

# Software BIM para cálculo de sistemas geotérmicos: Proyecto Geoglass Energy.

Benjamín González Cantó; CYPE Ingenieros, S.A.

## Introducción

Hoy en día la metodología BIM va ligada a mayor productividad, mejor comunicación entre los agentes y mayor interoperabilidad. El estado actual del BIM en España es una realidad, siendo cada vez más los técnicos y constructoras que buscan este tipo de metodología para diferenciarse del resto, y ser más eficiente y eficaz tanto en fase de diseño como en fase de construcción y explotación.

Por otra parte, cada vez se hace más patente la necesidad de disponer de recursos que sean eficientes con el medio ambiente, incentivando de esta forma el ahorro energético. Para ellos se están empleando grandes recursos económicos y humanos para tratar de minimizar el consumo de energía, mediante el empleo de nuevos sistemas eficientes energéticamente.

La fase de diseño tanto de obra nueva como de rehabilitación es cada vez más importante para conseguir cumplir con todas las exigencias básicas de la normativa. En la fase de proyecto, la documentación que debe completarse es muy extensa, siendo fundamental mantener la coherencia.

A la hora de seleccionar un sistema, el proyectista debe disponer de información térmica, acústica, de salubridad, de comportamiento frente a fuego, descomposición de la partida, precio, recepción de materiales, seguridad y salud, generación de residuos, impacto ambiental, etc.

Un objetivo fundamental de la metodología BIM es permitir que con una simple modificación, el proyectista sea capaz de comprobar el cumplimiento de las normativas vigentes, así como todas las implicaciones de los parámetros de diseño del edificio.

Por tanto, cuando un proyectista seleccione una solución, debe poder comprobar el cumplimiento de las nuevas exigencias de ahorro de energía (HE), la exigencia de protección frente al ruido (HR), frente al fuego (SI), salubridad (HS),.... Para conseguir este objetivo es fundamental trabajar con herramientas gráficas que sean capaces de calcular, con un solo modelo, el cumplimiento de todas las exigencias, además de ser capaces de generar toda la documentación del proyecto y conectar con otras herramientas mediante distintos formatos, como IFC o bc3.

## Proyecto Geoglass Energy

A partir de este contexto se desarrolló un proyecto de investigación, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, en la convocatoria INNPACTO, con los siguientes miembros del consorcio: Sacyr Industrial, CYPE Ingenieros, S.A, Universidad Politécnica de Madrid y Universidad de Cantabria.

El objetivo del proyecto consistió en diseñar, desarrollar y validar experimentalmente herramientas teóricas y numéricas necesarias que permitan a los estudios de arquitectura e ingeniería incorporar con mayor facilidad y confianza la tecnología de los intercambiadores geotérmicos y el desarrollo e implementación de modelos no estacionarios y pasivos de acristalamiento activo en proyectos arquitectónicos.

Para poder lograr el objetivo planteado, se estructuró el proyecto en cuatro grandes etapas:

- Diseño y desarrollo de modelos para la predicción de actuaciones de sistemas geotérmicos, que sean resueltos en tiempos de computación razonables y que

# Energías alternativas

proporcionen un nivel de confianza elevado.

- 2 ■ Desarrollo de modelos avanzados, validación numérica y experimental, así como su integración en herramientas de diseño tipo BIM (Building Information Modelling).
- 3 ■ Desarrollo e implementación de modelos no estacionarios y pasivos de acristalamientos activos en herramientas tipo BIM.
- 4 ■ Demostración experimental de las herramientas teóricas y numéricas desarrolladas objeto del presente proyecto, mediante la construcción de instalaciones experimentales para validar las herramientas teóricas y numéricas desarrolladas.

Uno de los resultados del proyecto ha sido el desarrollo de una herramienta capaz de dimensionar y elaborar estudios paramétricos de sistemas geotérmicos y de acristalamiento activo, de forma sencilla, eficaz y en tiempos razonables.

## Base de datos de los materiales del modelo geotérmico

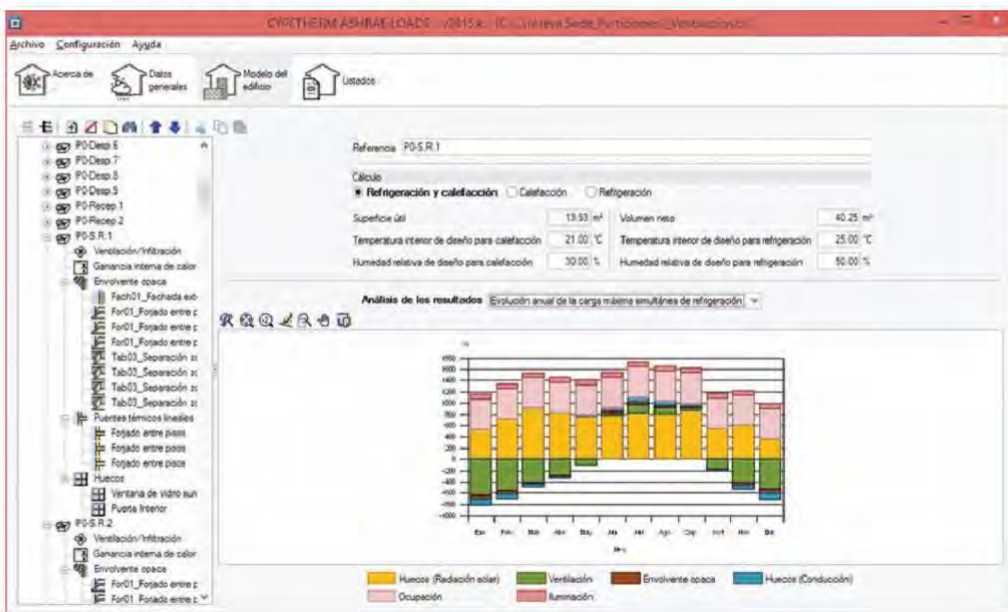
El primer paso a la hora de implementar el modelo geotérmico en una herramienta BIM fue

introducir los elementos en una base de datos, como es el Generador de precios. De este modo, el proyectista puede disponer de toda la información necesaria para diseñar, construir y generar toda la documentación adjunta. Una vez introducido los elementos de la instalación en el programa, se implementaron en los programas de diseño.

## Variables para la implementación del modelo geotérmico en el software

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento de intercambiadores de calor enterrados son los siguientes:

- Demanda térmica mensual
- Carga térmica de refrigeración y calefacción
- Pérdida de carga en tuberías y la bomba de circulación
- Condiciones de perforación
- Propiedades térmicas del sub-suelo
- Espacio disponible de la parcela





### Demanda térmica mensual

Para calcular la demanda térmica mensual se ha proporcionado dos metodologías al usuario:

- 1 ■ Utilización del motor de cálculo EnergyPlus™, el cual es el referente a nivel mundial en cálculos energéticos.
- 2 ■ Cálculo por la norma EN ISO 13790:2008 Cálculo de consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Como mayor ventaja destaca la rapidez de cálculo en el proceso, permitiendo probar distintas hipótesis de diseño.

El cálculo de la demanda térmica del edificio corresponde a cada uno de los locales habitables del mismo. Sin embargo, es posible que la instalación de climatización esté dividida por zonas, siendo la bomba de calor geotérmica aplicable a una de las zonas. Para estos casos, el programa es capaz de verificar qué elementos terminales (fancoils, suelo radiante, radiadores, etc.) pertenecen al sistema y calcula la parte proporcional de demanda térmica aplicable a la instalación geotérmica.

### Carga térmica de refrigeración y calefacción

Para una mayor exactitud se ha realizado el cálculo de cargas térmicas por la metodología más reconocida a nivel mundial, ASHRAE, basado en el método de series temporales radiantes (RTSM).

### Pérdida de carga en tuberías y la bomba de circulación

El cálculo del sistema de tuberías está basado en las ecuaciones de Colebrook, utilizado por la mayoría de proyectistas. El dimensionado se realiza tomando en todos los tramos una velocidad máxima y una pendiente máxima. Con estos dos parámetros es posible seleccionar el diámetro adecuado. Las pérdidas de presión que se calculan se ven afectadas por un parámetro de pérdidas menores. A partir de una serie de caudales de fancoils y distribución de los mismos, se dimensiona los diámetros adecuados de las conducciones de agua.

### Condiciones de perforación y propiedades térmicas del sub-suelo

Tanto las condiciones de perforación como las propiedades térmicas del sub-suelo son parámetros definidos por el proyectista previo estudio. El

programa dispone de la posibilidad de introducir estos parámetros, así como generar bibliotecas y valores usuales para facilitar el diseño.

### Espacio disponible de la parcela

Uno de los puntos más importantes a la hora de diseñar una instalación geotérmica es la situación de los intercambiadores de calor enterrados. Para poder facilitar esta decisión, se podrán visualizar distintas instalaciones del edificio, así como la propia cimentación.

### Implementación de los modelos geotérmicos desarrollados BIM

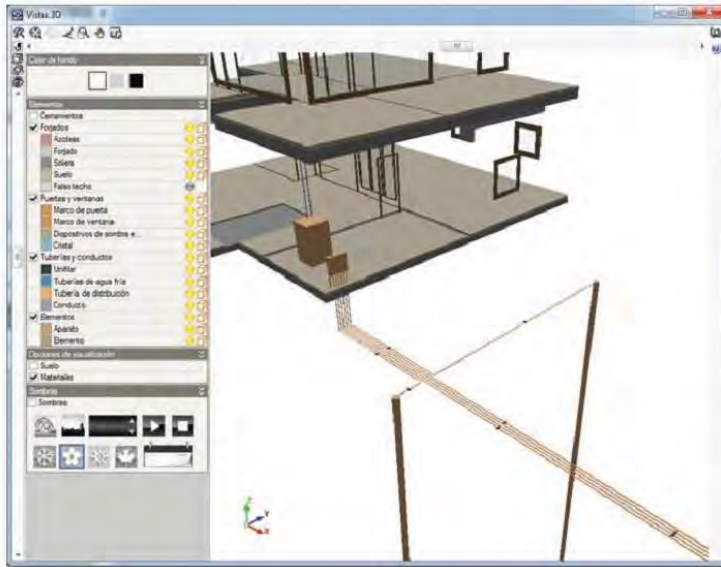
En el caso de una instalación geotérmica, se ha decidido utilizar la exportación al formato IFC (Industry Foundation Classes), de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual BuildingSmart, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas del sector de la construcción.

Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos "objetos", con funcionalidad y propiedades.

Entre sus múltiples beneficios puede destacarse la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite dar soporte a la interacción entre ellos mediante un formato estándar.

De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes. Todo ello se consigue un aumento de la calidad, la reducción de los costes, así como una consistencia en la información en la fase de proyecto y durante el uso de las construcciones.

El ejemplo utilizado corresponde a una instalación geotérmica compuesta por una bomba de calor, circulador, un colector y sondas, todos ellos conectados con tubería convencional.



Una de las principales conclusiones que se obtiene de los elementos generados en IFC es la afirmativa compatibilidad con las principales herramientas informáticas utilizadas en la tecnología BIM.

El otro aspecto fundamental es el éxito de utilizar este tipo de formato para prevenir colisiones con otras instalaciones y con la estructura del edificio, consiguiendo ahorros significativos a la hora de construir este tipo de instalación.



## Conclusión

El Código Técnico de la Edificación cambia muchos aspectos del diseño en España, por tanto, el proyectista debe poder asimilarlos de la mejor forma posible. Para evitar introducir los mismos datos en distintos etapas del diseño, deben emplearse herramientas que permitan realizar el proyecto completo además de cumplir con la normativa vigente. De este modo, se consigue un ahorro considerable de recursos, además de una garantía de éxito en el cumplimiento de la normativa en el proyecto.

Por tanto, es necesario disponer de herramientas capaces de realizar el proyecto que abarquen todas las instalaciones y garanticen la coherencia en los cálculos y en las decisiones de proyecto, es decir, software orientado al proyecto.

De este modo, se ha desarrollado una herramienta completa, capaz de trabajar con el flujo de trabajo convencional y con el cada vez más presente flujo de trabajo BIM, consiguiendo con las instalaciones geotérmicas puedan estar cada vez más presentes en los edificios.