

IV Jornada d'Eficiència Energètica i Edificació

Simulació i Diagnosi Energètiques

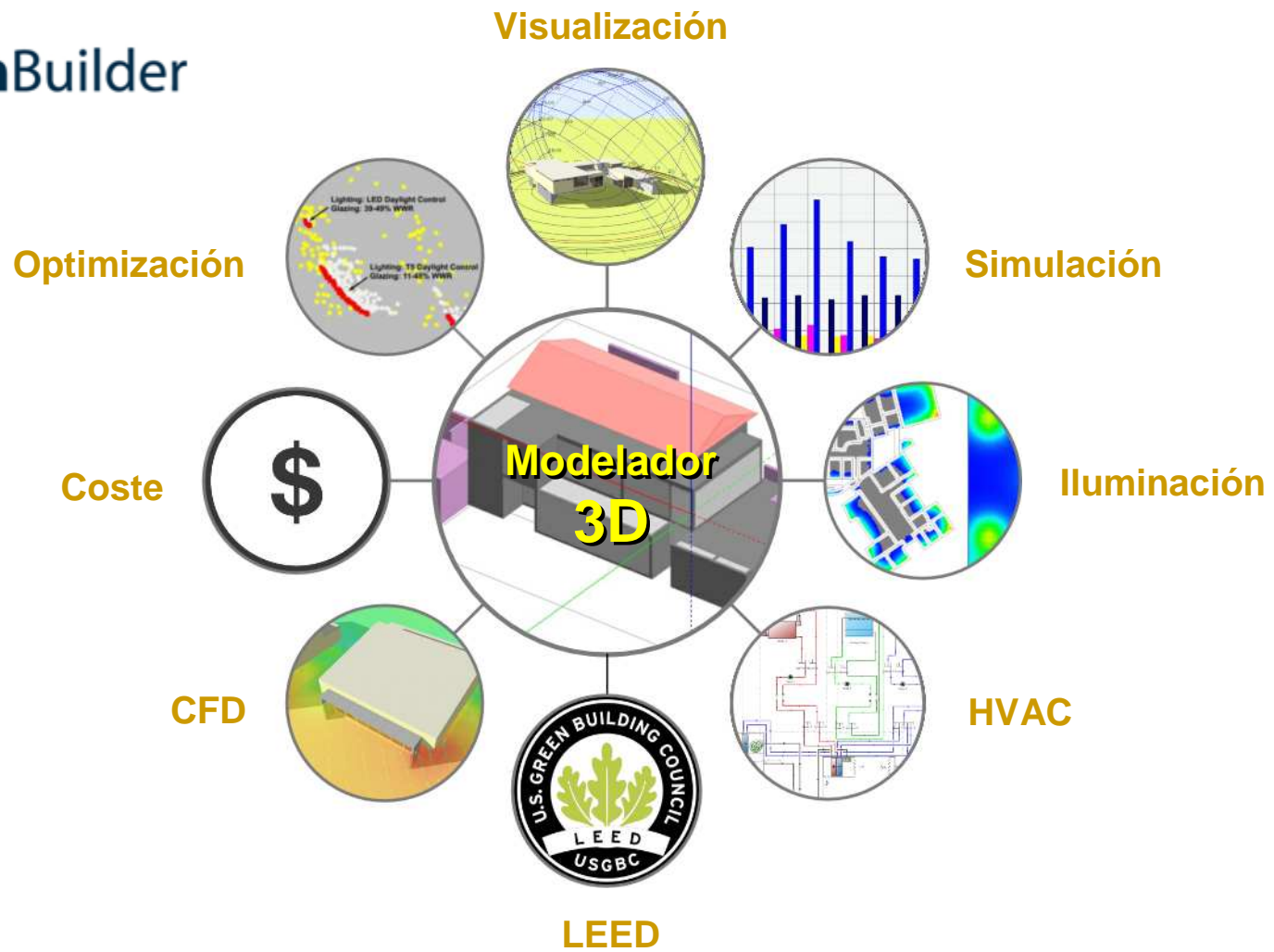
DesignBuilder, un conjunto de herramientas integradas para la optimización ambiental y energética de edificios

Arturo Ordoñez García

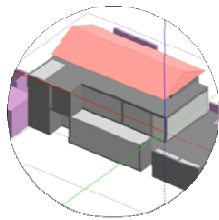
Auditori Pompeu Fabra, 19 de novembre de 2014

Enginyers
Industrials de Catalunya

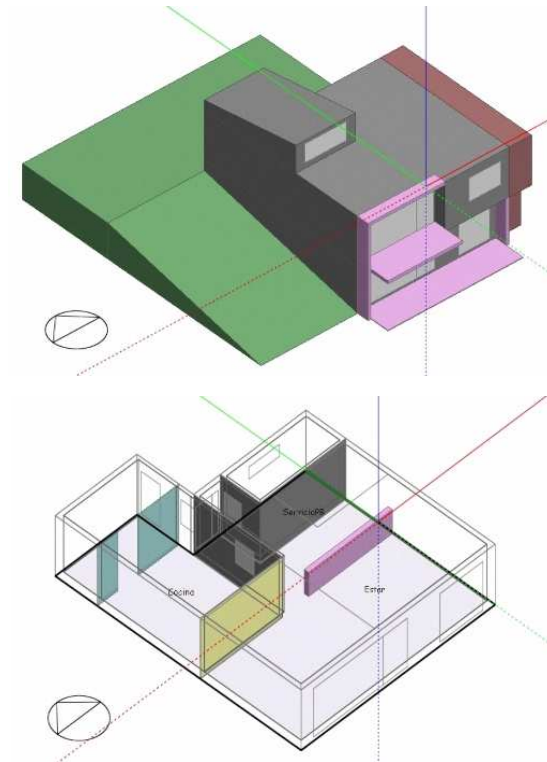
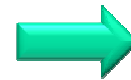
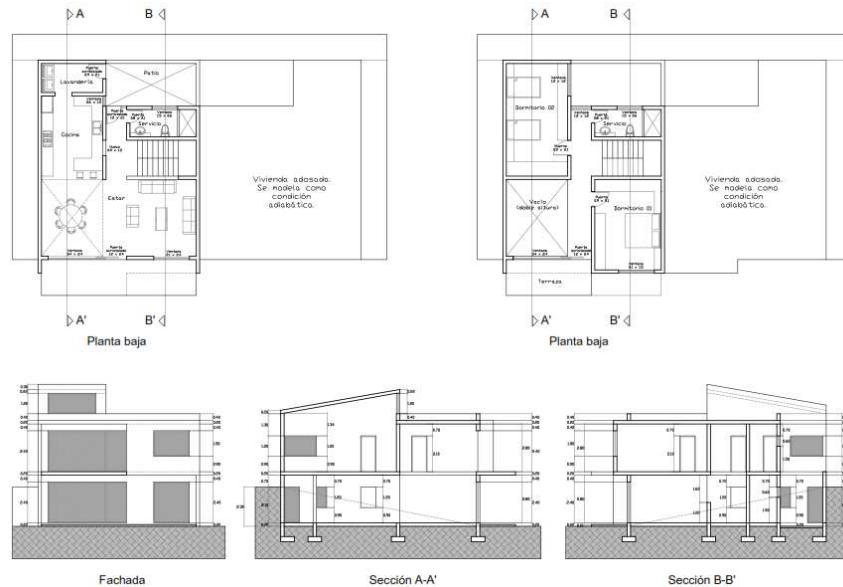
Estructura modular



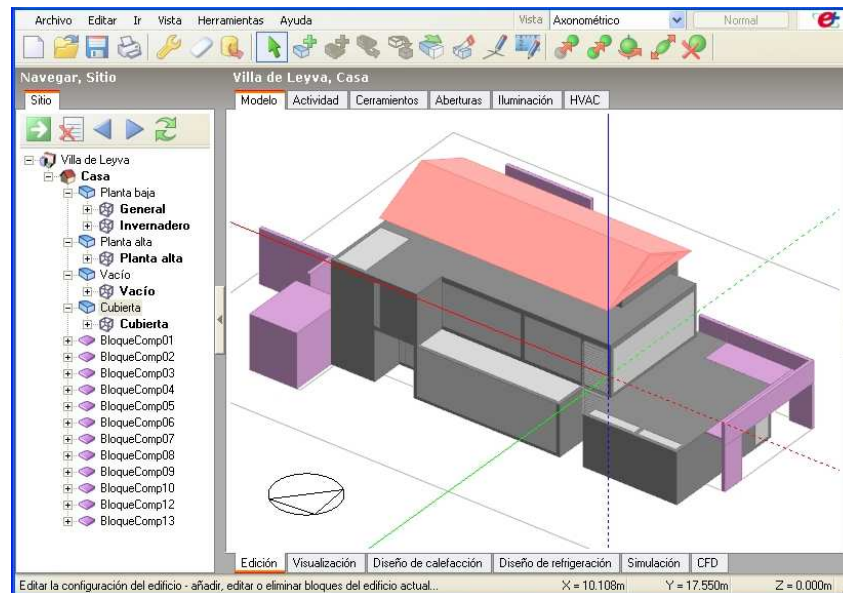
Modelador 3D



Una potente herramienta para definir la **configuración geométrica** de los edificios en un entorno tridimensional. Incluso los edificios con formas complejas se pueden crear de manera relativamente fácil.



Modelador 3D



Algunas de sus características principales:

✓ Modelos totalmente **válidos** para su uso en simulaciones con **EnergyPlus**.

✓ Los modelos se crean en un **ambiente tridimensional** (similar al de SketchUp).

✓ Un amplio rango de herramientas de **edición geométrica**: copiar, reflejar, cortar, estrechar, operaciones booleanas, etc.

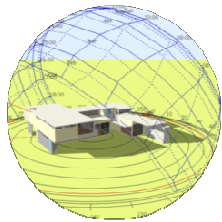
✓ Generación automática del **espesor** de los cerramientos.

✓ Es posible generar automáticamente las **ventanas** y otras aberturas del modelo, o bien dibujarlas de manera personalizada.

✓ Uso de **dibujos CAD** como auxiliares de trazo.

✓ Importación de **modelos 3D** (Revit, ArchiCAD, SketchUp) mediante el formato gbXML.

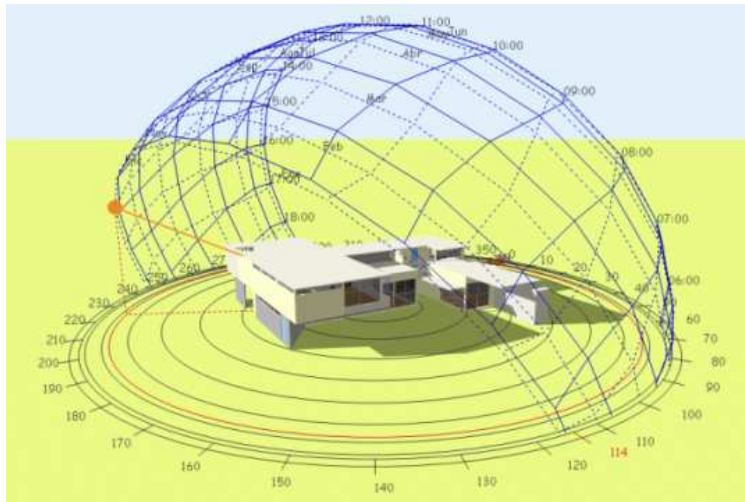
Módulo Visualización



Permite generar vistas renderizadas de los modelos, ofreciendo un valioso recurso de comunicación y una útil herramienta para estudiar el efecto del **soleamiento** y el **sombreado**.



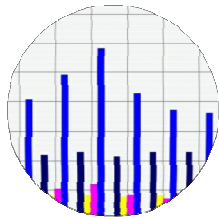
Módulo Visualización



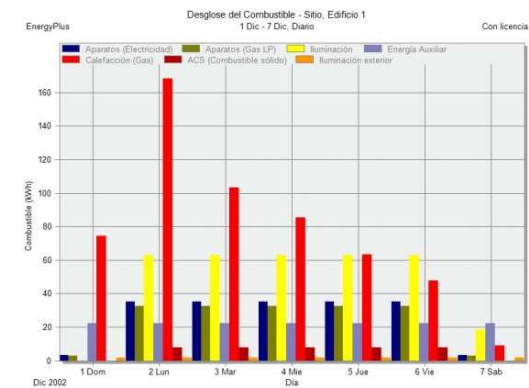
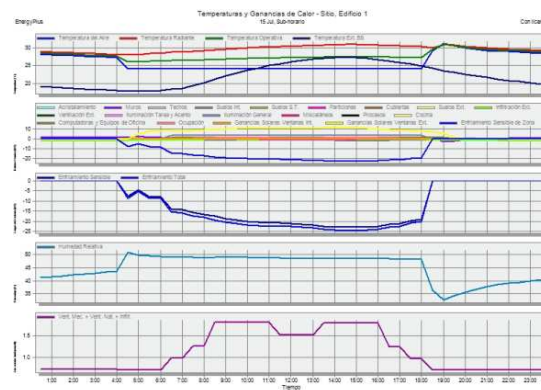
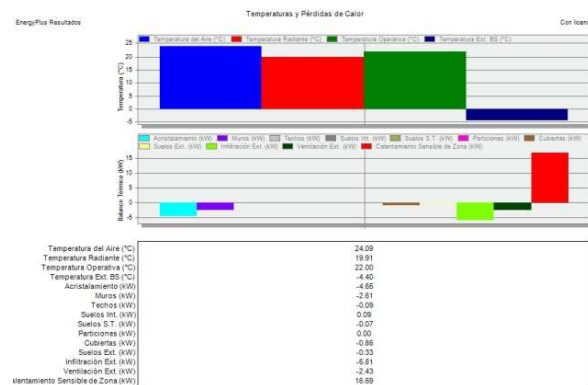
El módulo **Visualización** ofrece, entre otras cosas:

- ✓ **Gráficas solares 3D** integradas al modelo, acordes con la latitud del sitio. Ubicación interactiva la posición del sol en cualquier momento del año.
- ✓ **Vistas seccionadas** del modelo, que facilitan la visualización del impacto de la radiación solar en los espacios interiores.
- ✓ Creación de **videos** que muestran la trayectoria solar y la evolución de las sombras durante cualquier día del año.
- ✓ Diversas opciones de **navegación** para desplazarse a través del modelo, facilitando el análisis visual y la generación vistas.
- ✓ Generación de **imágenes renderizadas** del modelo con diversos formatos (bmp, jpg, tiff, png, gif).

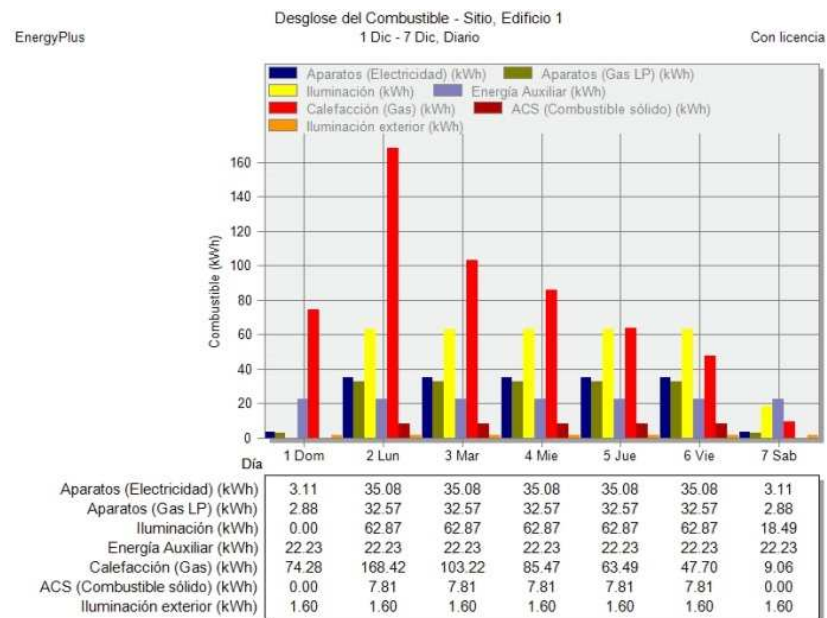
Módulo Simulación



La más completa interfaz para el **motor de cálculo de EnergyPlus**, uno de los mejores programas de simulación energética de los edificios y sus sistemas.



Módulo Simulación



El módulo **Simulación** ofrece, entre otras cosas:

✓ Cálculos de **dimensionado** de los sistemas de calefacción y refrigeración, a partir de condiciones de diseño.

✓ Simulaciones **dinámicas** a partir de datos climáticos horarios.

✓ Evaluación de estrategias de **climatización pasiva**: ventilación natural, aprovechamiento de las ganancias solares, sombreado, uso de masa térmica, etc.

✓ Cálculo de las **cargas, demandas y consumos energéticos**, así como **emisiones de CO₂**, asociados a los sistemas de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria.

✓ El método de cálculo **Ideal Loads Air System** es extremadamente útil y versátil para evaluar el desempeño de los edificios sin modelar sistemas HVAC detallados.

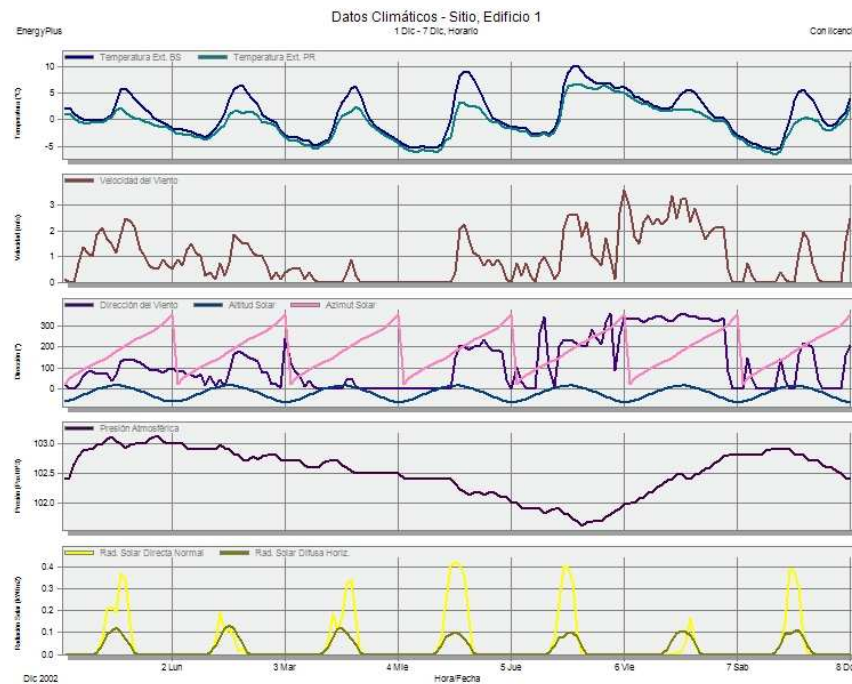
Módulo Simulación

Fecha/Hora	Calentamiento Total (kW)	Calent. Sens. Recup. Calor (kW)	Calent. Total Recup. Calor (kW)	Enfriam. Total Recup. Calor (kW)
01/12/2002 11:00:00 p.m.	3.90951	0	0	0
02/12/2002	4.174987	0	0	0
02/12/2002 01:00:00 a.m.	4.37448	0	0	0
02/12/2002 02:00:00 a.m.	4.496661	0	0	0
02/12/2002 03:00:00 a.m.	4.655943	0	0	0
02/12/2002 04:00:00 a.m.	4.839685	0	0	0
02/12/2002 05:00:00 a.m.	5.017009	0	0	0
02/12/2002 06:00:00 a.m.	29.44644	0	0	0
02/12/2002 07:00:00 a.m.	24.73015	0	0	0
02/12/2002 08:00:00 a.m.	15.38412	1.232486	1.267481	0
02/12/2002 09:00:00 a.m.	11.44063	2.3491	2.386235	-0.005627
02/12/2002 10:00:00 a.m.	8.049693	4.456468	4.481501	-0.024859
02/12/2002 11:00:00 a.m.	5.816999	4.129644	4.129644	-0.020655
02/12/2002 12:00:00 p.m.	3.572693	3.625864	3.625864	-0.210753
02/12/2002 01:00:00 p.m.	2.023917	2.43649	2.43649	-0.163647
02/12/2002 02:00:00 p.m.	1.839453	2.343186	2.345574	-0.115501
02/12/2002 03:00:00 p.m.	1.674658	3.1385	3.20957	-0.099726
02/12/2002 04:00:00 p.m.	2.342545	3.373224	3.459274	-0.104216
02/12/2002 05:00:00 p.m.	2.924993	3.656656	3.795069	-0.06736
02/12/2002 06:00:00 p.m.	2.903275	1.907332	2.009114	-0.00539
02/12/2002 07:00:00 p.m.	4.254982	1.050112	1.133514	0
02/12/2002 08:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 09:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 10:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 11:00:00 p.m.	0	0	0	0
03/12/2002	0	0	0	0
03/12/2002 01:00:00 a.m.	0	0	0	0
03/12/2002 02:00:00 a.m.	0	0	0	0
03/12/2002 03:00:00 a.m.	0.018151	0	0	0
03/12/2002 04:00:00 a.m.	1.266232	0	0	0

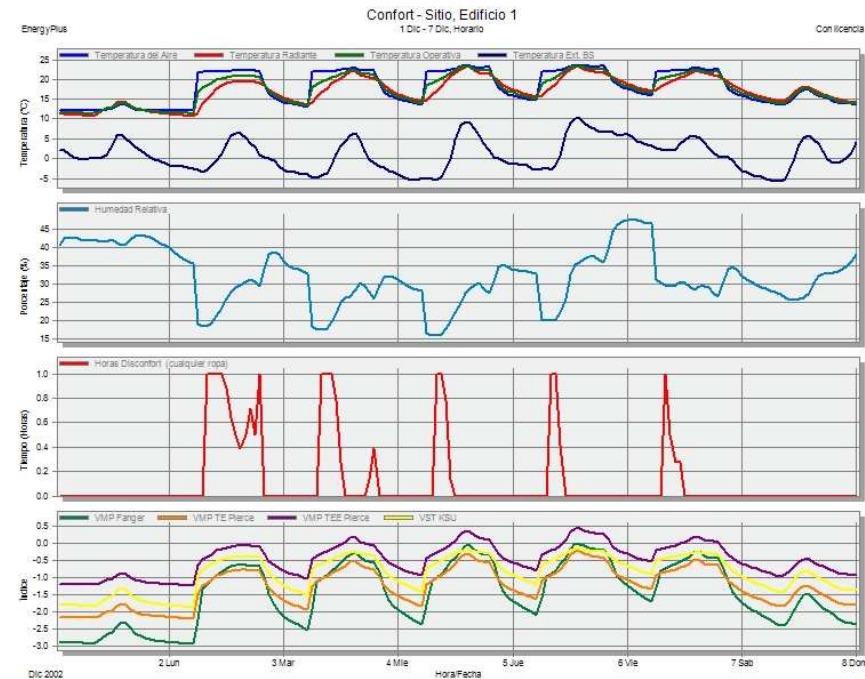
Es posible extraer una enorme cantidad de datos a partir de las simulaciones:

- ✓ **Condiciones ambientales** interiores (temperaturas, humedad, calidad del aire). Se puede aplicar diversos modelos de confort: ASHRAE 55, PMV, etc.
- ✓ **Balances térmicos** de las zonas, incluyendo ganancias internas, pérdidas y ganancias de calor por cerramientos, aportes de los sistemas.
- ✓ **Cargas energéticas** de los sistemas HVAC, incluyendo el tratamiento del aire exterior.
- ✓ Datos **solares** y de **transferencia de calor** incluso en el nivel **superficie**.
- ✓ Nivel de aprovechamiento de la **iluminación natural**.
- ✓ Los resultados se pueden ver en **diversos intervalos**: anuales, mensuales, diarios, horarios e incluso sub-horarios.

Módulo Simulación

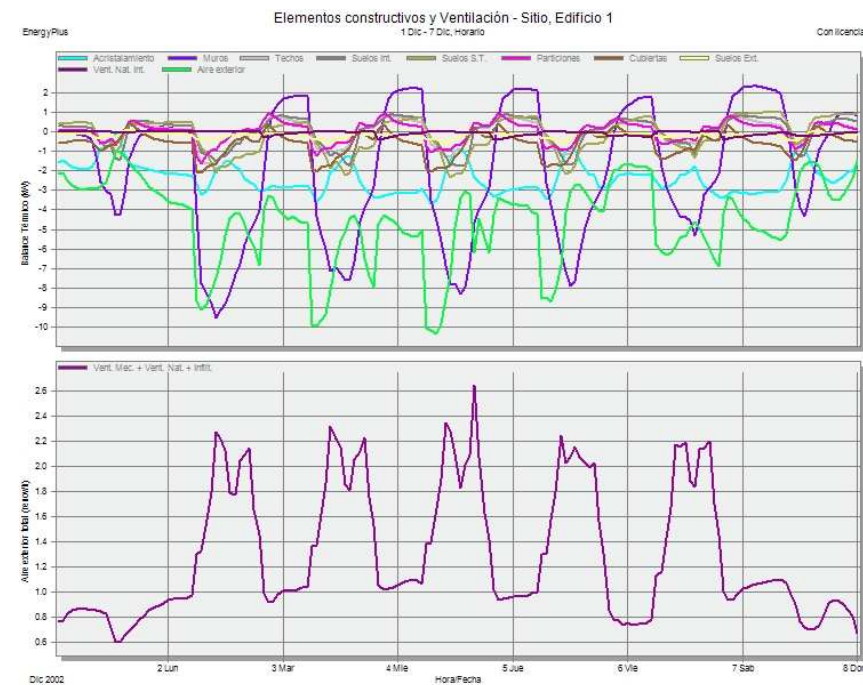
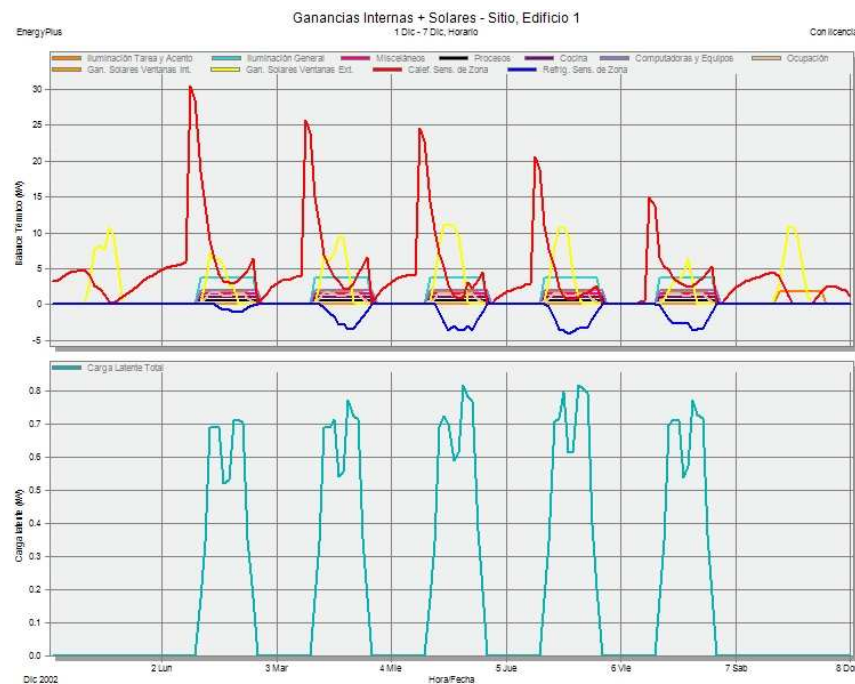


Datos climáticos: Temperaturas, viento, radiación solar, etc.



Confort: Temperaturas interiores, Humedad, Horas en disconfort (ASHRAE 55), Índices de confort (Fanger, Pierce, KSU).

Módulo Simulación

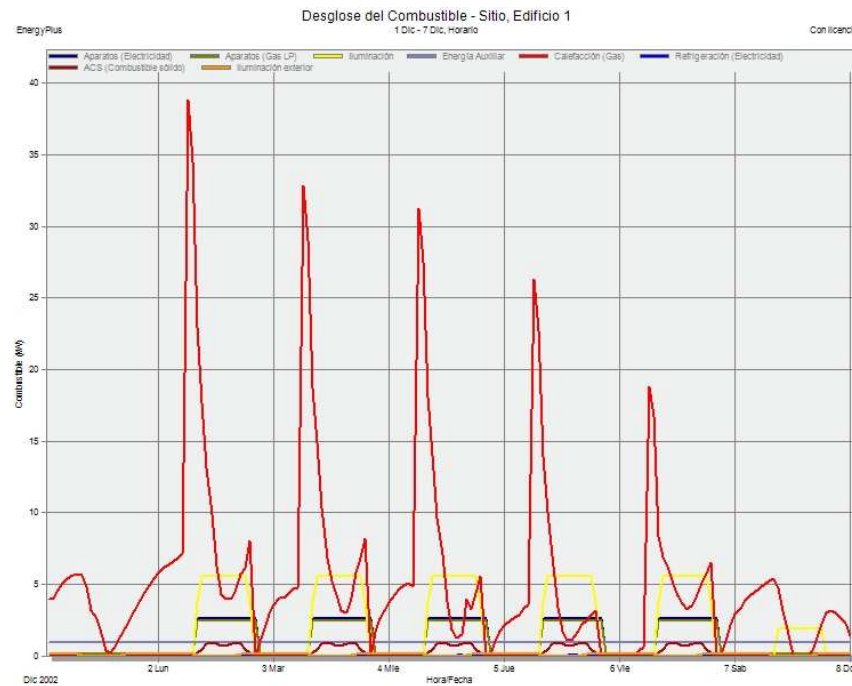


Ganancias internas: Personas, Aparatos, Iluminación, Ganancias solares por ventanas, Calefacción, Refrigeración, Cargas latentes.

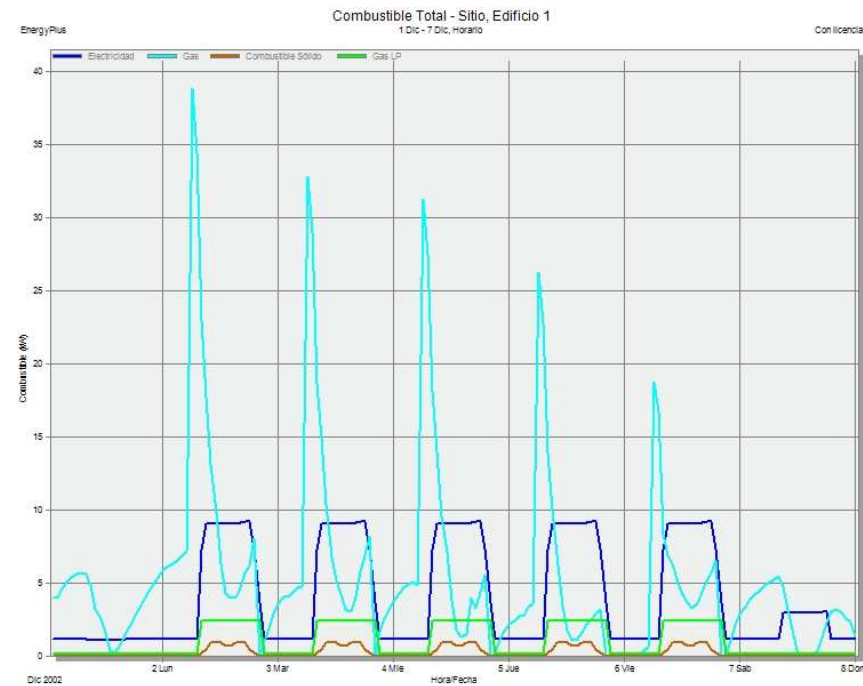
Cerramientos y ventilación: Pérdidas y ganancias asociadas a los cerramientos y la ventilación. Renovaciones de aire.

Nota: Los datos de **ganancias internas** y **cerramientos y ventilación** constituyen, de manera aproximada, el **balance térmico** del edificio y sus zonas.

Módulo Simulación



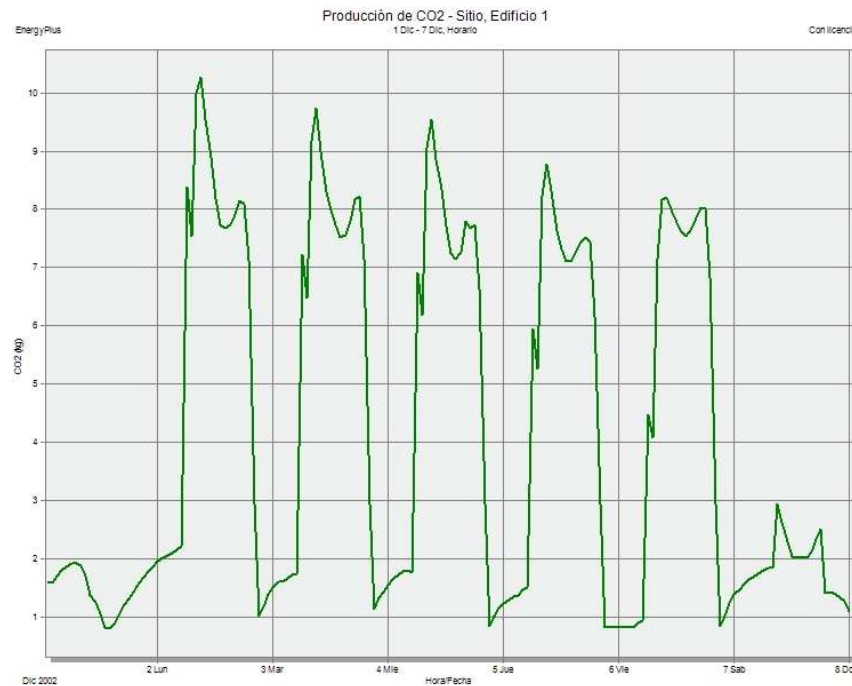
Consumos desglosados: Consumos energéticos asociados a aparatos, iluminación, sistemas de ACS y sistemas HVAC.



Consumos totales: Consumos agrupados por tipo de combustible.

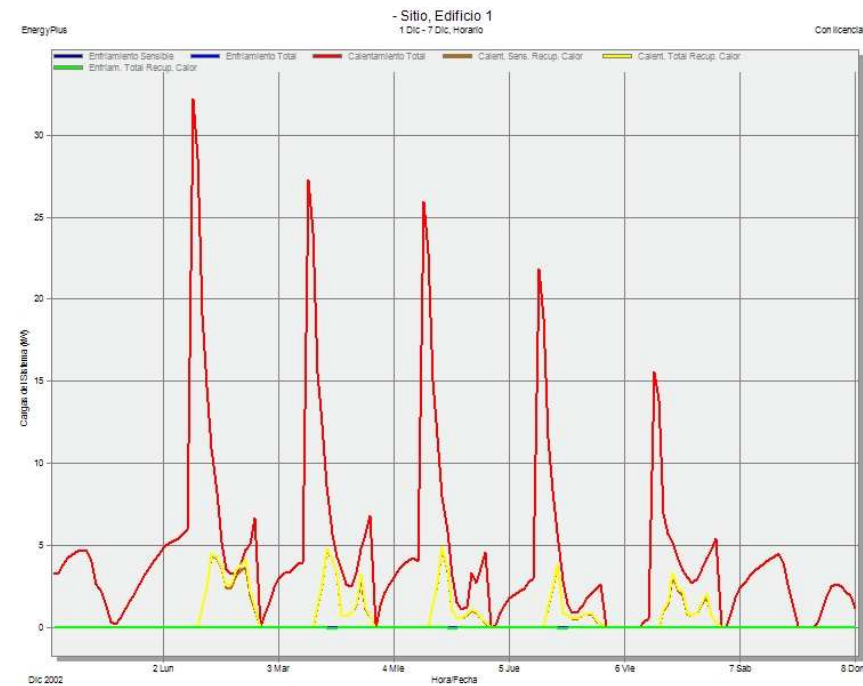
Nota: Con **HVAC Simple** los consumos energéticos de los sistemas HVAC se generan dividiendo las **cargas del sistema** por los **coeficientes de desempeño** respectivos.

Módulo Simulación



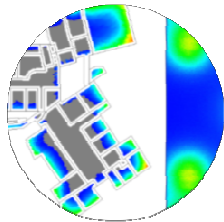
Producción de CO₂: Generación de CO₂ debido a los consumos energéticos.

Nota: Los resultados de CO₂ se generan multiplicando los **consumos energéticos** por los **Índices de emisión de CO₂ por combustible**.

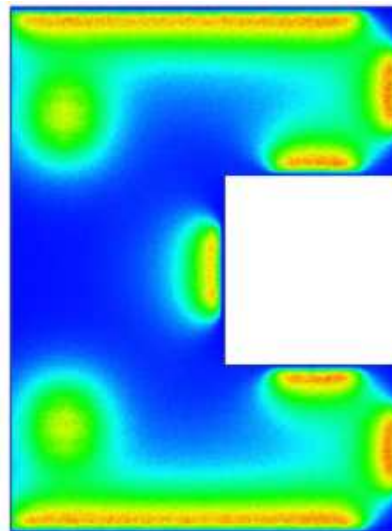


Cargas del sistema: Enfriamiento sensible y total, Calentamiento total, Calentamiento y enfriamiento con recuperación de calor.

Módulo Iluminación



Basado en el **motor de cálculo de Radiance**, permite evaluar el aprovechamiento de la luz natural para mejorar las condiciones de confort lumínico y reducir el uso de la iluminación artificial.



Crédito IEQ 8.1 de LEED NC 2.2

El objetivo de los créditos por iluminación natural es reconocer e incentivar diseños que ofrezcan adecuados niveles de luz natural a los usuarios de los edificios.

Al menos un 75% del área habitable en los espacios ocupados debe recibir suficiente luz diurna, logrando una iluminancia por arriba del valor límite.

Datos de luz diurna

Archivo de proyecto	...
Fecha y hora de generación del informe	26/12/2012 08:09:28 p.m.
Modelo de cielo	CIE día nublado (10000 Lux)
Ubicación	OñAJ-BARCELONA_IWEC
Altura del plano de trabajo (m)	0.750
Dimensión máxima de malla (m)	0.200
Dimensión mínima de malla (m)	0.100
Límite inferior de iluminancia (lux)	269.098

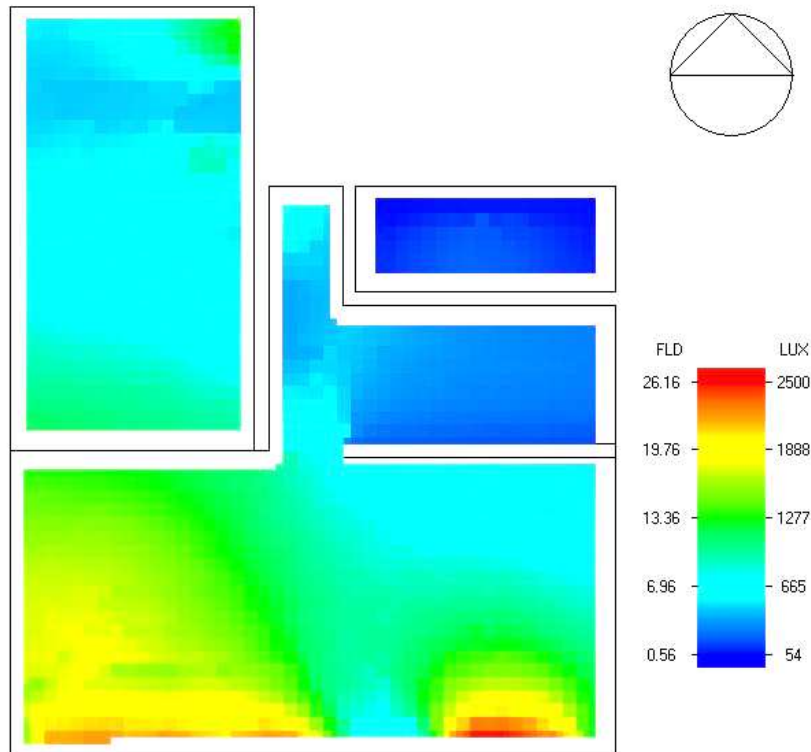
Resumen de Resultados

Área total (m2)	590.640
Área total dentro del límite (m2)	164.950
% de área dentro del límite	27.9
Estatus del Crédito IEQ 8.1 de LEED NC 2.2	NO PASA

Zonas elegibles para luz diurna

Zona	Bloque	Área de suelo (m2)	Iluminación mínima (lux)	Área del plano de trabajo dentro de los límites (%)
ZonaFront01	PlantaTipo	168.360	8.0	25.9
ZonaInterm	PlantaTipo	67.040	2.7	0.0
ZonaFront03	PlantaTipo	61.480	4.6	15.4
ZonaFront02	PlantaTipo	149.760	49.4	35.1
ZonaPost03	PlantaTipo	24.320	92.2	51.8
ZonaPost01	PlantaTipo	59.520	6.4	24.1
ZonaPost02	PlantaTipo	60.160	94.9	53.7
Total		590.640	2.7	27.9

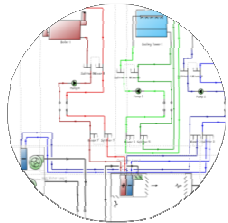
Módulo Iluminación



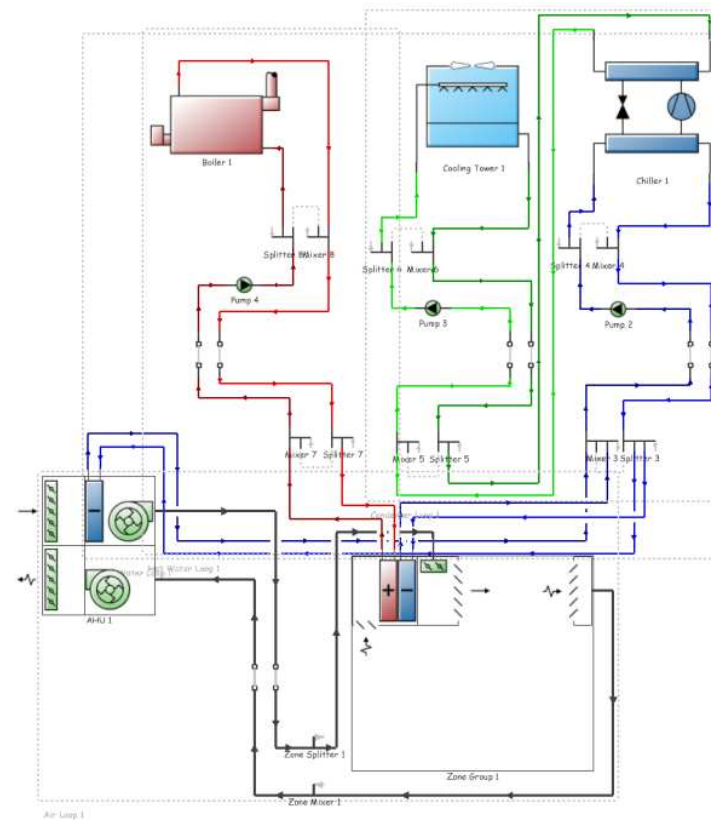
El módulo **Iluminación** ofrece, entre otras cosas:

- ✓ Cálculo de los **niveles de iluminancia** y los **factores de luz diurna**.
- ✓ Generación de **mapas de contorno de iluminancia** de alta calidad en planos de corte que pueden abarcar una zona, un bloque o el edificio completo.
- ✓ Generación de tablas de resultados de **factores promedio** y **uniformidad** de luz diurna.
- ✓ Creación automática de reportes para demostrar el cumplimiento de créditos por iluminación natural en sistemas de **certificación** como LEED EQ8.1, BREEAM HW1 y Green Star IEQ4.

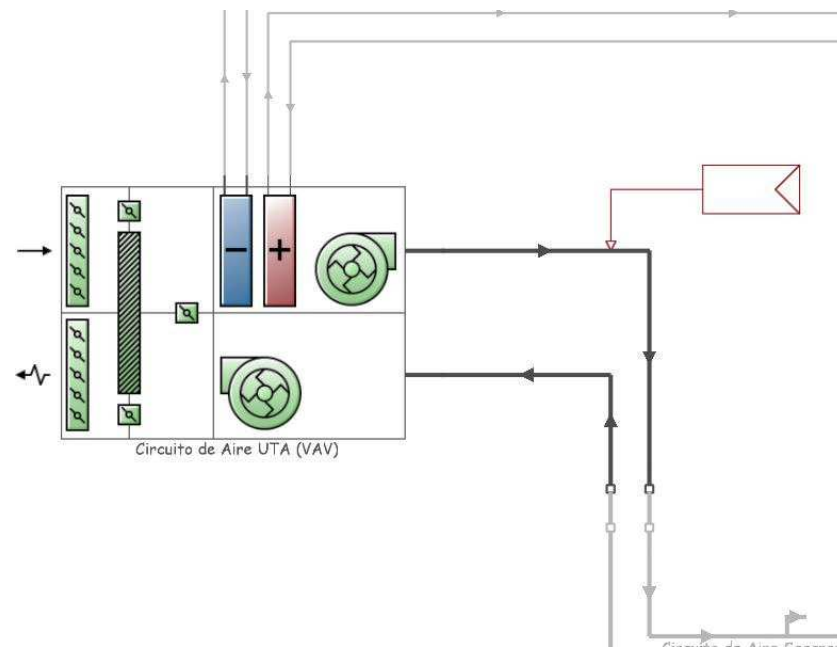
Módulo HVAC



Mediante de una interfaz gráfica amigable, permite simular un amplio rango de **sistemas HVAC de EnergyPlus**, definiendo de manera detallada cada uno de sus componentes.



Módulo HVAC



Algunas de sus características:

- ✓ Los sistemas HVAC se configuran **arrastrando y soltando** componentes en una interfaz gráfica. El programa verifica la integridad de los circuitos y conexiones.
- ✓ Un amplio rango de **plantillas** (esquemas de principio predefinidos). Se incluyen los sistemas HVAC de referencia del estándar **ASHRAE 90.1** (LEED).
- ✓ Es posible **agrupar zonas** con sistemas HVAC similares, simplificando los diagramas de configuración y el proceso de trabajo.
- ✓ Una extensa **biblioteca de componentes** de **EnergyPlus**.
- ✓ Es posible **autodimensionar** muchos de los componentes, simplificando el proceso de diseño.

Módulo HVAC

Editar Circuito de aire -

Circuito de Aire Datos

Circuito de Aire

General	
Nombre	Circuito de Aire
Dimensionado	
Caudal de diseño de aire exterior (m ³ /s)	Autosize
Fracción mínima de caudal de aire del sistema	0.300
Opción de dimensionado	2-Coincidente
Tipo de carga para dimensionado	1-Sensible
Método de aire exterior del sistema	1-Suma de zona
Fracción máxima de aire exterior en la zona	1.000
Calefacción	
Temperatura de diseño de precalentamiento (°C)	5.00
Ratio de humedad de diseño de precalentamiento	0.0080
Temperatura de diseño de aire de impulsión en calefacción...	15.56
100% de aire exterior en calefacción	1-No
Ratio de humedad de diseño de aire de impulsión en calef...	0.008
Método de caudal de aire de diseño de calefacción	1-Día de diseño
Refrigeración	
Temperatura de diseño de preenfriamiento (°C)	11.00
Ratio de humedad de diseño de preenfriamiento	0.0080
Temperatura de diseño de aire de impulsión en refrigeraci...	12.22
100% de aire exterior en refrigeración	1-No
Ratio de humedad de diseño de aire de impulsión en refrig...	0.0080
Método de caudal de aire de diseño de refrigeración	1-Día de diseño

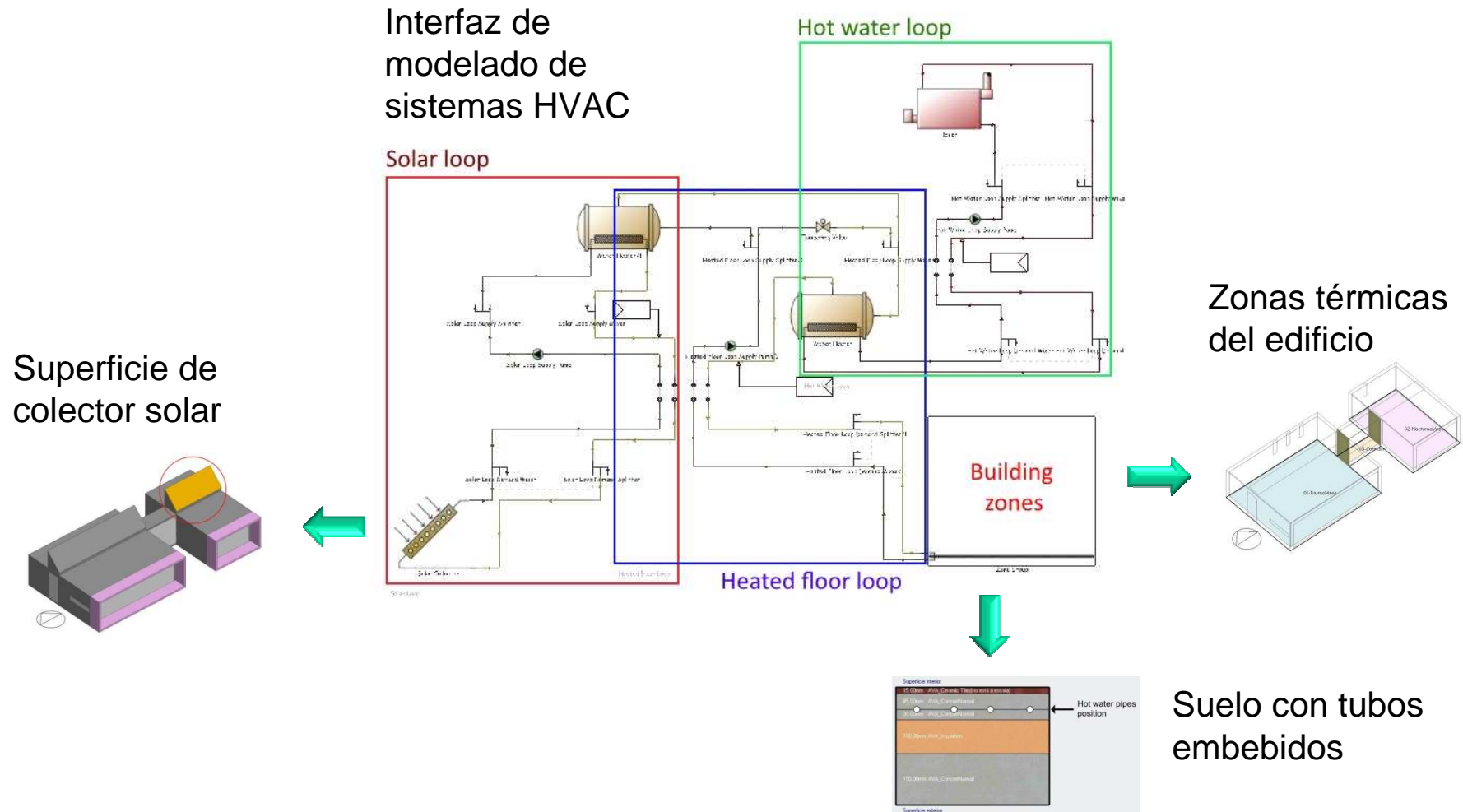
Datos del modelo <admin>

Ayuda Cancelar Aceptar

Algunos de los sistemas que se pueden modelar:

- ✓ Sistemas de **Caudal de Aire Variable**.
- ✓ Sistemas de **Caudal de Aire Constante**.
- ✓ Sistemas **Fan Coil**.
- ✓ Sistemas **Split**.
- ✓ Sistemas de **enfriamiento evaporativo**.
- ✓ Sistemas **agua/aire**, suelos radiantes, techos refrescantes.
- ✓ Sistemas de **Caudal de Refrigerante Variable**.
- ✓ Sistemas con **ventilación mixta**.
- ✓ Difusión por suelo y **desplazamiento**.
- ✓ Bombas de calor **geotérmicas**.
- ✓ **Colectores solares térmicos**.
- ✓ Generación de energía **fotovoltaica** y **eólica**.

Módulo HVAC



Módulo LEED

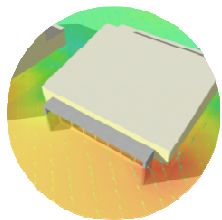


Ofrece funciones para evaluar el cumplimiento de los créditos de Energía (EAp2) del **sistema de certificación LEED**, mediante el modelado del edificio y sus sistemas conforme al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1.

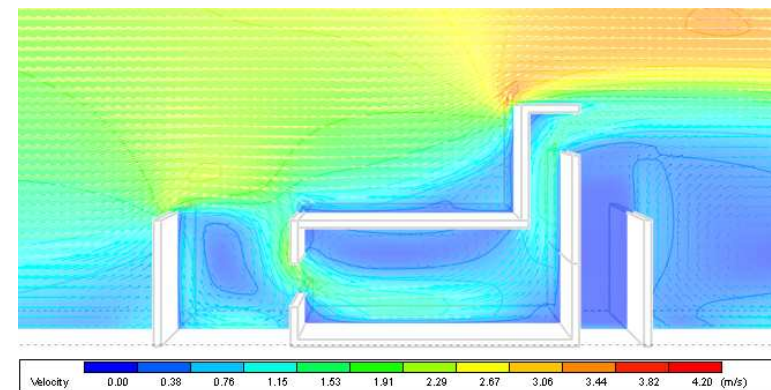
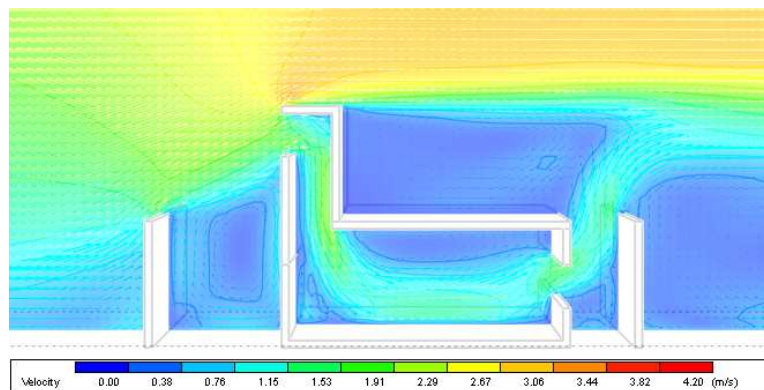
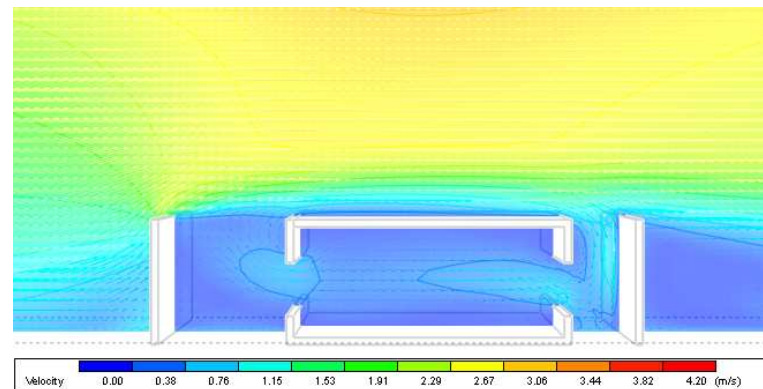
Características principales:

- ✓ Definición automática de los **datos del edificio base** (cerramientos, uso, sistemas) requeridos por el estándar ASHRAE 90.1, de acuerdo a la zona climática.
- ✓ Plantillas de todos los **sistemas HVAC** requeridos por el Apéndice G para el edificio base.
- ✓ En el mismo archivo se puede incluir tanto el **edificio base** como el **edificio propuesto**, facilitando el flujo de trabajo y la comparación.
- ✓ Es posible simular en paralelo las **4 orientaciones** requeridas, generando resultados con mayor rapidez.
- ✓ Informes de resumen para justificar los **créditos LEED**.

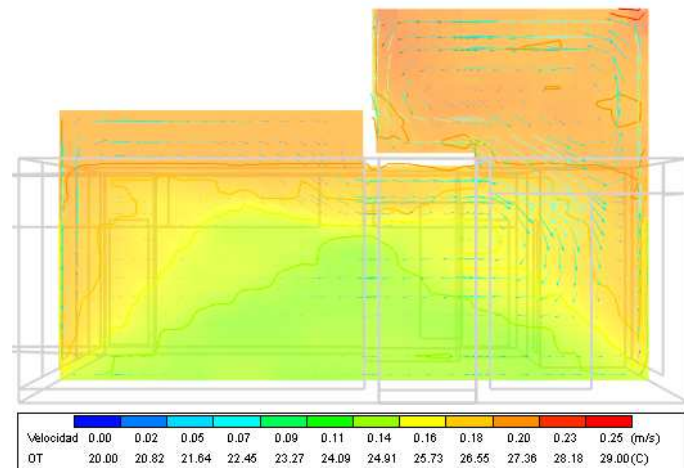
Módulo CFD



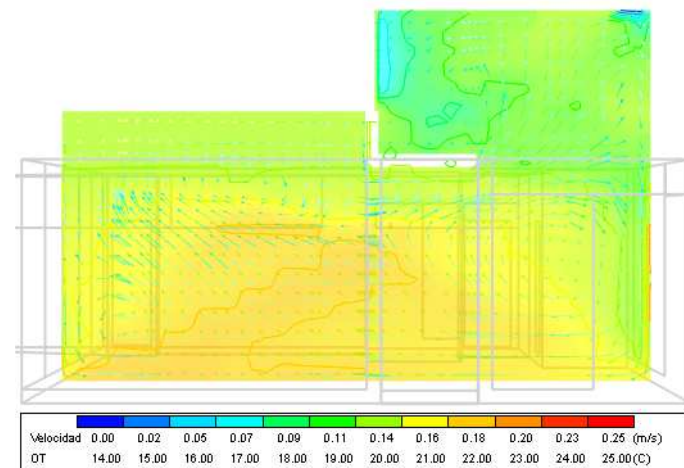
Permite evaluar de forma detallada las **condiciones ambientales** en los recintos arquitectónicos, incluyendo aspectos como el movimiento del aire y la distribución espacial de las temperaturas.



Módulo CFD



Suelo radiante - Verano

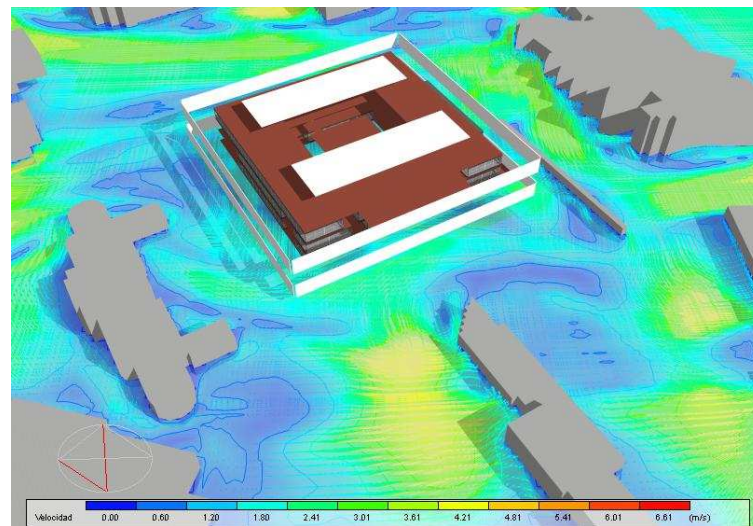
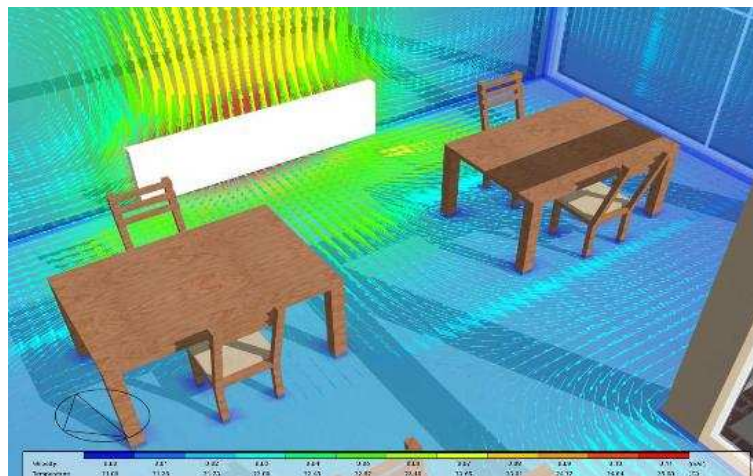


Suelo radiante - Invierno

Características principales:

- ✓ Emplea los mismos **métodos** que otros reconocidos programas CFD, pero no exige conocimientos especializados.
- ✓ Los **dominios** espaciales y las **mallas** de análisis se generan automáticamente a partir del modelo 3D.
- ✓ Las condiciones de límite (caudales de aire, temperaturas, etc.) se pueden **importar** desde el módulo **Simulación**.
- ✓ Un amplio rango de **objetos CFD**: difusores de suministro, extractores, superficies térmicas, radiadores, unidades fan-coil, ventiladores de techo o pedestal, etc.
- ✓ Es posible evaluar la ventilación natural y/o mecánica, los sistemas de climatización y cualquier fuente de calor.
- ✓ Evaluación de la calidad del aire conforme a las normativas ASHRAE 62.1 y Green Star.

Módulo CFD



El módulo **CFD** se puede emplear para:

✓ Evaluación del **impacto del viento** en los espacios exteriores y sobre las superficies de los edificios.

✓ Evaluación detallada de las **condiciones ambientales** logradas en los espacios interiores, incluyendo las temperaturas, el movimiento del aire, el nivel de confort y la calidad del aire.

✓ Optimización de las **aberturas** para mejorar la **ventilación cruzada**.

✓ Optimización de **difusores y rejillas** de extracción para mejorar la distribución del aire.

✓ Optimización de la **posición de radiadores** y otras fuentes de calor/frío para mejorar las condiciones ambientales.

Módulo Coste

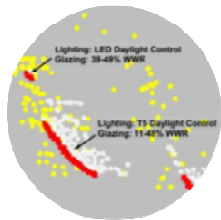


Permite evaluar las **implicaciones económicas** del desempeño ambiental y energético de los edificios, considerando los costes de construcción, los costes de la energía y los costes asociados a su ciclo de vida.

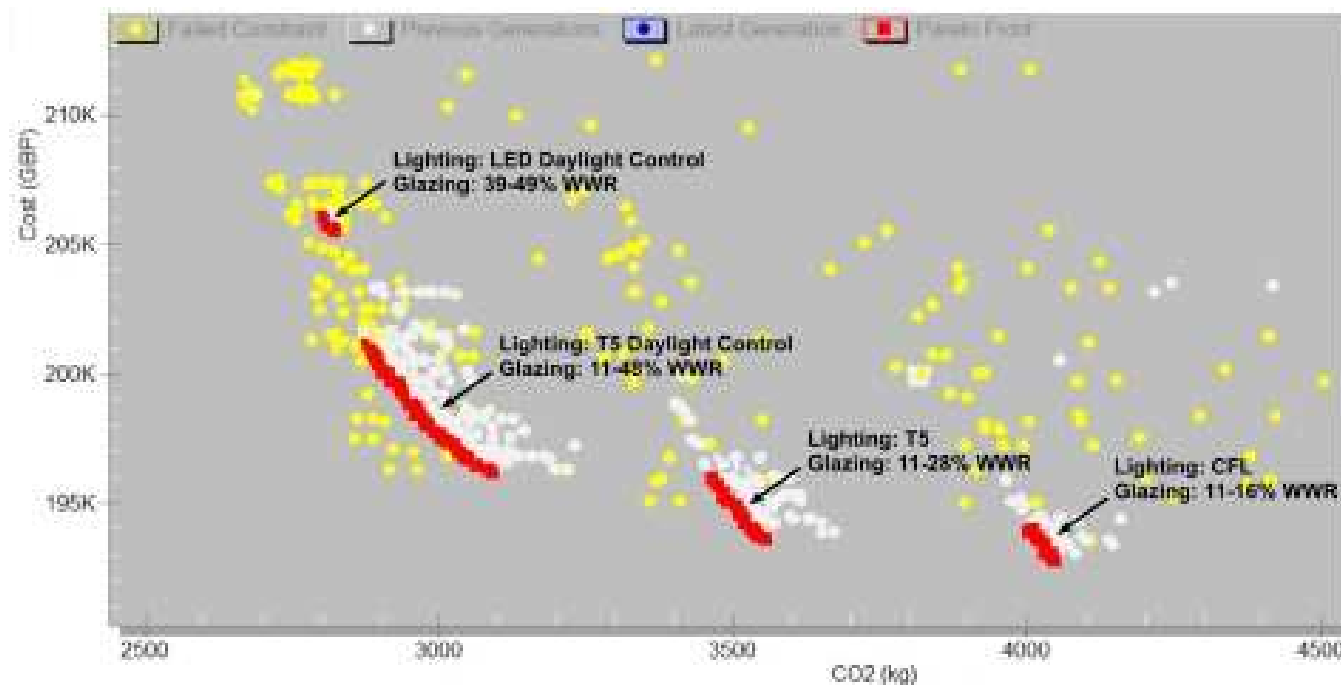
El módulo **Coste** se puede emplear para:

- ✓ Cálculo del **coste global del edificio**, incluyendo todos sus cerramientos y sistemas, mediante la cuantificación de las superficies y la especificación de costes unitarios.
- ✓ Análisis de **Coste de Ciclo de Vida** (LCC), basado en la combinación de los costos iniciales y futuros del edificio en un **Valor presente** (justificación de medidas de ahorro energético).
- ✓ Análisis de **tarifas energéticas complejas**, directamente relacionadas con los consumos energéticos y las demandas pico mensuales.

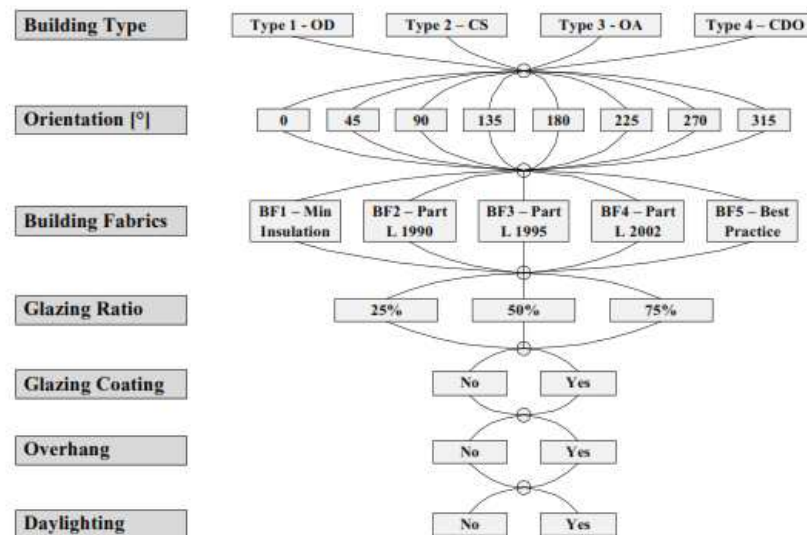
Módulo Optimización



Uso de **algoritmos evolutivos** para identificar las alternativas de proyecto que ofrecen el mejor desempeño en términos de coste, energía y/o confort, considerando un amplio rango de variables, objetivos y restricciones.



Módulo Optimización



Algunas de sus características principales:

✓ Emplea el **algoritmo evolutivo NSGA2** y simulaciones con **EnergyPlus** en un proceso de “selección natural”: las mejores opciones pasan de una “generación” a otra, hasta que se identifican las soluciones óptimas.

✓ Es posible evaluar con precisión cientos e incluso **miles de combinaciones** de diseño en tiempos mucho menores que los requeridos por métodos como el análisis paramétrico.

✓ Hasta **dos objetivos de diseño** simultáneos (por ejemplo minimizar costes y emisiones de CO₂), **múltiples restricciones** (por ejemplo un número máximo de horas en discomfort) y **10 variables de diseño** (cada una con múltiples opciones o valores). Puede seleccionar de entre 120 variables de diseño.

✓ Las soluciones óptimas (**Frente de Pareto**) se pueden analizar gráfica y numéricamente para identificar las más adecuadas.

DesignBuilder: Combinación de módulos





Algunas reflexiones finales:

- ✓ De las normas energéticas a la cultura medioambiental.
- ✓ De la simulación energética simple a la optimización ambiental y económica.
- ✓ Reducción de la brecha entre arquitectura e ingenierías.

IV Jornada d'Eficiència Energètica i Edificació

Moltes gràcies !!

arturo@sol-arq.com

www.sol-arq.com

www.designbuilder-lat.com

Auditori Pompeu Fabra, 19 de novembre de 2014

Enginyers
Industrials de Catalunya

