Introducción a las herramientas de Step-WISE

This project has received funding from the European Union's LIFE Programme for esearch and Innovation under Grant Agreement no. 101120859

Co-funded by the European Union

Contenidos

1 Introducción a la sesión 3
2 Creación de un modelo de referencia 3
2.1 Creación de un modelo a partir de OSM (OpenStreetMap) 4
2.2 Creación manual de geometría 6
2.3 Atributos de objeto 6
2.4 Exportar/importar archivos CSV 7
2.5 Objetos adyacentes 8
2.6 Objetos puntuales 9
2.7 Evaluación solar y potencial solar en techos 10
2.8 Opciones para las simulaciones 10
2.9 Creación de un modelo a partir de archivos GIS y CSV 11
2.10 Otras consideraciones 12
3 Creación y análisis de escenarios 13
3.1 Identificación de los emisores principales 13
3.2 Escenarios de intervención 14

1 Introducción a la sesión

Esta sesión se dividirá en dos partes, cada uno diseñado para construir progresivamente sobre el anterior: 1) la primera parte se dedicará a la **creación de un modelo de referencia** que servirá como la base fundamental para todas las simulaciones y análisis posteriores y 2) una segunda en la que analizaremos una serie de **escenarios de intervención** utilizando el modelo de referencia previamente desarrollado, para evaluar el impacto de diferentes estrategias y modificaciones. Este segmento permitirá a los asistentes comprender las implicaciones de diversas decisiones de diseño e intervención en el rendimiento y la eficiencia.

Toda la sesión se desarrollará con las herramientas de SketchUp y IES iCD, por lo que será necesario tenerlas descargadas y correctamente instaladas / activas antes de comenzar la sesión. Para asegurar una configuración sin problemas, se recomienda encarecidamente consultar el documento de apoyo titulado "***[Step-WISE]_Guía para la descarga e instalación de las herramientas digitales de Step-WISE***".

Las siguientes secciones describen la metodología seguida durante la sesión. para el desarrollo de este modelo y la creación de escenarios de intervención. Esto incluirá una descripción paso a paso del proceso de construcción del modelo de referencia, cubriendo aspectos como la importación de datos, la modelización de elementos arquitectónicos y la configuración de parámetros iniciales. Asimismo, se explicará cómo se configurarán y analizarán los escenarios de intervención, abarcando la definición de variables, la ejecución de simulaciones y la interpretación de los resultados obtenidos. El objetivo es proporcionar una hoja de ruta clara y comprensible para todos los participantes, asegurando que puedan seguir eficazmente cada etapa de la sesión y aplicar los conocimientos adquiridos.

2 Creación de un modelo de referencia

El primer paso es abrir SketchUp y asegurarnos de que tenemos habilitadas las funcionalidades de IES iCD. Para ello seguimos los siguientes pasos:

- **Ver > Barra de herramientas > IES iCD > Habilitar la bandeja de etiquetas**

Se nos abrirá una ventana y seleccionaremos **Bandeja predeterminada > Marcamos la casilla "Etiqueta".** Esto abrirá las capas de iCD y veremos la siguiente barra:



Antes de comenzar a modelar, es conveniente revisar las preferencias del sistema. Para ello vamos a **Extensiones > IES iCD > Preferencias** y revisaremos que las preferencias son las siguientes:

- Motor de simulación de energía → iCD
- Plantillas de simulación → ASHRAE
- Unidades → Métricas

2.1 Creación de un modelo a partir de OSM (OpenStreetMap)

Para el modelado a escala urbana o municipal, la forma más rápida de importar geometría a gran escala es utilizando **OpenStreetMap (OSM).** Para importar mapas y elementos de OSM debemos seguir los siguientes pasos:

- Hacemos clic en el botón de importar OSM ( ) de la barra de herramientas.
- Guardamos el modelo en la carpeta deseada.
- Buscamos la ubicación en el buscador.
- Hacemos clic con el botón derecho sobre el mapa para "Colocar sitio de importación". La ubicación estará marcada con un alfiler amarillo.
- Establecemos el radio de importación haciendo clic en el pin amarillo.
- Seleccionamos las opciones de importación:
    - Seleccionamos **incluir edificios.**
    - Seleccionamos **carcasa 3D** para mostrar el volumen.
    - **Edificio adyacente** → Si marco esta opción, el edificio se incluirá de tal manera que no se tomará en cuenta para las simulaciones de comportamiento del edificio. Si vamos a realizar el análisis en un número reducido de edificios en una zona, es preferible importarlo como edificios adyacentes y luego seleccionar los que queramos analizar. Si por el contrario, queremos analizar toda una zona (o excluyendo un número limitado de edificios del análisis), lo marcaremos y luego modificaremos aquellos que no queremos incluir en el análisis. En el caso de estudio, os importaremos como edificios adyacentes y seleccionaremos los edificios a analizar posteriormente.

- **Estimación de la altura y/o los pisos del edificio** → Esta opción se utiliza para importar los edificios con los detalles disponibles de los recursos OSM (incluido el número de pisos y la altura del edificio).
- **Altura predeterminada (m)** → esta opción se utiliza para importar edificios con la altura predeterminada según las preferencias del usuario. Todos los edificios que no tengan datos de altura incorporados en OSM se importarán con esta altura de edificio personalizada.
- **Techos** → Esta opción se utiliza para indicar cómo queremos importar edificios con diferentes tipos de techo, como techos planos, a cuatro aguas o a dos aguas.
- **Suelos y pavimentos** → Puede ser de interés incluir estos elementos para tener mayor detalle del espacio. En este caso no lo incluiremos dada la simplicidad del modelo.
- **Paisajismo** → Permite importar todos los elementos paisajísticos (paisaje duro, paisaje blando y masas de agua) de la ubicación seleccionada. En nuestro caso no lo incluimos.
- **Terreno** → Relevante si es una zona con desnivel (podemos evitarlo en casos en los que el terreno sea muy regular).
- **Mosaico de mapa** → Son los detalles básicos de la textura del terreno. En nuestro caso lo activamos.

Una vez hayamos definido las preferencias de importación procedemos a importar el modelo. La velocidad de importación dependerá de la conexión y la potencia del ordenador.

Cuando el modelo se haya cargado por completo observaremos que todos los edificios se han importado de color gris. Esto significa que se han importado como edificios adyacentes, es decir, que si se realiza una simulación no obtendremos ningún resultado.

Para navegar dentro del modelo utilizaremos la ruleta del ratón. Al presionar la ruleta orbitamos sobre el modelo. Al deslizarse en cambio, podemos alejar o acercar nuestro modelo. También podemos utilizar los botones habilitados en la barra de herramientas para navegar sobre el modelo:



2.2 Creación manual de geometría

En el caso de que OSM no tenga datos del municipio o que esté incompleto, podemos importar archivos DWG (CAD), por ejemplo si tenemos un plano del catastro. Esta opción nos permite también comparar la información de OSM con el plano catastral real.

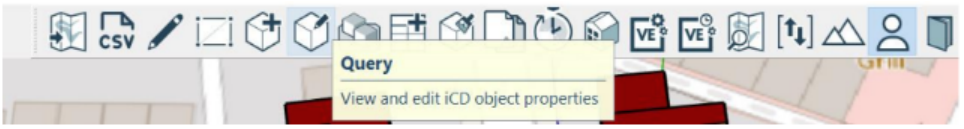
Podemos crear también un edificio desde el inicio en caso de que no lo hayamos incluido o no se muestre en el mapa. Para ello:

- Dibujamos la base del edificio con la **Herramienta Línea (** **)** o la **Herramienta Rectángulo (** **).**
- Pinchamos el botón **Crear (** **)** y se nos abrirá una ventana donde seleccionaremos el tipo de objeto que deseamos crear (en este caso Edificio).
- Una vez creado el edificio, se pueden añadir o modificar atributos (explicado en el siguiente apartado).

Una herramienta útil en la creación de edificios es la **Herramienta Pintor (** **).** Esta herramienta permite copiar y pegar fácilmente los parámetros de un edificio sobre otro evitando procesos repetitivos. Al utilizar esta herramienta podemos seleccionar las propiedades que queremos copiar sobre otro edificio. Verificamos las propiedades que se van a copiar. La última columna es para ver dónde copiamos estos datos (se muestran en verde sobre los que se va a copiar). Puedo abrir el editor y definir un tipo (seleccionando como tipo de objeto → Building type).

2.3 Atributos de objeto

Vamos a seleccionar a continuación 3-4 edificios que queramos analizar. Para cambiar los atributos de los edificios seleccionados. Podemos modificar los atributos de los edificios creados usando la herramienta de **Consulta.**



Con esta herramienta, podemos modificar los siguientes parámetros:

- **General** → Aquí podemos modificar el tipo de objeto. En nuestro caso, cambiaremos el objeto seleccionado de adyacente (hemos importado

todo como este tipo) a edificio. Además, podemos definir qué tipo de edificio es (oficina, escuela, terciario, etc.); incluso en muchos casos el propio software identifica qué tipo de edificio es. Este cambio permite realizar simulaciones y estimar consumos, demandas, etc. Esto es muy importante porque esta selección le atribuye características térmicas concretas al edificio tomadas del estándar ASHRAE. En caso de que dispongamos de datos reales, podemos modificar estos valores ASHRAE por la información disponible.

- **Geometría** → Podemos mejorar la visualización del edificio desde el Nivel de Detalle - Edificio. En esta sección podemos incluir por ejemplo ventanas, pero únicamente influirá en el aspecto de visualización.
- **Propiedades térmicas** → Aquí podemos definir las propiedades térmicas de la envolvente del edificio en caso de que dispongamos de dicha información. En caso contrario, iCD tomará los valores estándares de ASHRAE.
- **Ganancias internas** → Se refiere a las ganancias generadas por máquinas, personas o iluminación y nos permite definir horarios de uso. Al igual que con las propiedades térmicas, en caso de que no dispongamos de esta información, el programa tomará los valores de los estándares ASHRAE.
- **Sistemas** → Se refiere a los sistemas de calefacción, refrigeración, ACS, ventilación y auxiliares. En caso de que dispongamos de información detallada de estos sistemas es interesante incluirlos. En caso contrario, nuevamente se tomarán los valores predeterminados por ASHRAE.
- **Resultados de simulación** → Se muestran los resultados de las simulaciones realizadas; es decir, una vez realizada la simulación, podremos acceder a los resultados a través de esta pantalla.

No es necesario introducir todos los parámetros para ejecutar la simulación, ya que el programa tiene grabados valores por defecto. Sin embargo, cuantos más parámetros proporcione, más precisa y detallada será la simulación. Si no se introduce ningún parámetro, iCD utilizará los valores predeterminados.

2.4 Exportar/importar archivos CSV

En el caso de que estemos analizando una gran cantidad de edificios es interesante **exportar las propiedades a un archivo CSV** y trabajar sobre el mismo para facilitar el proceso de recogida de datos. Este proceso es muy útil para insertar datos rápidamente en los edificios seleccionados.

Para ello seguiremos el siguiente proceso: seleccionamos **Extensiones > IED iCD > Importar/Exportar > Exportar csv.** A continuación se abrirá una pantalla similar a la anterior. Nos preguntarán qué es lo que queremos exportar. Para probar esta funcionalidad, modificaremos **All buildings > Name / Date constructed / building type.** Seleccionando el botón **Mostrar**, se mostrarán en verde los que se van a exportar. Una vez verifiquemos que son correctos los parámetros que van a exportarse, lo exportamos y guardamos el archivo CSV en la carpeta que deseemos. Para verificar que todo se ha exportado correctamente, abrimos el archivo que acabamos de guardar y revisamos los datos.

Desde el proyecto Step-WISE se proporcionan archivos de arquetipos (por país) con datos sobre sistemas HVAC, materiales, etc. que serán de gran utilidad en caso de que no tengamos información del municipio. Este archivo contiene datos según el tipo de edificio y se pueden copiar aquellos que nos interesen en nuestro archivo CSV, como por ejemplo los valores U y las características del sistema.

Una vez hemos trabajado sobre el archivo CSV podemos **importarlo** nuevamente a nuestro modelo. Para ello, volvemos a abrir SketchUp y vamos a **Extensiones > IES iCD > Importar / Exportar > Importar csv.** En este punto podemos arrastrar el archivo o cargarlo desde nuestro ordenador. Tenemos que seleccionar cuál es el elemento clave que tiene que combinarse (cada columna del csv con qué edificio se combinará). Puede ser útil para ello identificar los edificios por nombres o identificadores. Desde la herramienta consulta podemos revisar a qué edificios ha asignado los valores seleccionados.

2.5 Objetos adyacentes

Aparte de edificios hay otros elementos importantes a la hora de analizar un municipio que pueden tener impacto en las simulaciones del modelo, como por ejemplo, las sombras.

Estos elementos pueden crearse a partir de la **Herramienta Lápiz o Línea** de la misma forma que creamos los edificios y atribuyéndole las características correspondientes. Estos elementos pueden copiarse fácilmente en otras partes del modelo con **Ctrl + C > Ctrl + V.**

Otros objetos que pueden considerarse en la definición del modelo son los mencionados anteriormente:

- **Camino** → Es un tipo de objeto que se utiliza para modelar carreteras y calles en iCD. Es un objeto esencial para realizar evaluaciones de accesibilidad y transitabilidad.

- **Pavimento/Acera** → Es un tipo de objeto que permite modelar pavimento o aceras en iCD. En ausencia de carreteras, se puede utilizar el pavimento para realizar evaluaciones de accesibilidad y caminabilidad.
- **Paisaje duro** → Objeto que permite modelar elementos de paisaje duro en iCD, como piedras, rocas o pavimento. El modelado de estos paisajes tiene una incidencia en las escorrentías de agua de lluvia del sitio.
- **Paisaje blando** → Objeto que permite modelar elementos de paisaje blando en iCD. La modelización del paisaje blando en función de su tipología incide en las escorrentías de aguas pluviales de la obra.
- **Bahía de estacionamiento** → Es un tipo de objeto que permite al usuario modelar aparcamientos en iCD. El modelado de las plazas de aparcamiento tiene un efecto en las escorrentías de aguas pluviales de la obra.
- **Agua** → El agua es un tipo de objeto que permite el modelo de cuerpos de agua en iCD.

En esta sesión no entraremos en detalle en estos elementos.

2.6 Objetos puntuales

Hay otros elementos que se pueden crear a los que llamamos objetos puntuales (point object). Son elementos que no requieren una huella para ser creados. Este grupo incluye elementos como **árboles, paneles fotovoltáicos (FV), luces y estaciones de carga.** Estos elementos pueden crearse directamente a través de la **Herramienta Crear** y los encontraremos al final de la lista del desplegable.

- **Árboles** → Estos elementos crearán sombras que afectarán a las simulaciones.
- **Paneles fotovoltáicos** → Podemos colocar paneles en las cubiertas de nuestros edificios y definir sus características. Por ejemplo, en el ejemplo de la sesión incluímos paneles con las siguientes características: 1m, 1.5m, -180° (la rotación se mide respecto al norte lo que significa que están ubicados al sur), 0.22 eficiencia, etc. Existe también otro método más rápido para colocar una gran cantidad de paneles utilizando la herramienta de análisis de potencial fotovoltáico (lo veremos a continuación).
- **Luces** → Podemos ubicar luces urbanas y se considerará su consumo en la simulación.
- **Estaciones de carga** → Podemos colocar estaciones de carga en los alrededores del edificio. En el ejemplo de la sesión hemos incluído una

estación con 11 kW de potencia y 1.5 m de altura. El software considerará el consumo de este elemento.

2.7 Evaluación solar y potencial solar en techos

Un método para acelerar la implementación de paneles fotovoltaicos y su análisis es mediante el uso de la **evaluación solar.**

La evaluación solar permite al usuario generar datos de insolación basados en la ubicación geográfica del proyecto. Una vez establecida la geolocalización, se puede acceder a la Evaluación Solar a través de la pestaña **Extensión > IES iCD > Evaluación solar ("Solar Assessment").**

Cuando lancemos esta simulación, el programa nos dirá cuál es la radiación para cada fachada del edificio. La evaluación solar también se puede utilizar para rellenar automáticamente el modelo con paneles fotovoltaicos. Una vez que se complete la evaluación y se guarden los resultados, se desbloqueará el panel para planificar y diseñar sistemas fotovoltaicos en varios tejados. En este punto, se deben ingresar los parámetros relevantes; inclinación, rotación, espacio entre paneles, etc. Podemos indicar un límite para que el propio programa coloque los paneles en las zonas donde la radiación sea mayor que ese límite.

Es un método más rápido y muy útil con paneles inclinados.

2.8 Opciones para las simulaciones

Una vez tenemos el modelo de referencia completamente definido podemos pasar a la etapa de simulación. El iCD Simulation Launcher permite a los usuarios realizar simulaciones de energía y agua utilizando el motor de cálculo VE (otro software de IES). Estas simulaciones generan datos que posteriormente pueden ser visualizados a través de informes, en la herramienta de visualización, o directamente en el menú Consulta de cada edificio.

Cuando seleccionamos la **Herramienta de Simulación (**  **),** se nos abrirá una ventana en la que podemos definir las opciones para realizar la simulación. El flujo de trabajo general para ejecutar simulaciones es el siguiente:

- Seleccionamos los edificios que queremos simular: todos los edificios, los residenciales, los comerciales, etc.
- Decidimos si queremos incluir los edificios del entorno: esto es interesante activarlo por las sombras que estos edificios puedan generar y el efecto que puedan tener sobre la simulación.

- La segunda columna nos permite definir cómo quiero realizar esta simulación; si quiero realizar una única simulación o dividirla en diferentes etapas. Imaginemos que estamos analizando una gran cantidad de edificios, por ejemplo, 1.000. Si en esta columna indico 100, el programa realizará 10 simulaciones analizando 100 edificios por cada una de ellas. Esto es importante por si hemos generado edificios con errores o por si hay errores en la propia simulación (lo que permite identificar el error más fácilmente). Las simulaciones en las que no se ha detectado ningún error se guardan y el tiempo de simulación es más rápido.
- Podemos indicar también el año en el que estamos realizando la simulación.
- Datos climáticos: podemos utilizar datos estándares (que tomará el propio sistema) o algún archivo específico que hayamos obtenido.
- Apartado simulación energética: si quiero considerar el análisis solar para la simulación (light o full). Para modelado urbano, Light es más que suficiente.
- Simulación paralela: únicamente está disponible utilizando IES VE.

Cuando seleccionemos el botón de simular, veremos la evolución de la simulación. En verde se mostrarán los edificios que se están simulando. Una vez completada la simulación, se mostrará un log en el caso de que haya algún error.

Para ver los resultados, vamos a la herramienta **Consulta** al apartado de resultados de simulación.

2.9 Creación de un modelo a partir de archivos GIS y CSV

Para la creación de geometría, otro método para crear geometría es mediante el uso de **archivos GeoJSON**. GeoJSON es un formato topográfico ampliamente utilizado que incluye geometrías y polígonos. Contiene información diversa, como los nombres de los edificios, las ubicaciones y las alturas. Los archivos GeoJSON a menudo se pueden descargar de forma gratuita desde sitios web gubernamentales.

Los archivos GeoJSON se pueden importar en el modelo iCD a través de la **Extensión > IES iCD > Importar/exportar (Import/Export) > Import GeoJSON (con mapeo de atributos).** Una vez importado el archivo GeoJSON, se puede enriquecer incorporando y utilizando un archivo CSV, como se ha explicado anteriormente.

- **Datos adicionales a añadir a través de la importación de CSV:** número de plantas, uso principal.
- **Importación de CSV:** se puede acceder a la funcionalidad directamente desde la barra de herramientas a través del icono CSV. La importación se divide en cinco pasos:
    - Selección del archivo CSV
    - Selección de la clave de coincidencia: el usuario puede elegir la columna CSV que se utilizará como clave de coincidencia ("match key") , así como el atributo iCD con el que coincidirá (por ejemplo, número de plantas).
    - Revisión de la coincidencia: revisar los objetos a los que se dirige la importación de CSV en función de la clave de coincidencia seleccionada.
    - Mapeo de atributos: etapa, el usuario define qué columna del archivo CSV se va a importar en qué atributo iCD (atributo existente o mediante la creación de un nuevo atributo personalizado).
    - Importación de datos: Los datos se importan al modelo como parte de esta etapa y el iCD proporciona al usuario una retroalimentación general.

2.10 Otras consideraciones

En el caso de que estemos trabajando con una **municipalidad muy grande,** es preferible seccionarla por áreas. Hacer las simulaciones para muchos edificios puede generar problemas y largos tiempos de simulación.

Aunque este análisis se haga seccionado podemos luego exportar las simulaciones individuales a iCIM (se verá en la siguiente sesión) y evaluarlo en conjunto.

Para **municipalidades muy pequeñas** es probable que nos encontremos con el problema de que OSM no contiene mucha información. Para ello, podemos considerar las siguientes opciones:

- Importar un GeoJSON si disponemos de él (mejor opción).
- Importar un archivo CAD y crear los edificios desde cero.
- Importar la información disponible en OSM y adaptarla tras su revisión. Podemos usar los arquetipos para importar los parámetros.

Para simulaciones en las que queremos simular sólo una parte. Abrimos la **Herramienta de Contorno (**  **) > Dibujar un nuevo contorno** y lo dibujamos

sobre plano. Lo renombramos (por ejemplo, Área 1). Podemos analizar los resultados de esa área a través de Contorno > Reporte.

Para **analizar un edificio a lo largo de varios años** con diferentes escenarios, la **Herramienta Consulta** permite seleccionar el edificio deseado y aplicar distintos escenarios a cada año. Posteriormente, al iniciar la simulación con la **Herramienta Simulación,** se debe activar la opción "multiaño" y especificar el rango de años. Los resultados obtenidos permitirán visualizar el análisis de los diferentes escenarios en cada año.

3 Creación y análisis de escenarios

3.1 Identificación de los emisores principales

Uno de los puntos claves a la hora de diseñar escenarios de intervención será identificar los principales emisores; es decir, aquellos sistemas con mayor consumo y emisiones.

Para ello, se hará una evaluación de los resultados de las simulaciones. Estos resultados pueden consultarse fácilmente en iCD utilizando varios métodos:

- A través de la herramienta de **Consulta** en la sección “Resultados de la simulación”.
- A través del acceso directo a los informes. Estos informes se consultan a través de la pestaña **Extensiones > Informes de > de IES iCD > Informes listos para usar,** donde podemos elegir el tipo de informe que queremos consultar.

Tipos de informes:

- **Informe por sitio** → Nos muestra información acerca de los años y coste de gas/electricidad (en el caso de que introduzcamos el precio de las materias) entre otras. Este análisis nos puede dar una idea de las intervenciones que podemos considerar si el objetivo es reducir el coste (lo que no tiene porque significar mejoras energéticas o de CO2).
- **Informe energético** → En estos informes podemos identificar claramente cuáles son los principales consumidores; por ejemplo, la calefacción. Esta información nos puede dar una idea de qué tipo de intervenciones podemos plantear para obtener beneficios energéticos y de consumo.
- **Informe de agua** → Estos informes proporcionan información acerca del uso y la demanda del agua para los edificios analizados. Esto nos permitirá plantear escenarios de mejora para la gestión del agua.

- **Informe de planificación urbana** → Consiste en información completa a nivel de emplazamiento, incluyendo superficie ocupada, superficie bruta y número de edificios por uso del suelo.
- **Informe sobre energías renovables** → Proporciona datos completos sobre la energía de los paneles fotovoltaicos.

3.2 Escenarios de intervención

Una vez se han identificado los principales emisores, podemos empezar a diseñar los escenarios de intervención. iCD permite a los usuarios evaluar los efectos de varios parámetros en el rendimiento energético de un proyecto.

Antes de crear cualquier escenario, nos aseguramos de que tenemos el modelo de referencia abierto y que hemos realizado una simulación. Para verificar si estamos trabajando con el modelo correcto, vamos a la **barra de herramientas > Escenarios (**  **)** y nos aseguramos de que es el modelo en edición

Para empezar a escenarios seguimos los siguientes pasos:

- En la barra de **herramientas > Escenarios > Seleccionamos el escenario base > Duplicar**, y a continuación le asignamos un nuevo nombre (por ejemplo, Escenario 1).
- Abrimos el nuevo modelo (Escenario 1) y realizamos cambios en el modelo.

Estos escenarios se pueden diseñar de dos formas:

- Para crear escenarios de una forma rápida (no tan detallada), seleccionamos el edificio sobre el que queramos aplicar las modificaciones y desde la herramienta de **Consulta** cambiamos los parámetros de la sección **intervenciones ICL** (seleccionando del desplegable). Esta opción únicamente está disponible en versiones anteriores de iCD.

- Otra opción, si tenemos información detallada de las intervenciones que queremos realizar, por ejemplo por una auditoría que se ha realizado previamente, podemos modificar manualmente los parámetros.

Una vez hayamos diseñado el escenario deseado, ejecutamos nuevamente las simulaciones repitiendo el proceso anterior. Cuando la simulación esté completa podemos comparar el escenario base con las intervenciones planteadas.

Escenarios propuestos para la sesión:

- **Escenario 1:** Mejora del sistema de iluminación del ayuntamiento.
- **Escenario 2:** Mejora del aislamiento de la fachada del ayuntamiento y la escuela.
- **Escenario 3:** Mejora del sistema de calefacción de la escuela.
- **Escenario 4:** Instalaciones FV en el frontón y el centro multiusos.