

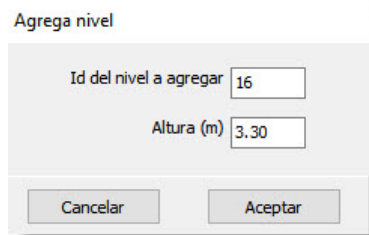
Introducción

En este texto se describe la forma en que son incorporados resortes lineales, a una estructura, para simular aisladores en un modelo de **ECOgcW3**. Con estos resortes, **ECO** realiza un análisis modal espectral iterativo, ajustando las rigideces horizontales de los resortes, de tal manera que al final se obtenga un periodo objetivo, para un determinado porcentaje de amortiguamiento crítico. Estos últimos definidos por el Usuario.

*En este texto se usa indistintamente el término **Aislador** o **Resorte**. El usuario debe tener en cuenta que el análisis que se realiza en **ECOgcW3** es **lineal**, por lo tanto no se están trabajando **Aisladores** como tal, sino **resortes de comportamiento elástico lineal** que simulan el comportamiento de los **aisladores no lineales**.*

Procedimiento

Teniendo definida en su totalidad la estructura, que se va a modificar adicionando resortes, se utiliza la opción **Edición – Agrega Nivel**, desplegándose una ventana similar a la siguiente:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Agrega nivel". Dentro de la ventana, hay dos campos de texto: "Id del nivel a agregar" con el valor "16" y "Altura (m)" con el valor "3.30". En la parte inferior de la ventana, hay dos botones: "Cancelar" a la izquierda y "Aceptar" a la derecha.

En el campo **Id** del nivel a agregar se captura la identificación del nivel que va a agregar, normalmente **LF** (losa flotante). Como el nivel se va a agregar en la parte inferior, en valor en el campo **Altura** se captura negativo (normalmente **-0.80**).

Posteriormente se usa la opción **Define – Secciones** transversales donde se capturan al menos dos secciones nuevas, una para las trabes y otra para las columnas del **nivel agregado**. Estas secciones nuevas se asignan a las barras que corresponden.

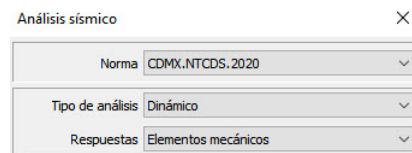
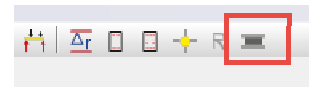
*La sección de las columnas puede ser cualquiera y se **utiliza únicamente para ubicar la posición donde el programa colocará los resortes que simulan los aisladores**. Se recomienda utilizar una sección **circular**, asignarle un material con peso volumétrico igual a cero y deberá ser **no diseñable**. Las **barras** que **ECO** convertirá en aisladores no podrán tener offsets, la cota **Z** del nudo **i** deber ser menor que la del nudo **j**, no podrá estar **articulada** y sus ejes locales no podrán estar **rotados**.*



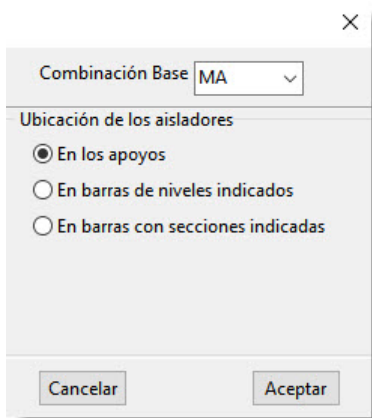
Una vez definidas y asignadas las secciones de la losa flotante, se analiza el edificio.

Este primer análisis se realiza para obtener la fuerza axial que actúa en las barras donde se colocarán los resortes.

Al estar el edificio analizado, se activa la opción **Otros – Aisladores** si el Tipo de análisis sísmico es **Dinámico** con Respuestas por Combinación Modal de **Elementos Mecánicos**, no tiene **Interacción** suelo estructura y se está realizando el análisis de acuerdo a CDMX-2020, CDMX-2017, PUE-2017o CFE-2015.



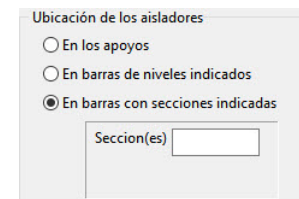
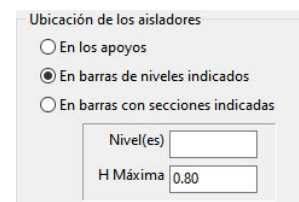
Al seleccionar esta opción, si no se han definido los resortes, se muestra una ventana similar a la siguiente:



En el campo **Combinación Base** se selecciona la combinación que se usa para obtener las fuerzas **Fx, Fy, Fz** en las barras donde se ubicarán los resortes (*normalmente la combinación que se usó para obtener las masas*).

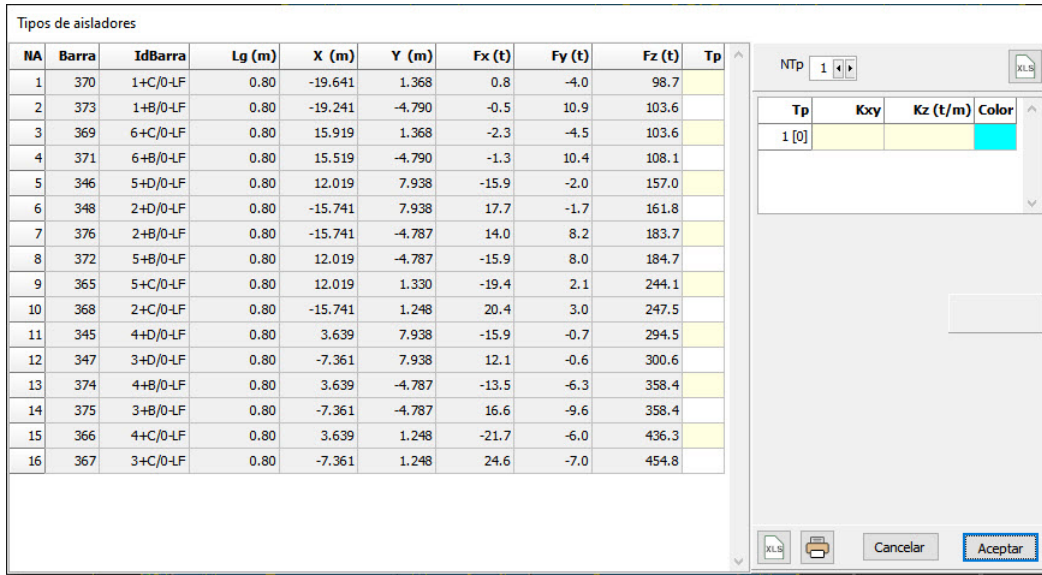
En el campo **ubicación de los aisladores**:

- Si se selecciona **En los apoyos**, el programa colocará los resortes en los nudos que son apoyo y mostrará las fuerzas en ellos. *En este caso los resortes se ubican en los apoyos directamente.*
- Si se selecciona **En barras de niveles indicados**, muestra los campos **Nivel(es)** y **H Máxima** donde se captura la identificación de los niveles y la altura máxima que deben de tener las barras que serán sustituidas por los resortes. *Si se captura H Máxima igual a cero, todas las barras en el serán sustituidas por resortes.*
- Si se selecciona **En barras con secciones indicadas**, muestra el campo **Seccion(es)** donde se captura la identificación de las secciones transversales de las barras que serán sustituidas por los resortes.



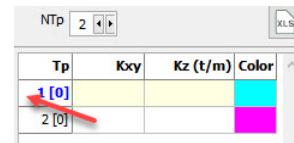
Con las opciones **En barras de niveles indicados** y **En barras de secciones indicadas** se crean los aisladores en las barras que **cumplen con los requisitos** mencionados anteriormente.

Al seleccionar **Aceptar** se muestra una ventana similar a la siguiente:



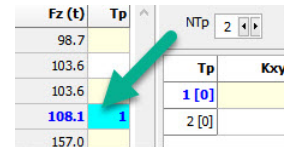
Las líneas de la tabla se acomodan en orden ascendente de valor de **Fz**. Se puede reacomodar la tabla haciendo clic en el encabezado de la columna que se quiere usar como base de acomodo.

En el campo **NTp** se define el número de tipo de resortes que se colocarán en la estructura. Al hacer clic en el campo **Tp**, la línea correspondiente se muestra en color azul.



Estando un determinado tipo seleccionado, se hace clic en la columna **Tp** de la tabla principal para asignar a la barra o nudo el resorte de la línea correspondiente.

Si se hace clic teniendo oprimida la tecla **Shift**, el programa asigna el tipo a todas las líneas que no estén definidas arriba del renglón donde se hace clic.



Si se hace clic en el encabezado **Kxy**, el programa inicializa el valor de **Kxy** para cada tipo de aislador con el valor promedio de las cargas axiales (**Fz**) en los aisladores del mismo tipo.

Una vez definidos los **Kxy** de la tabla derecha y asignados los tipos de aisladores en los campos **Tp** de la tabla izquierda, se puede obtener la excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigideces de los aisladores usando el botón **Excentricidad**.

Si se tienen al menos dos tipos de aisladores, para disminuir la excentricidad, se puede hacer **Shift-Clic** en el campo **Tp** para que **ECO** determine la **Kxy** en el tipo de aislador con la que se disminuye la excentricidad. El procedimiento que sigue **ECO** no siempre converge, si este es el caso, despliega un mensaje avisando que no se pudo determinar.

Tip	Kxy
1 [R]	138.0
2 [R]	337.0

Al seleccionar **Aceptar** o seleccionar la opción **Otros - Aisladores** estando definidos los resortes, se muestra una ventana donde se puede modificar la asignación de resortes y definir lo siguiente:

Periodo objetivo

Tobj 3.23 s

DifAd 1.00 %

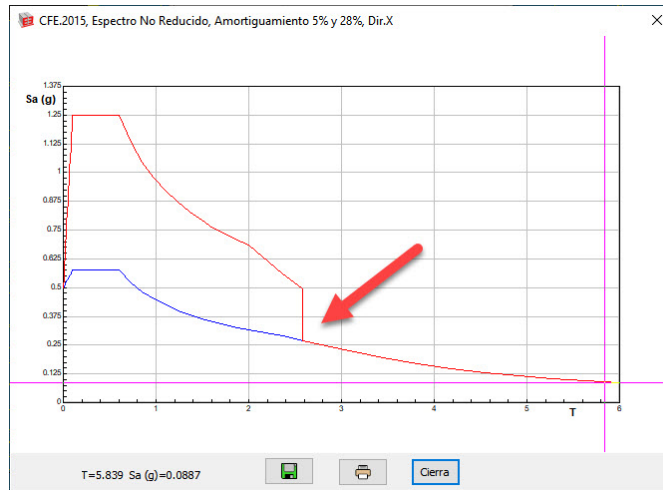
IterMax 20

Amortiguamiento

ζ_{ef} 28.00 %

FacT 0.80

- En el campo **Tobj** se captura el periodo objetivo que se desea obtener.
- En el campo **DifAd** se captura la diferencia admisible entre el periodo realmente obtenido y el periodo objetivo que se desea obtener.
- En el campo **IterMax** se define el número de iteraciones máximas que se permiten para obtener el periodo objetivo.
- En el campo **amortiguamiento efectivo** se captura el porcentaje de amortiguamiento crítico para el periodo fundamental en cada dirección.
- En el campo **FacT** se captura el factor del periodo donde se hace el cambio entre el porcentaje de amortiguamiento crítico base y el que se toma para el periodo fundamental en cada dirección.



Los tres iconos de la parte inferior se utilizan para:

- Mostrar la información de los aisladores capturados. *Una vez analizada la estructura sobre aisladores, con este botón puede entrar para obtener:*
 - La carga axial mínima y máxima en cada uno de los resortes para un determinado grupo de combinaciones. De esta manera se puede verificar si existen tensiones.
 - La carga axial de gravedad factorizada y sin factorizar para una determinada combinación de cargas.
 - Los desplazamientos horizontales de los resortes considerando varias opciones.



- Realizar el análisis, entrando el programa a un proceso iterativo donde varía la rigidez horizontal de los aisladores de tal manera de llegar al periodo objetivo.
- Desbloquear el análisis. Esto permite ajustar las rigideces de los resortes y realizar nuevamente el análisis sin solicitar un periodo objetivo determinado.

Una vez realizado el análisis y obtenido el periodo objetivo, al seleccionar el botón de información se obtiene una ventana similar a la siguiente:



Tipos de aisladores															
NA	Barra	IdBarra	Lg (m)	X (m)	Y (m)	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Tp	FzGF (t)	FzGSF (t)	DxM (cm)	DyM (cm)	DxT (cm)	DyT (cm)
1	370	1+C/D-LF	0.80	-19.641	1.368	0.0	0.0	106.3	1			49.06	48.96	49.06	48.96
2	373	1+B/D-LF	0.80	-19.241	-4.790	0.0	0.0	110.7	1			48.73	48.96	48.73	48.96
3	369	6+C/D-LF	0.80	15.919	1.368	0.0	0.0	111.6	1			49.06	48.65	49.06	48.65
4	371	6+B/D-LF	0.80	15.519	-4.790	0.0	0.0	115.7	1			48.73	48.65	48.73	48.65
5	346	5+D/D-LF	0.80	12.019	7.938	0.0	0.0	158.4	1			49.40	48.68	49.40	48.68
6	348	2+D/D-LF	0.80	-15.741	7.938	0.0	0.0	162.9	1			49.40	48.93	49.40	48.93
7	376	2+B/D-LF	0.80	-15.741	-4.787	0.0	0.0	181.7	1			48.73	48.93	48.73	48.93
8	372	5+B/D-LF	0.80	12.019	-4.787	0.0	0.0	182.1	1			48.73	48.68	48.73	48.68
9	365	5+C/D-LF	0.80	12.019	1.330	0.0	0.0	234.2	2			49.05	48.68	49.05	48.68
10	368	2+C/D-LF	0.80	-15.741	1.248	0.0	0.0	237.6	2			49.05	48.93	49.05	48.93
11	345	4+D/D-LF	0.80	3.639	7.938	0.0	0.0	295.4	2			49.40	48.76	49.40	48.76
12	347	3+D/D-LF	0.80	-7.361	7.938	0.0	0.0	301.7	2			49.40	48.85	49.40	48.85
13	374	4+B/D-LF	0.80	3.639	-4.787	0.0	0.0	360.7	2			48.73	48.76	48.73	48.76
14	375	3+B/D-LF	0.80	-7.361	-4.787	0.0	0.0	361.7	2			48.73	48.85	48.73	48.85
15	366	4+C/D-LF	0.80	3.639	1.248	0.0	0.0	428.9	2			49.05	48.76	49.05	48.76
16	367	3+C/D-LF	0.80	-7.361	1.248	0.0	0.0	446.1	2			49.05	48.85	49.05	48.85

NTp 2

Tp	Kxy	Kz (t/m)	Color
1 [8]	85.3	180,000.0	Blue
2 [8]	121.8	180,000.0	Pink

Faxial Min-Max: [v] Gravedad factorizada: [v] Procesa

Excentricidad

CM xc=-1.88 y=0.79 z=-0.4
 Ck xc=-1.88 y=0.81 z=-0.4
 Ex xc=0.02 y=0.02 z=0

Considero en DxT y DyT

Excentricidad accidental
 0.30*desp.Xy-YsX
 Factor por Vbssal mínimo

Cancelar Aceptar

En la columna **Kxy** se muestran los valores de rigidez horizontal calculada en cada tipo de aislador para obtener el periodo objetivo solicitado.

Si se selecciona el botón **Excentricidad**, el programa determina la excentricidad entre el centro de masas (centro de fueras **Fz**) y el centro de rigideces horizontales de los aisladores.

En el campo **Faxial Min-Max** se selecciona el **grupo de combinaciones** de las que se desea obtener la fuerza axial envolvente en los aisladores. En el campo **Gravedad factorizada** se selecciona la **combinación de cargas** de la cual se obtiene las fuerzas **Fz** de gravedad factorizadas (**FzGF**) y sin factorizar (**FzGSF**). Al seleccionar el botón **Procesa**, las columnas **Fx-Fy** cambian a **FzMin-FzMax**, desplegando los valores de fuerza axial en color rojo si son de tensión. Adicionalmente se determinan los valores de **FzGF** y **FzGSF** si se tiene una combinación de gravedad seleccionada.

En las columnas **DxM** y **DyM** se despliegan los desplazamientos modales totales obtenidos en dirección **X** y **Y**.

En las columnas **DxT** y **DyT** se muestran los desplazamientos totales obtenidos considerando los campos palomeados en el cuadro **Considero en DxT y DyT**.

Con los botones a la izquierda de botón **Cancelar** se puede pasar la tabla principal hacia Excel o imprimir un reporte seleccionando la información que se desea obtener de los aisladores.