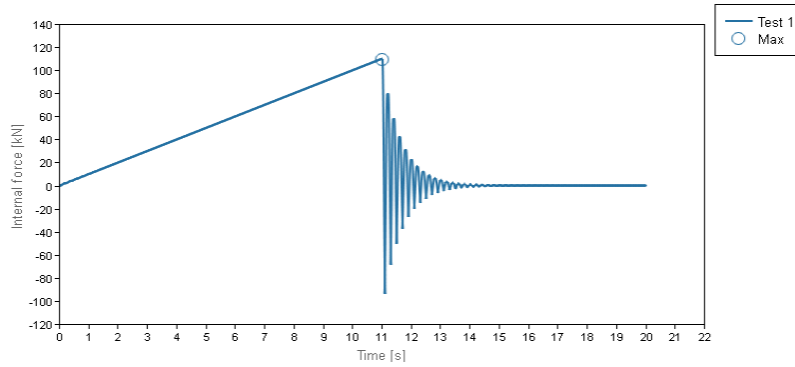
GRAPHICS

Seleccionar: Relative acceleration (Node 2)



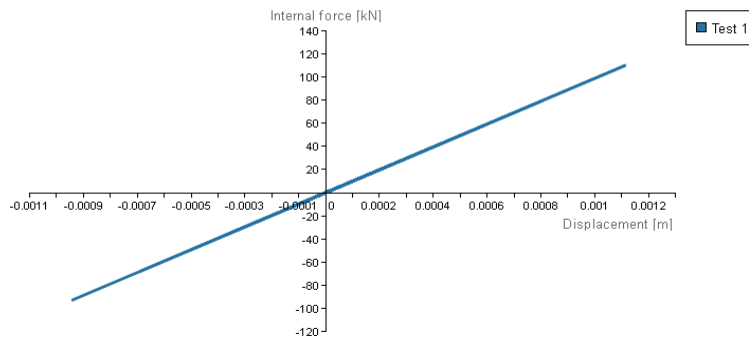
GRAPHICS

Seleccionar: Internal force (Element 1)

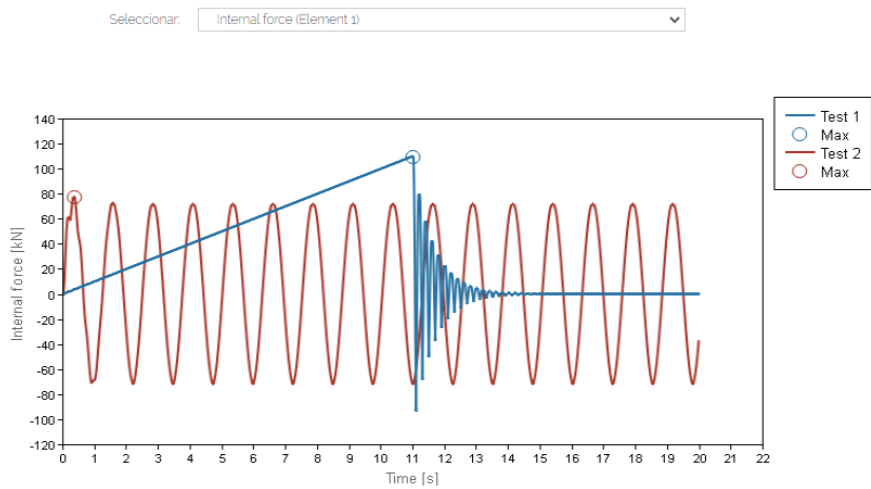


GRAPHICS

Seleccionar: Hysteresis (Element 1)



- Algo a tener en cuenta por el usuario es que; el experimento tiene la capacidad de realizar una gráfica comparativa de distintos escenarios al mismo tiempo es decir, realizar varios analisis de distinto tipo al mismo tiempo tal como se presenta en la figura, para poder realizar esto simplemente se seguirá el proceso detallado previamente cambiando ya sea el tipo de material, tipo de excitación o el tiempo de análisis y dando **clik** en "Analyze" nuevamente.

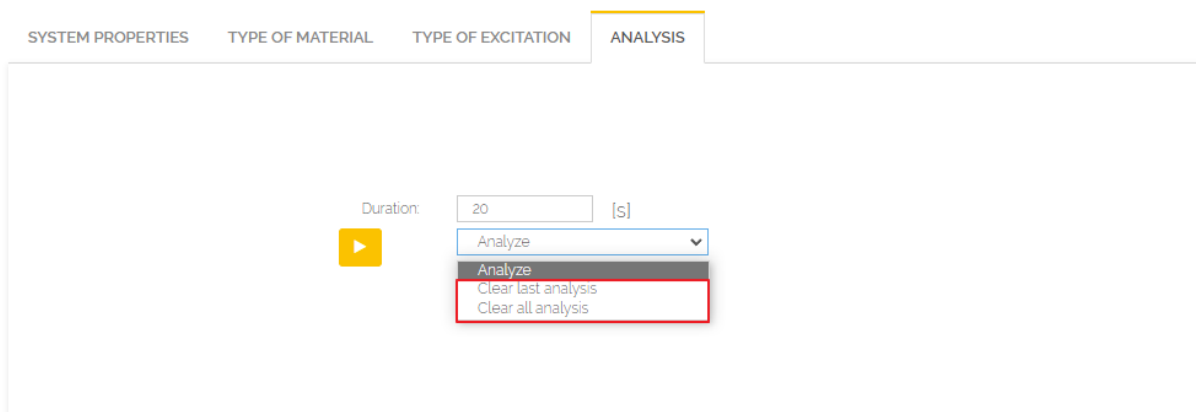


### Descargar resultados

Una vez culminado todo el proceso de análisis y obtenidos los resultados, el usuario puede descargar tanto el resumen de resultados como las gráficas al dar **click** en [Download answers](#)

### 2.4.6. Limpiar análisis

- Para limpiar los resultados del experimento una vez este ha concluido el análisis, el usuario se ubicará en la pestaña de "Analysis" y al desplegar la pestaña señalada dependiendo si se quiere limpiar solo un análisis o todos los análisis dará **click** en "Clear last Analysis" para limpiar únicamente el último análisis o "Clear all Analysis" para limpiar todos los análisis realizados.



### 2.4.7. Cargar ejemplo

- Para facilitar el entendimiento de los experimentos del laboratorio virtual, se presentan ejemplos de carga, mismos que sirven para presentar al usuario valores referenciales que pueden ser empleados en los experimentos al dar **click** en "Load Example", los valores se ingresarán automáticamente de tal manera que el usuario pueda ejecutar el experimento sin ningún problema en cualquiera de sus escenarios.

