

IV Jornada d'Eficiència Energètica i Edificació

Simulació i Diagnosi Energètiques

**Casos pràctics d'aplicació del software IDA ICE en
eficiència energètica de l'edificació**

Jordi Garcia Guasch
Catalonia Engineering Solutions

Auditori Pompeu Fabra, 19 de novembre de 2014

Enginyers
Industrials de Catalunya

Qui som?

- Enginyeria amb més de 10 anys d'experiència especialitzada en oferir serveis d'enginyeria i software tècnic per a professionals de l'enginyeria.
- Oficines a Barcelona i Frankfurt.
- Col·laborem i tenim experiència en:
 - Certificació de l'edificació sostenible DGNB i LEED .
 - La simulació dinàmica del comportament tèrmic i energètic d'edificis.
 - Auditories energètiques
 - Projectes per a l'eficiència energètica en edificis i indústries.
- Serveis:
 - Venta de software.
 - Suport.
 - Formació.
 - Projectes i consultoria.



Projectes de certificació LEED®

- Seu Bancària – Asunción del Paraguay



- Hotel – Barcelona



- Centre Logístic – Girona



- Centre I+D - Barcelona



Qui és EQUA Solutions AB?

- Fundada al 1995, centra la seva activitat en tasques de consultoria i desenvolupament de software per a la simulació dinàmica d'edificis i túnels.
- Oficines a Suècia, Finlàndia, Suïssa i Alemanya.
- Productes:
 - **IDA Indoor Climate and Energy**
 - És un software que permet fer la simulació dinàmica del confort i consum energètic d'un edifici.
 - **IDA Tunnel**
 - És un software que permet fer la simulació i disseny de la ventilació i climatització de túnels (carreteres, metro (túnels i estacions subterrànies) i ferroviaris). També permet fer la simulació de la ventilació en casos d'emergència com per exemple en un cas d'incendis.
- Serveis:
 - Venta de software, suport, consultoria i formació.
- Distribuïdors:
 - Xina, India, França, Itàlia i Espanya.
- Algunes referències:
 - Atkins, Arup, CH2M Hill, Cowi, Jacobs, Pöyry, Ramboll, Zublin, Norconsult, Shanska, NCC, Peab, Schneider Electrics, Siemens, Uponor, Knauf, Danfoss i Velux.



Preguntes que ens podem fer abans de fer una simulació

- **Per què volem fer la simulació d'un edifici?**
 - Perquè una simulació ens proporciona un balanç estructurat de la demanda i del consum d'energia d'un edifici tenint en compte les activitats que s'hi desenvolupen.
 - En el cas d'un edifici existent, volem veure on es consumeix o on hi ha pèrdues d'energia.
 - En el cas d'un edifici nou, volem minimitzar el seu consum energètic d'acord amb la legislació actual i l'horitzó 2020 NZEB.
- **Em serveix per al compliment del Codi Tècnic de l'Edificació 2013?**
 - Permet justificar el compliment dels documents bàsics HE.
 - HE0 Limitació del consum energètic.
 - HE1 Limitació de la demanda energètica.



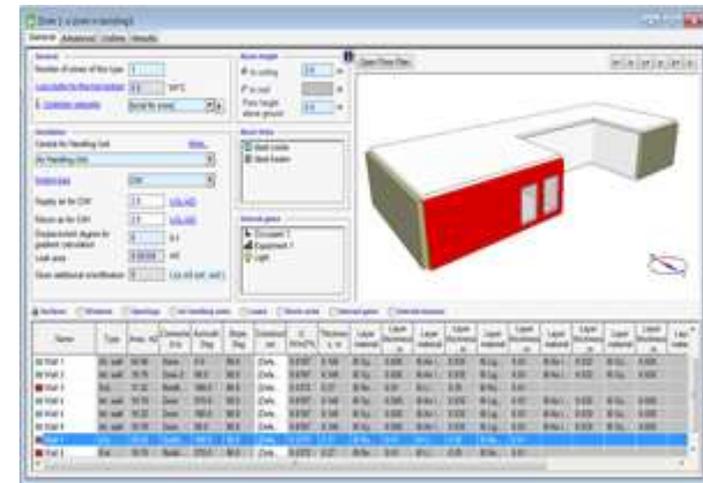
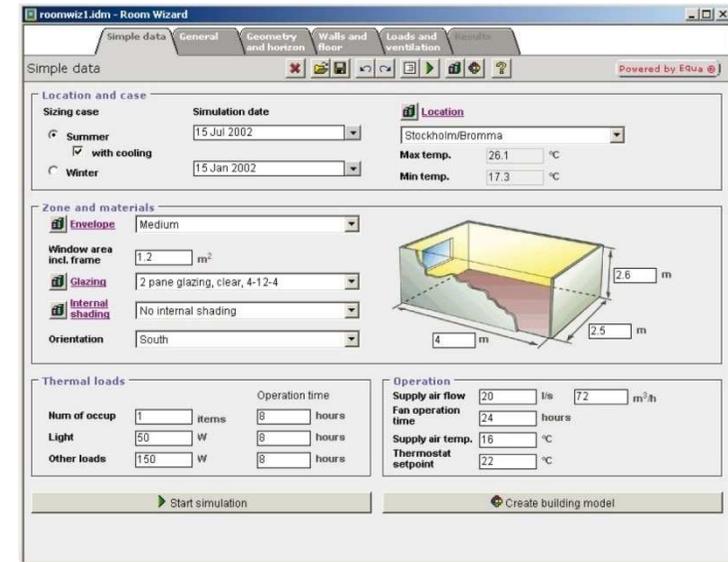
Preguntes que ens podem fer abans de fer una simulació

- **Em serveix per a obtenir una certificació d'edifici sostenible DGNB, LEED i BREAM?**
 - Sí, genera de forma automàtica la documentació necessària per a obtenir la certificació sostenible LEED o BREAM.
 - També serveix per a justificar els punts suplementaris dins l'apartat d'energia en el cas d'una certificació DGNB .
- **Què més ens pot aportar una simulació?**
 - Permet optimitzar el projecte: envolupant i instal·lacions.
 - Dimensionat de les instal·lacions i planta d'energies.
 - La simulació d'un edifici és un punt de partida on poden començar a treballar les empreses que ofereixin serveis energètics i de Facility Management .
 - Permet avaluar escenaris futurs: rehabilitacions, millores en equips i sistemes constructius, etc.



Què esperem d'una eina de simulació?

- Normalment una eina de simulació ha de:
 - Tenir un motor de càlcul robust i flexible.
 - Permetre entendre fàcilment els passos seguits durant el càlcul.
 - Tenir una interfície gràfica amigable que permeti una entrada de dades de forma ràpida i senzilla.
 - Permetre la definició directa de la geometria d'un edifici.
 - Permetre la importació de plànols d'Autocad (2D).
 - Permetre la importació BIM (3D).



Què esperem d'una eina de simulació?

- Normalment una eina de simulació ha de de:
 - Ser flexible alhora de fer canvis.
 - Proporcionar resultats que siguin fàcilment analitzables i verificables.
 - Calcular previsions del consum energètic anual d'acord amb l'activitat que s'hi desenvolupa i desglossar els seus costos per partides:
 - Ventilació
 - Calefacció.
 - Refrigeració.
 - Il·luminació
 - Aigua calenta.

EQUA. SIMULATION TECHNOLOGY GROUP		Delivered Energy Report	
Project		Building	
Customer		Model floor area	85.6 m ²
Created by	Sven Moosberger	Model volume	222.5 m ³
Location	Goteborg/Save	Model ground area	0.0 m ²
Climate file	Gothenburg, Save-1977	Model envelope area	156.5 m ²
Case	WithResults	Window/Envelope	9.0 %
Simulated	04.02.2013 17:54:09	Average U-value	0.3428 W/(K·m ²)
		Envelope area per Volume	0.7033 m ² /m ³

Building Comfort Reference

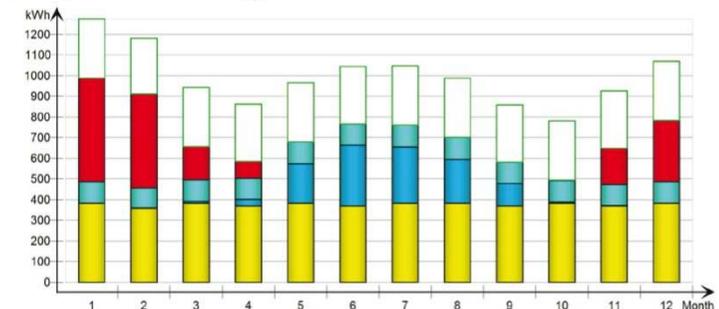
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	0 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	0 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	8 %

Delivered Energy Overview

	Delivered energy		Demand
	kWh	kWh/m ²	kW
Lighting, facility	4511	52.7	0.51
Cooling	1125	13.1	1.5
HVAC aux	1240	14.5	0.15
Total, Facility electric	6876	80.3	
Heating	1671	19.5	1.57
Domestic hot water	0	0.0	0.0
Total, Facility fuel*	1671	19.5	
Total	8547	99.9	
Equipment, tenant	3384	39.5	0.39
Total, Tenant electric	3384	39.5	
Grand total	11931	139.4	

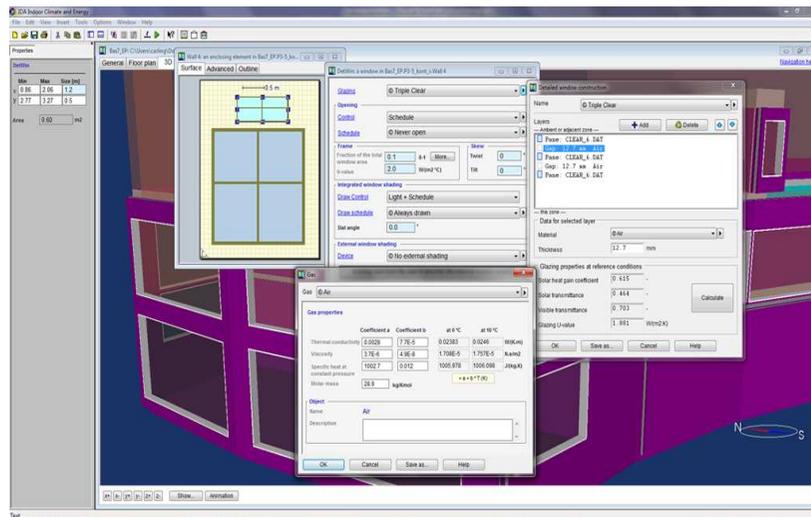
*heating value

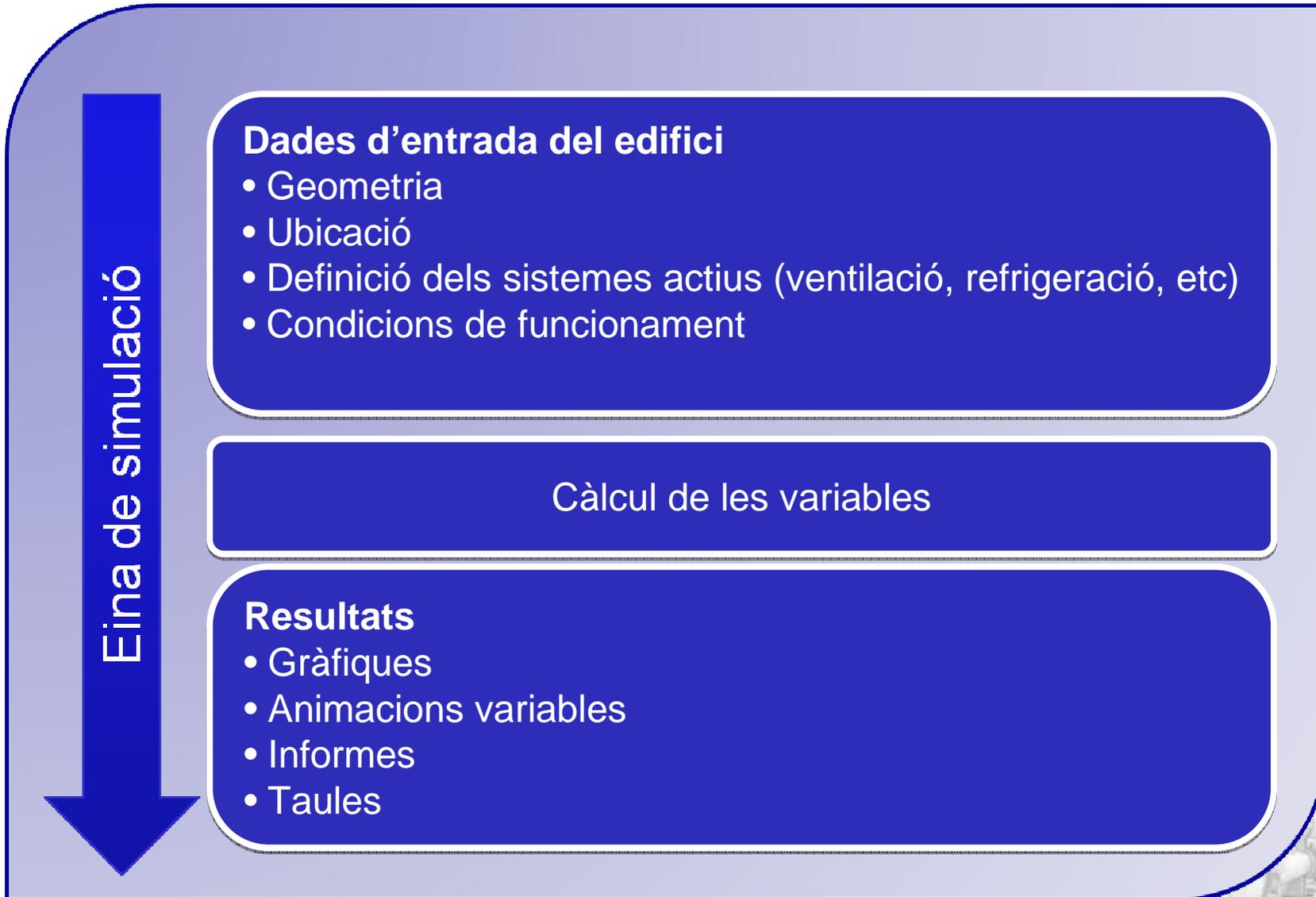
Monthly Delivered Energy



Què esperem d'una eina de simulació?

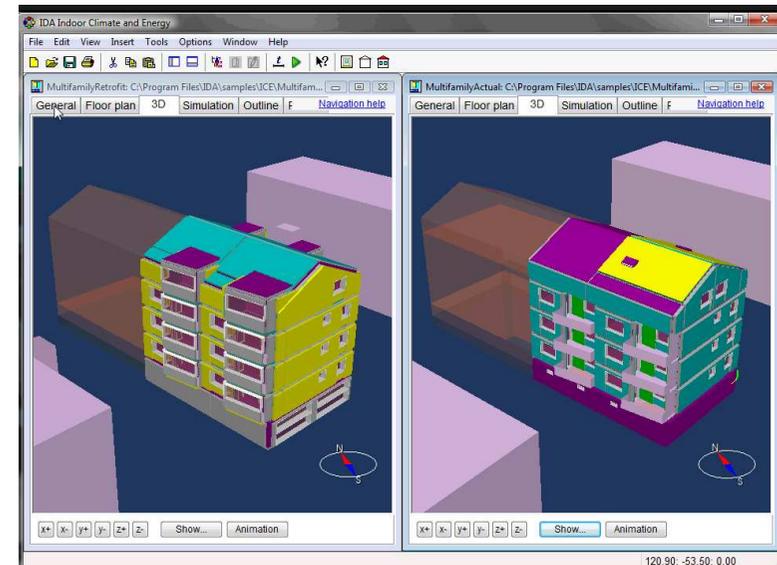
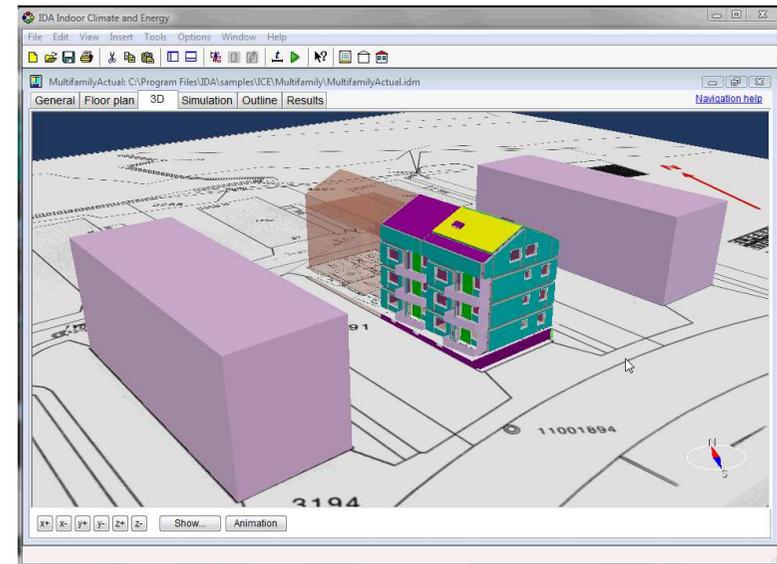
- Normalment una eina de simulació ha de:
 - Permetre fer comparatives d'alternatives constructives i dels sistemes.
 - Permetre estudiar accions de millora en les prestacions d'un edifici.
 - Ser una eina de productivitat.





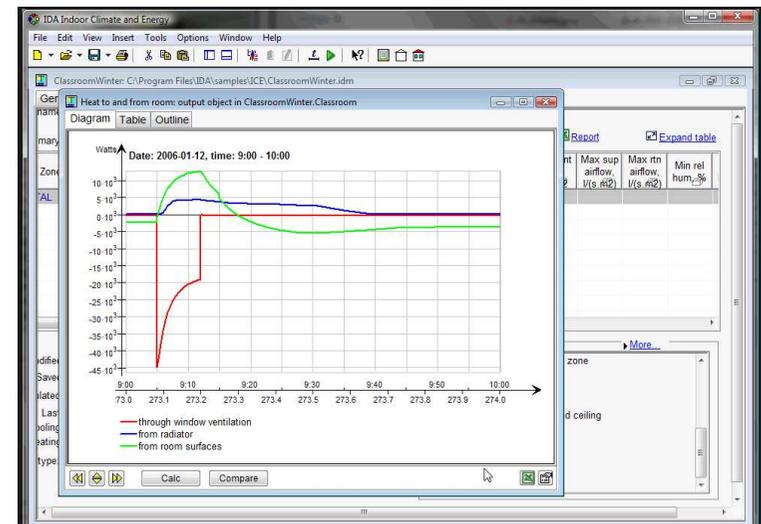
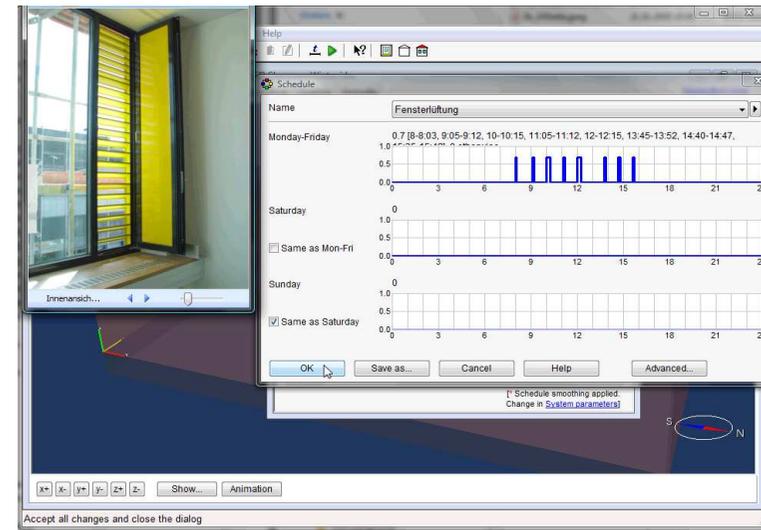
Característiques del IDA Indoor Climate and Energy

- Permet la definició de la geometria d'un edifici de forma directa, o per importació de plànols (2D) i BIM (3D).
- Té una interfície gràfica amigable i flexible en un entorn 3D.
- El gestor d'escenaris permet definir diferents alternatives i fer una comparativa de forma ràpida.
- Permet definir escenaris d'ocupació i utilització dels diferents espais que conformen un edifici en diferents períodes de temps.
- Permet l'exportació de dades (a MS-Excel, Matlab, etc.).
- Permet adaptar-lo a les exigències reglamentaries locals de cada país.



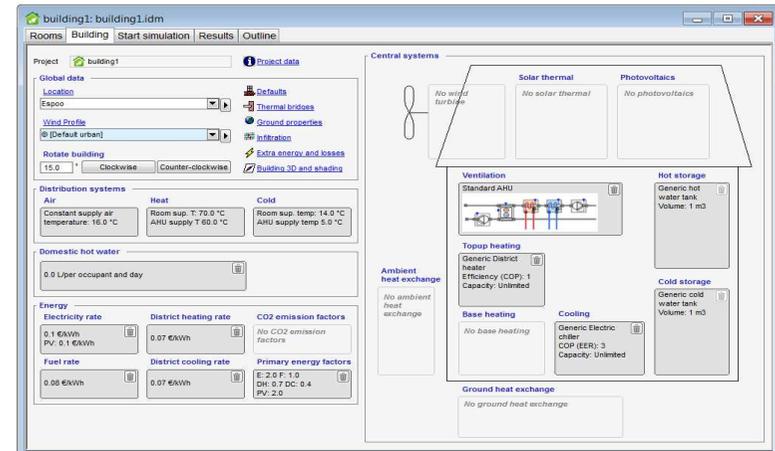
Característiques del IDA Indoor Climate and Energy

- Permet incorporar dades meteorològiques d'acord amb la localització de l'edifici.
- El motor de càlcul que utilitza està basat en el model de càlcul "Modelica". "Modelica" és un model de càlcul ràpid, flexible i robust (www.modelica.org).
- Possibilitat de desenvolupar noves prestacions i mòduls.
- Permet calcular per lots o en paral·lel i en varis ordinadors alhora el càlcul de models complexos. També permet el càlcul de forma simultània de varis models.



Característiques del IDA Indoor Climate and Energy

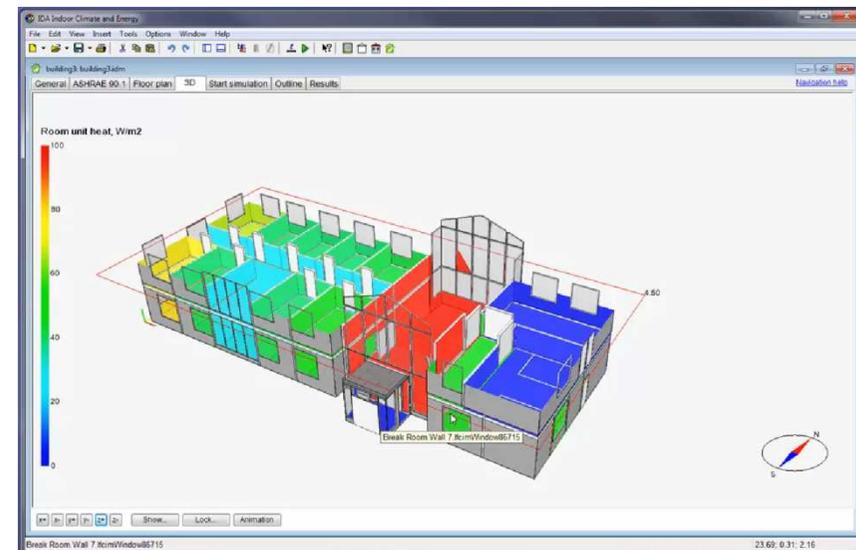
- Permet estudiar components no tradicionals d'un edifici com la calefacció i refrigeració radiant i les façanes ventilades de doble fulla.
- Permet el dimensionat i optimització dels diferents sistemes i instal·lacions que formen part d'un edifici utilitzant diferents fonts d'energia (energies renovables com la solar tèrmica o fotovoltaica, eòlica i geotèrmia).
- Permet simular i analitzar els fluxos d'aire en grans espais oberts (p.e. Atris, auditoris, sales polivalents).



Característiques del IDA Indoor Climate and Energy

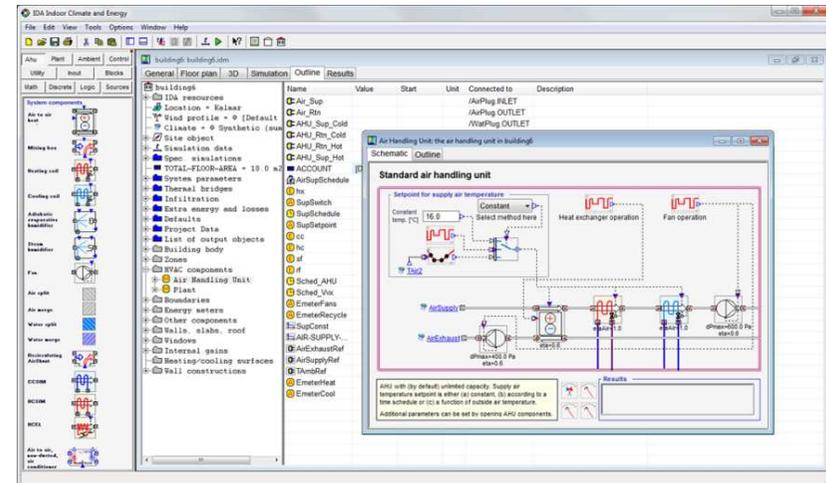
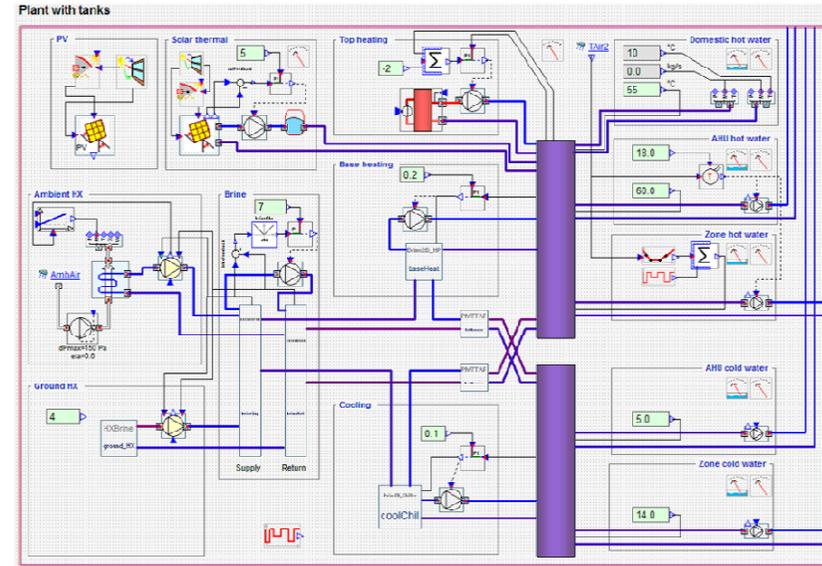
EDIFICIS

- Permet definir :
 - Volumetries estàndards i singulars.
 - Múltiples zones.
 - L'entorn pròxim del edifici per al càlcul d'ombres.
 - Les càrregues internes.
 - Els terminals (radiadors, fancoils) de cada zona tèrmica.
 - La regulació i control de la ventilació (renovació) en funció de la qualitat de l'aire.
- Té en compte la inèrcia tèrmica del edifici.
- Pot combinar la ventilació natural i mecànica.
- Té en compte la il·luminació natural.



SISTEMES HVAC

- Permet definir :
 - La caldera centralitzada per calefacció i aigua calenta sanitària.
 - La planta refredadora de l'edifici.
 - Climatitzadors.
 - Bateria de calefacció i refrigeració.
 - Bescanviadors de calor.
 - Caixes de mescles.
 - Humidificació de l'aire.
 - Ventiladors i bombes.
 - Radiadors i convectors.



VARIABLES CALCULADES

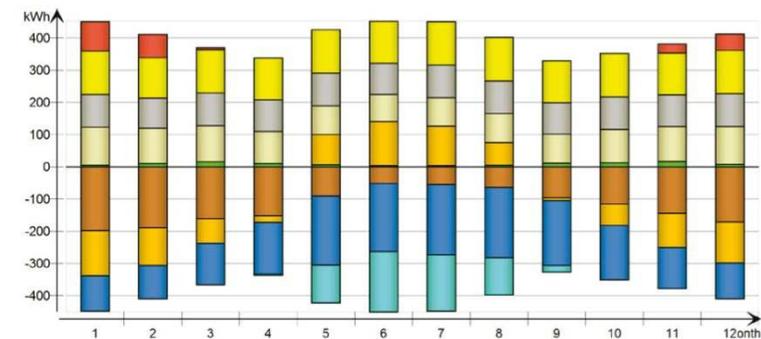
- Les variables calculades són:
 - Temperatures ambientals i dels materials.
 - Humitat.
 - Fluxos d'aire i líquids.
 - Pressió de l'aire i de l'aigua.
 - Fluxos de calor.
 - Energia, emissions de CO2, costos, energia primària.
 - Radiació solar.
 - Senyals de control.
 - Valors de confort (temperatura operativa, PPD, PMV).
 - Llum natural.

EQUA		Energy for zones	
SIMULATION TECHNOLOGY GROUP			
Project		Building	
Customer		Model floor area	85.6 m ²
Created by	Sven Moosberger	Model volume	222.5 m ³
Location	Goteborg/Save	Model ground area	0.0 m ²
Climate file	Gothenburg, Säve-1977	Model envelope area	156.5 m ²
Case	WithResults	Window/Envelope	9.0 %
Simulated	04.02.2013 20:44:21	Average U-value	0.3428 W/(K·m ²)
		Envelope area per Volume	0.7033 m ² /m ³

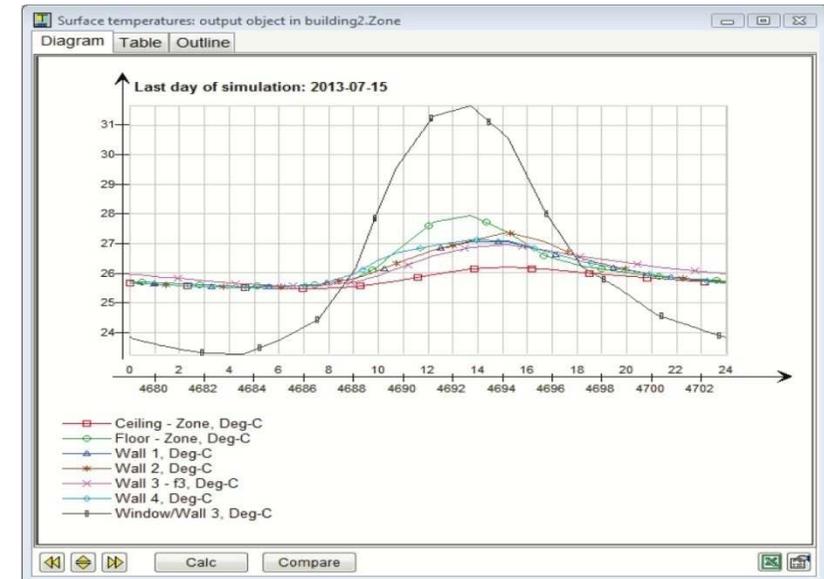
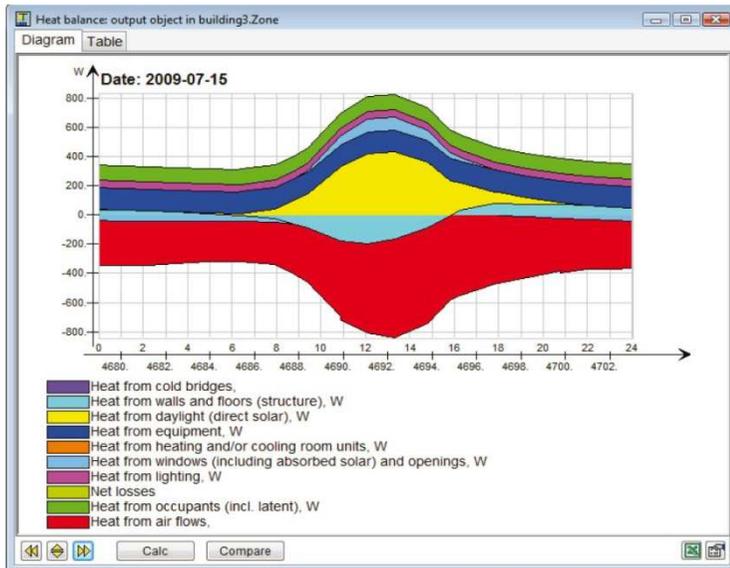
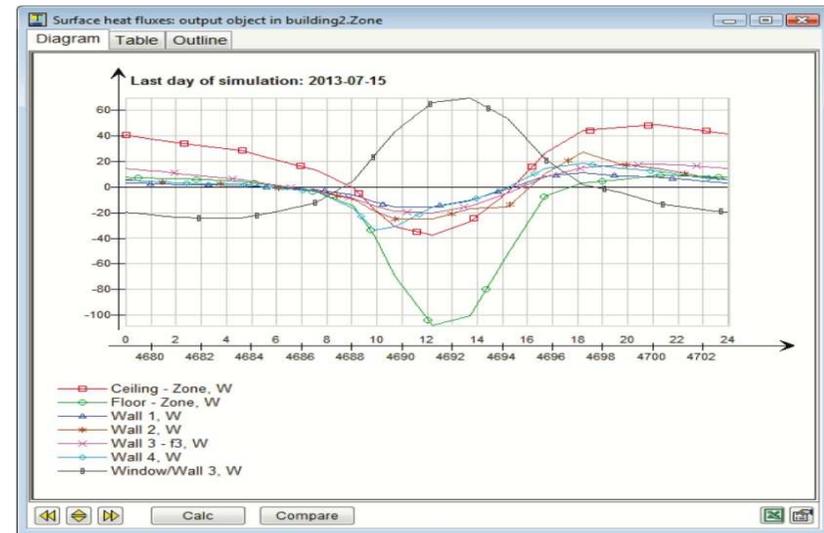
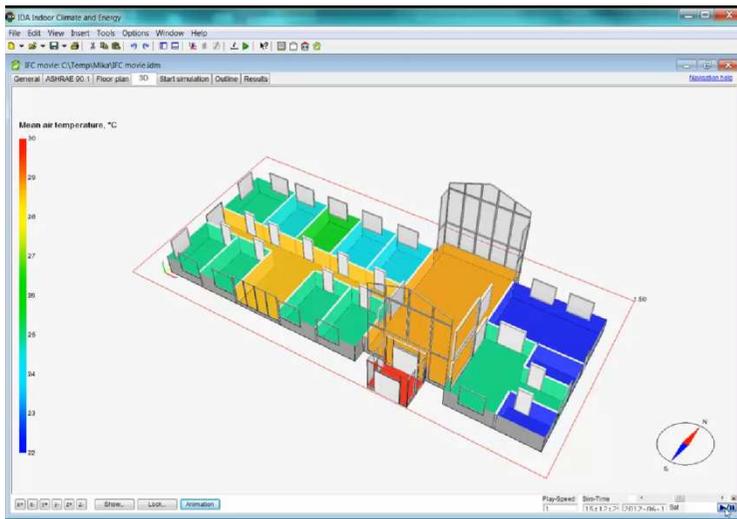
Zones Office 1, Office 2, Office 3

kWh (sensible only)

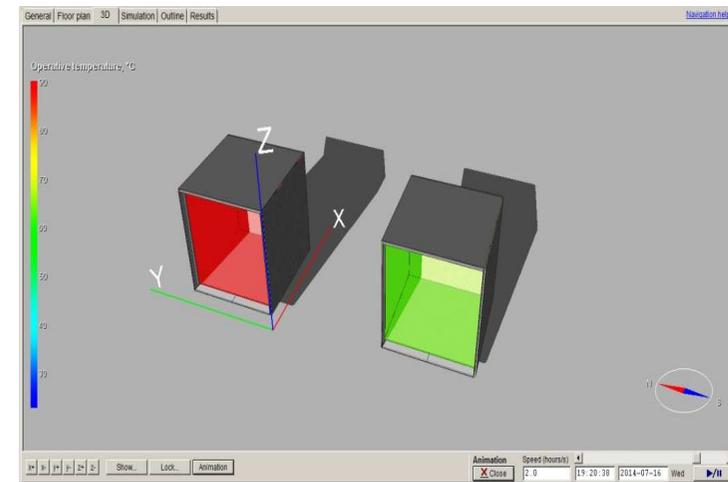
Month	Envelope & Thermal bridges	Internal Walls and Masses	Window & Solar	Mech. supply air	Infiltration & Openings	Occupants	Equipment	Lighting	Local heating units	Local cooling units	Net losses
1	-197.2	5.1	-141.0	-109.4	0.0	117.5	100.8	134.4	91.8	0.0	0.0
2	-189.0	9.3	-117.0	-103.3	0.1	109.3	94.3	125.7	72.7	0.0	0.0
3	-161.3	15.4	-76.3	-129.2	0.2	112.1	100.8	134.4	6.0	0.0	0.0
4	-151.4	10.1	-20.4	-159.6	0.2	99.7	97.6	130.1	0.1	-4.2	0.0
5	-90.5	5.5	94.4	-213.8	0.0	89.2	100.8	134.4	0.0	-117.6	0.0
6	-51.5	4.1	136.2	-210.9	0.0	84.7	97.6	130.1	0.0	-187.8	0.0
7	-55.8	4.0	123.0	-218.1	0.0	88.2	100.8	134.4	-0.0	-174.1	0.0
8	-64.1	4.7	70.3	-218.0	0.0	89.8	100.8	134.4	-0.0	-115.5	0.0
9	-96.7	10.9	-8.9	-200.6	0.1	90.6	97.6	130.1	-0.0	-20.8	0.0
10	-115.1	11.7	-65.7	-168.5	0.2	104.1	100.8	134.4	-0.0	0.0	0.0
11	-144.0	16.7	-106.5	-127.7	0.1	108.5	97.6	130.1	27.1	0.0	0.0
12	-170.6	7.6	-127.4	-110.8	0.1	117.4	100.8	134.4	50.6	0.0	0.0
Total	-1487.3	105.3	-239.4	-1970.0	0.9	1211.3	1190.2	1586.8	248.4	-620.1	0.0
During heating	-802.6	55.9	-526.0	-486.2	0.5	503.3	435.2	580.4	248.4	0.0	0.0
During cooling	-381.2	15.9	440.5	-1091.6	0.1	455.3	511.7	682.2	0.0	-620.2	0.0
Rest of time	-303.5	33.5	-153.9	-392.2	0.4	252.7	243.3	324.2	-0.0	0.1	0.0



Característiques del IDA Indoor Climate and Energy

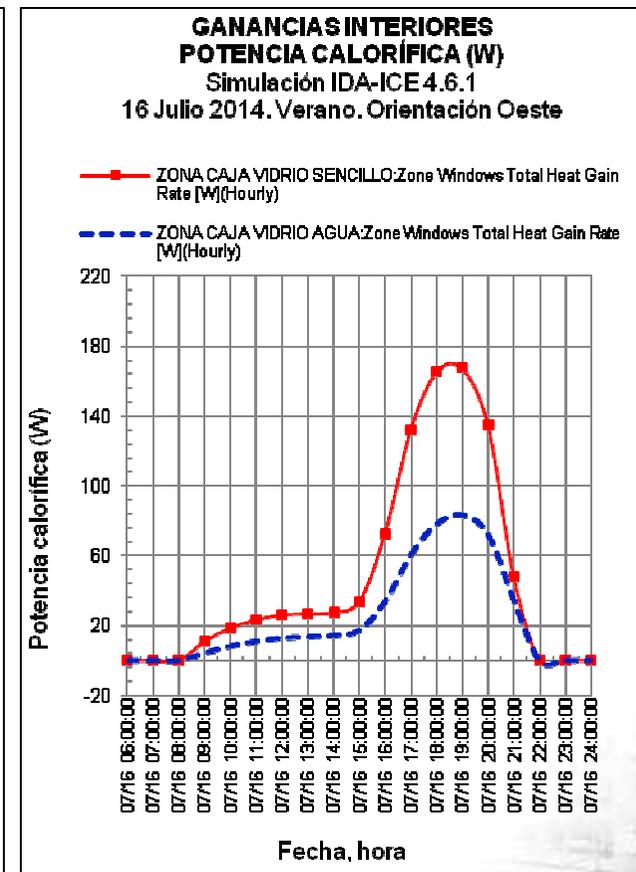
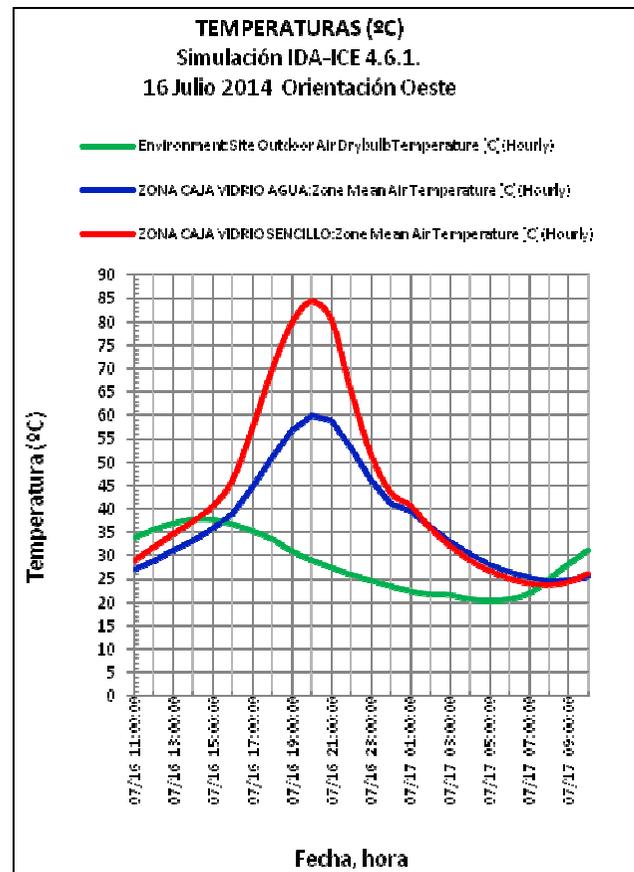


- Investigació sobre tancaments vidriats amb aigua en circulació a la cambra, per “Doctorado en Construcción y Tecnología Arquitectónicas (RD 778/98), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid”
- L’objectiu de la tesi consisteix a definir una façana, transparent i energèticament eficient, integrada per tancaments vidriats amb circulació d’aigua per incorporar-ho en edificis de consum quasi nul.
- S’ha desenvolupat un prototip que es monitoritza durant cicles experimentals en condicions reals per comparar el seu comportament amb vidres normals.
- S’han desenvolupat models teòrics de simulació que reproduïxen aquest comportament amb el programa IDA-ICE d’Equa



Temperatures interiors de les caixes d'assaig i temperatura exterior ambiental (obtingut per simulació amb IDA-ICE)

Guany de calor a les caixes d'assaig, Potència Calorífica [W] (obtingut per simulació amb IDA-ICE)



Nau industrial - Cervelló

- **Activitat** : mecanitzats d'alta precisió
- **Antecedents**
 - Aïllaments tèrmic insuficient.
 - Protecció solar inadequada.
 - Geometria de la nau pròpia d'un edifici industrial (alçada de 9 metres).
 - Gradient tèrmic marcat en l'interior de la nau degut a la seva alçada.
 - Variacions importants de l'humitat relativa degut al procés de mecanitzat.
 - Degut a la orientació de la nau (sud – nord) i ser ser una nau adosada per est i oest, la ventilació natural no és suficient.

The screenshot shows a software window titled "Location" with the following fields and values:

- Location: Barcelona
- Position:
 - Country: Spain
 - City: Barcelona
 - Latitude: 41.28 N °
 - Longitude: 2.07 E °
 - Elevation: 6 m
 - Time zone: 1 E h
- Design days:

	Winter	Summer	
Dry-bulb min	0.1	20.9	°C
Dry-bulb max	4.3	29.3	°C
Wet-bulb max	3.0	23.4	°C
Wind direction	350	210	°
Wind speed	3.7	4.0	m/s
Clearness number	1.0	1.0	0-1
- Climate description: <value not set>
- Object:
 - Name: Barcelona
 - Description: Data from ASHRAE Fundamentals 2001

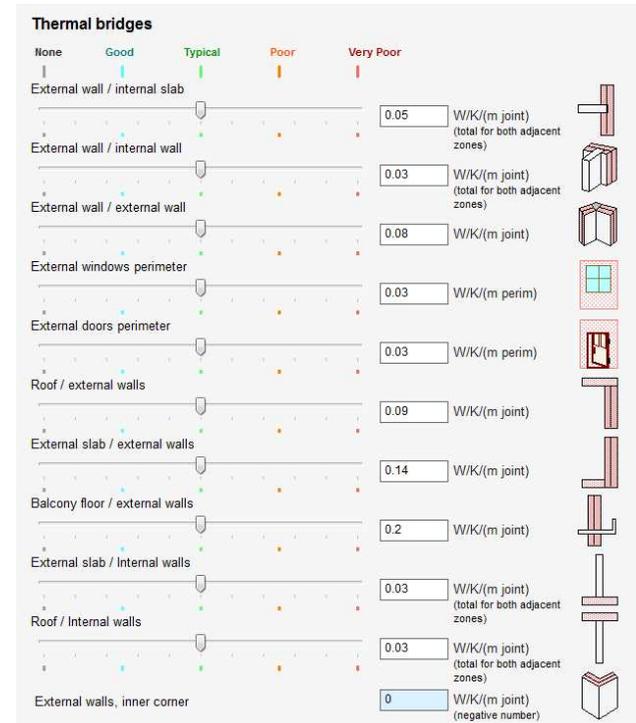
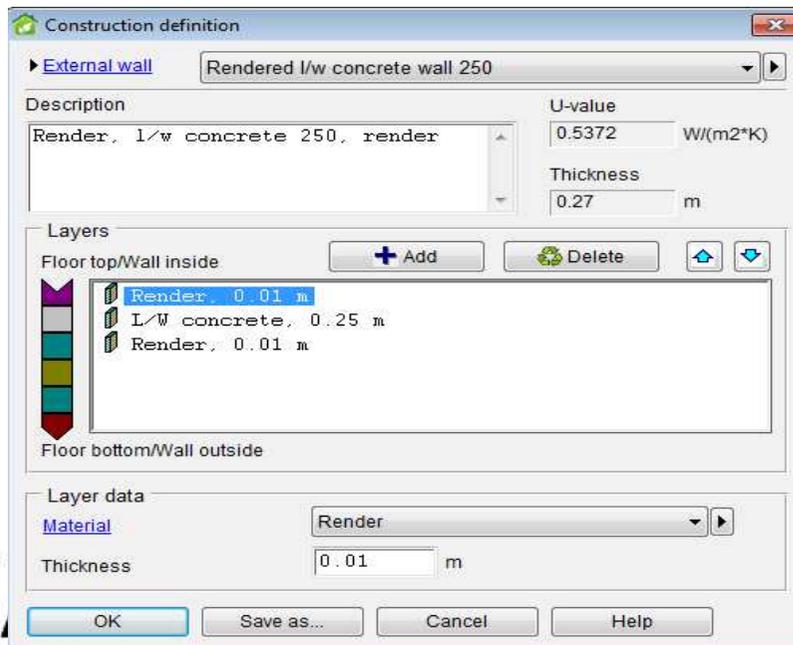
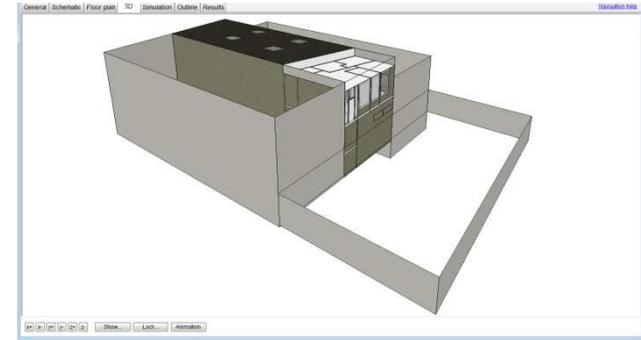
Buttons at the bottom: OK, Cancel, Save as..., Help



Nau industrial - Cervelló

- **Problemes**

- La climatització de la nau i l'acondicionament de l'aire ambient són inadequats. Això comporta:
 - Rebuig elevat de peces perquè no compleixen les toleràncies requerides.
 - Mala qualitat del aire en l'interior de la nau, especialment a l'estiu. Aquesta empitjora al llarg del dia.
- Increment dels costos de producció.
- Condicions de treball deficientes per al personal.



- **Objectius**

- Minimitzar el rebuig de peces.
- Mantenir una temperatura ambient suficientment uniforme a l'interior de la nau.
- Garantir una bona qualitat de l'aire durant tot el dia.
- Optimització energètica de la solució tècnica adoptada.

- **Solució**

- La simulació dinàmica de la nau ha permès dissenyar un sistema de climatització i refrigeració de la òptim i energèticament eficient.
- Amb la simulació:
 - Es va obtenir un balanç acurat dels fluxos d'energia de la nau.
 - Es va poder analitzar el comportament dinàmic de la nau d'acord amb una planificació prevista de la producció i ocupació al llarg d'un any.
 - Es van dimensionar els equips de climatització i ventilació.
 - Es van fer uns anàlisis acurats de les diferents alternatives de sistemes de climatització i ventilació. Sobretot, va permetre fer una estimació acurada dels consums i dels costos energètics de les diferents alternatives proposades.



Projectes de certificació LEED® amb IDA - ICE

- Hospital Nya Karolinska d'Estocolm, Suècia
- Oficines del despatx d'arquitectura "White" d'Estocolm, Suècia



IV Jornada d'Eficiència Energètica i Edificació

Moltes gràcies !!

jordi.garcia@catalonia.es

93 735 81 24

www.eficienciaenergetica.cataloniaengineering.com/

Auditori Pompeu Fabra, 19 de novembre de 2014

Enginyers
Industrials de Catalunya

