



Puntos de control de movimientos en Architrave®

Apellidos, nombre	Guardiola Vállora, Arianna (aguardio@mes.upv.es)
Departamento	Mecánica del Medio continuo y Teoría de Estructuras
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen

En este documento se explica cómo introducir puntos de control de movimientos en el modelo de la estructura desarrollado en el módulo de diseño del programa de análisis y cálculo de estructuras Architrave® [1] y cómo verificar en el módulo de cálculo del mismo programa, que no se superan los límites establecidos.

2 Introducción

Además de comprobar las condiciones de resistencia de las estructuras, es necesario comprobar las condiciones de rigidez, es decir, que la estructura no deforma excesivamente.

Según el Documento Básico, Seguridad Estructural del Código Técnico (DB-SE del CTE) [2] las limitaciones de flecha vertical que hay que verificar son las del epígrafe 4.3.3. de dicho documento, recogido en la Figura 1.

<p>4.3.3 Deformaciones</p> <p>4.3.3.1 Flechas</p> <p>1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:</p> <ul style="list-style-type: none">a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;c) 1/300 en el resto de los casos. <p>2 Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.</p> <p>3 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.</p>
--

Figura 1. Límites de flecha vertical establecidos en el DB-SE del CTE [2]

Además, el punto 4 del mismo epígrafe indica que las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar esta comprobación en dos direcciones ortogonales.

Para comprobar, con ayuda del programa de cálculo de estructuras Architrave®, que no se superan determinados movimientos en los nudos, barras o Elementos Finitos de una estructura se utiliza la herramienta "control de movimientos".

Esta herramienta consiste en introducir una serie de "puntos de control" allí donde se desee comprobar que no se exceden los valores máximos permitidos para dichos movimientos.

Esta operación se lleva a cabo en el momento de definir el modelo de la estructura en el módulo de diseño, mientras que la verificación de que no se superan los movimientos establecidos se realiza en el módulo de cálculo.

3 Objetivos

Al final de este documento, el estudiante será capaz de introducir los puntos de control, con las limitaciones correspondientes, en el modelo de la estructura dibujado en el módulo de diseño del programa de análisis y cálculo de estructuras Architrave®.

Para lograr este objetivo es necesario que el estudiante haya modelizado previamente la estructura en tres dimensiones, definiendo los materiales estructurales, las secciones de las barras, y el mallado de los Elementos Finitos, si es el caso.

4 Inserción de los puntos de control de movimiento

4.1 Introducción

El objetivo consiste en aprender a introducir los puntos de control de movimientos en aquellos puntos en los que pensamos que puede haber deformaciones excesivas: Extremos de voladizo, centros de vano, etc.

Esta operación forma parte de la definición del modelo de la estructura y, por tanto, se lleva a cabo en el módulo de diseño (aplicación en el entorno de AutoCAD [3]) del programa de cálculo Architrave®.

Para poder utilizar las herramientas del módulo de diseño se debe cargar la aplicación Architrave.fas. Para ello, en el cuadro de diálogo se escribe la orden *apload*, y se selecciona la aplicación Architrave.fas incluida en la carpeta CAD dentro del directorio ARCHITRAVE.

Una vez cargada la aplicación debe aparecer el menú de la derecha con las herramientas de Architrave®, además del mensaje acerca de la autoría y de cómo citar el programa (véase Figura 2).

El comando que permite introducir los puntos de control de movimientos se encuentra en el menú desplegable MOVIMIENTOS, tal y como se puede ver, subrayado en color azul, en la Figura 3.



Figura 2. Créditos del programa



Figura 3. Herramientas de Architrave®

4.2 Puntos de control. Movimiento vertical en extremo de voladizo.

Antes de introducir el punto de control, es necesario calcular el máximo movimiento admisible según la normativa de aplicación.

Considerando que el vuelo tiene una longitud de 1.25 m y que está previsto colocar un pavimento con juntas, la limitación que hay que tener en cuenta es 1/400 (ver Figura 1)

Por tanto,

si el límite es 1/400,

considerando que $L = 2 \cdot 1.25$,

la flecha admisible será $2 \times 125/400 = 0.62$ cm

4.3 Insertar los puntos de control

El procedimiento para insertar el punto de control consiste en seleccionar el comando de la barra de herramientas "control de movimientos" (ver Figura 4)

Orden ARCHITRAVE®: control movimientos

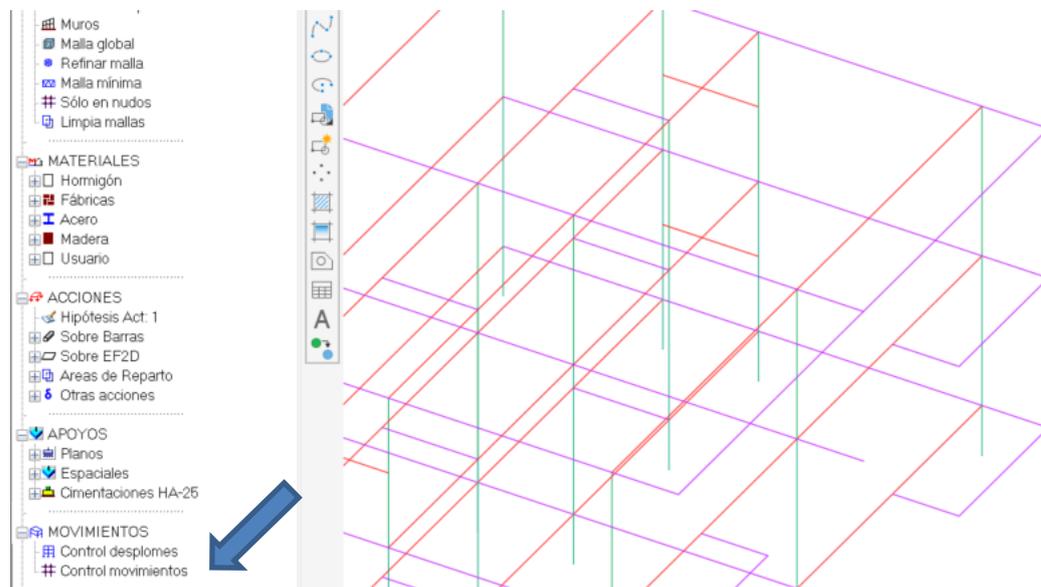


Figura 4. Comando "control de movimientos"

Architrave® pide:

- El punto de inserción del bloque, esto es, el punto en el que hay que controlar la deformación.
- El punto de referencia, es decir, el punto respecto del cual vamos a medir la deformación. Habitualmente el punto de referencia suele ser el extremo superior de un soporte o el punto de la viga que pensamos va a deformar menos.

Se señalan los dos puntos y Architrave® inserta dos bloques, uno en cada punto (ver Figura 5). En esta operación sólo se ha definido el punto de control y el punto de referencia, pero falta indicar el valor de los movimientos que queremos limitar.

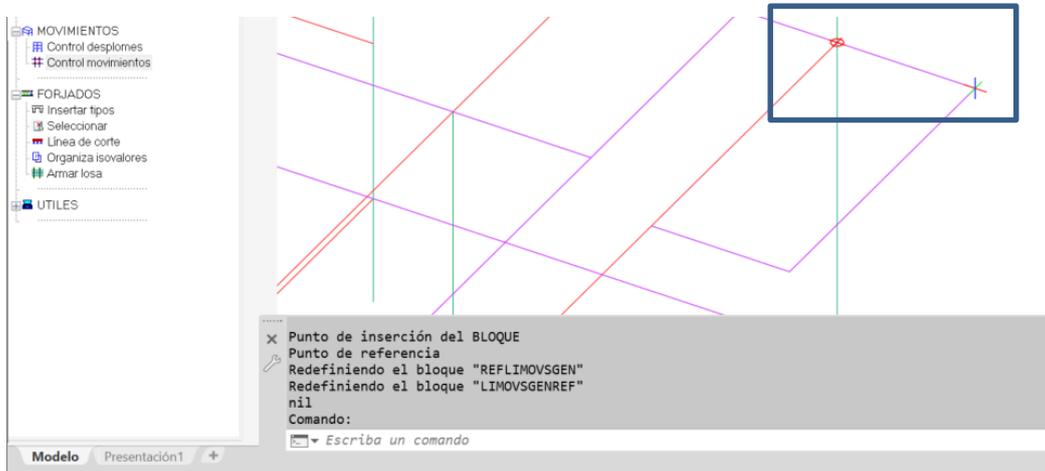


Figura 5. Bloques que representan los puntos de control

4.4 Definir los límites de los movimientos

Una vez insertados los bloques que representan los puntos de control es necesario definir los valores de los movimientos. La definición se hace con la orden propia "QQ", seleccionando el bloque insertado que representa el control de movimientos (en la Figura 5, el que está más a la derecha).

Seleccionado el punto de control, Architrave® abre una ventana de diálogo como la de la Figura 6. Si no se ve bien el cuadro de diálogo, como ocurre en la imagen de la Figura 6, éste se puede hacer más grande, "estirando" desde el margen derecho (ver figura 7)

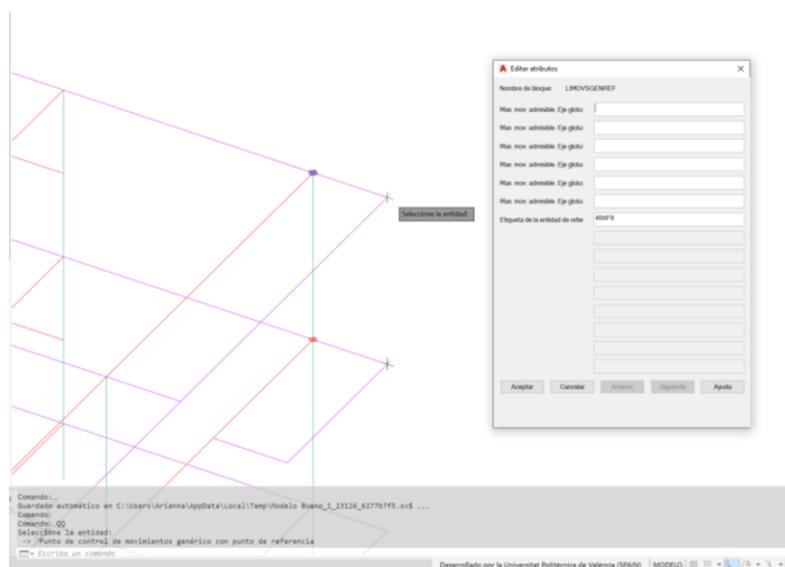


Figura 6. Límites de movimiento del punto de control seleccionado.

Al estirarlo, se pueden ver los movimientos que vamos a limitar, teniendo en cuenta que los ejes X, Y y Z son ejes globales.

Se consulta en el icono de AutoCAD a que corresponde cada uno de los ejes, siendo normalmente el eje Z el vertical.

Finalmente, hay que tener en cuenta que el valor de los movimientos¹ (positivos o negativos) se debe introducir en centímetros.

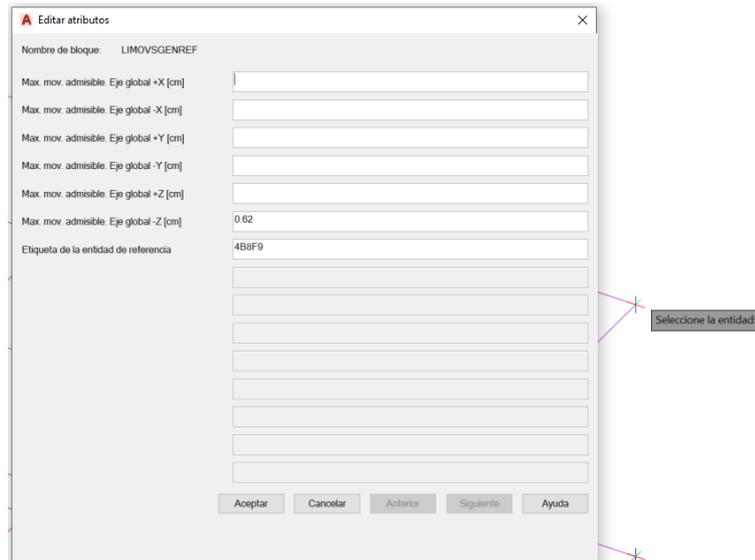


Figura 7. Límites de movimiento del punto de control seleccionado.

4.5 Comprobar que no se superan los valores establecidos para los movimientos

Una vez exportado y calculado el modelo de la estructura en el módulo de cálculo, si se exceden los movimientos indicados, el programa avisa al usuario en el menú de la derecha.

Si no se superan los límites establecidos el programa no indica nada al respecto. No obstante, si se sitúa el ratón encima de los puntos de control, se abre una ventana con los valores de los movimientos en ese punto (ver Figura 8)

Si en el bloque de “control de movimientos” no se han introducido valores Architrave® entiende que los movimientos pueden ser infinitos (ver Figura 8)

Ésta es una situación habitual para algunos de los movimientos, pues normalmente sólo controlamos los movimientos verticales de las vigas.

Para controlar los movimientos horizontales de los extremos de soportes (desplomes) Architrave® tiene otra herramienta distinta, aunque ésta también se puede utilizar con ese fin. Los límites de los desplomes totales del edificio y los desplomes relativos entre plantas los establece la norma en el epígrafe 4.3.3.2. del DB-SE del CTE.

¹ Nota: los valores deben ir sin signo.

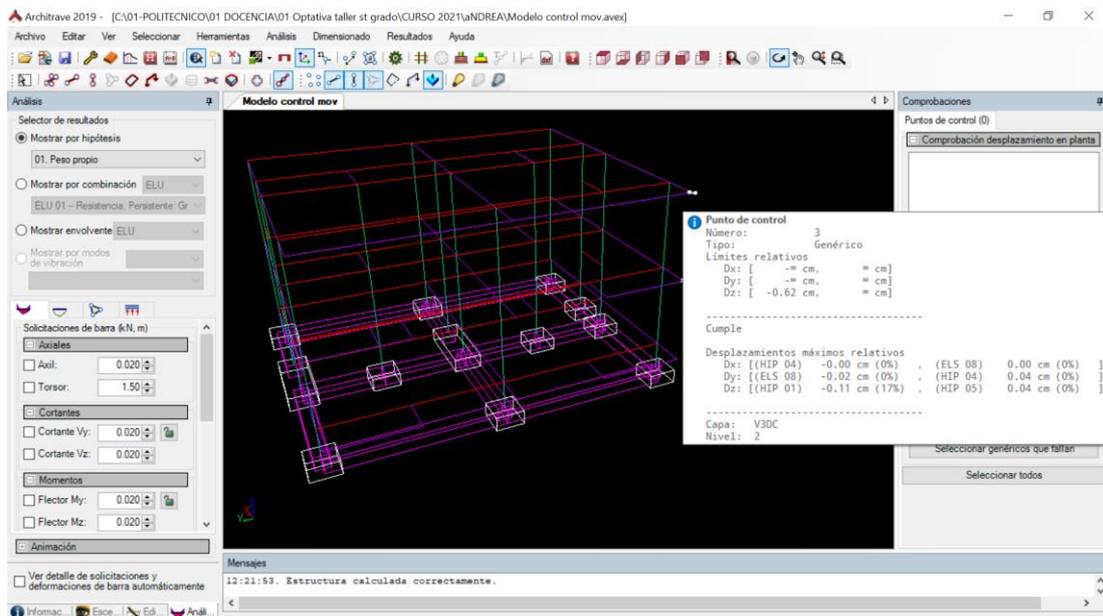


Figura 8. Movimientos del punto de control seleccionado.

5 Cierre

En este documento se explica cómo introducir los puntos de control de movimientos en Architrave®, cómo limitar los valores, con ayuda de la norma, y cómo comprobar que no se han superado dichos movimientos.

6 Ejercicio propuesto

En la estructura de la Figura 9 se ha seleccionado el punto crítico indicado por la flecha roja.

Este punto corresponde al centro del paño del forjado delimitado por el pórtico central y uno de los pórticos extremos.

Sabiendo que la luz de los pórticos es de 10 metros, y la distancia entre pórticos es de 5 metros, se pide:

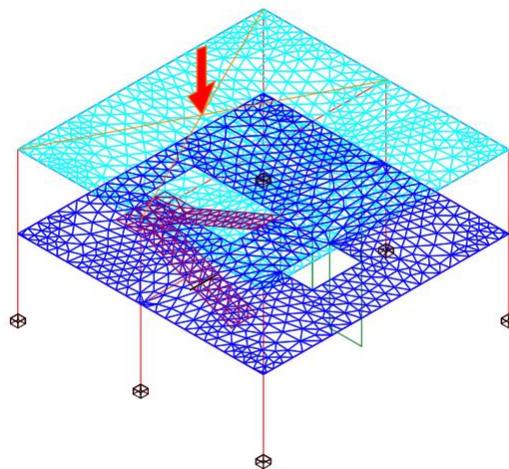


Figura 9. Punto crítico seleccionado.

Determinar el límite de movimiento vertical que habría que definir en el punto de control correspondiente considerando que sobre dicho forjado está previsto colocar un pavimento sin juntas.



7 Resolución

Teniendo en cuenta los límites establecidos por la norma (Figura 5), el límite sería 1/500, siendo L el doble de la distancia entre el punto que más desciende (el marcado por la flecha roja) y el que menos desciende (el extremo superior de cualquiera de los 4 soportes)

La distancia entre el punto central y uno de los soportes se calcula teniendo en cuenta el teorema de Pitágoras): $d = 2\sqrt{5^2 + 2.5^2} = 11.18 \text{ m}$

Siendo $L/500 = 0.022 \text{ m}$ equivalente a 2.2 cm.

Por tanto, la respuesta es 2.2 cm respecto al extremo superior de cualquier de los 4 soportes.

REFERENCIAS

[1] Pérez-García, Agustín; Alonso Durá, Adolfo; Gómez-Martínez, Fernando; Alonso Avalos, José Miguel; Lozano Llorenz, Pau. Architrave 2019 (online) 2019. Valencia (Spain)

Universitat Politècnica de València. 2019. Available form: www.architrave.es

[2] Ministerio de Fomento. Documento Básico SE Seguridad Estructural del Código Técnico de Edificación. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>

[3] AutoCAD un software de diseño asistido por ordenador utilizado para dibujar en 2D y modelar en 3D desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. <https://www.autodesk.es>

IMÁGENES

La imagen de la Figura 1 se ha extraído del DB SE del CTE. El resto de las imágenes son de elaboración propia y corresponden a imágenes de pantalla de los programas AutoCAD y Architrave (tanto el módulo de diseño como el del cálculo)