



# I CONGRESO EDIFICIOS INTELIGENTES

Madrid, 23-24 Octubre 2013

## INFLUENCIA DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y DE LA PROTECCIÓN SOLAR EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS.

*AJ INGENIERÍA - José Luis Hernández, Ingeniero Industrial*



Organiza:



Apoyo Institucional:



I CONGRESO  
EDIFICIOS INTELIGENTES  
Madrid, 23-24 Octubre 2013



Ingeniería de instalaciones con más de 33 años en sector. Especializada en elaboración de proyectos, direcciones de obra y análisis energético de instalaciones electromecánicas para edificación.

[www.ajingenieria.com](http://www.ajingenieria.com)





UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

El grupo de Investigación de Ingeniería Aplicada es un grupo de investigación multidisciplinar de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, dedicado fundamentalmente a la investigación y desarrollo de nuevas estrategias y tecnologías en el campo de las energías renovables, los sistemas de climatización y la mejora ambiental y energética de los edificios.

## OBJETO

- Incidencia del control de luz y protección solar en el consumo energético de un edificio de oficinas.
- Edificio real con control luz LUXMATE.
- Registro consumos eléctricos reales de la iluminación en 1 año.
- Comparación consumos reales – simulación.



Edificio antes de la reforma.





Edificio reformado



Fachada posterior: no reformada

## HERRAMIENTAS UTILIZADAS

-  (Motor cálculo DOE-2 y BLAST)
-  (Interfaz “amigable” para introducción de datos y plantillas)
- Herramientas auxiliares:
  - **SLAB**: T promedio mensuales de superficies en contacto con terreno
  - **WEATHER TOOL**: Análisis y visualización información climática a partir de datos horarios.

## ENERGY PLUS



- SIMULACIONES ENERGÉTICAS DINÁMICAS E INTEGRADAS (envolvente, sistemas HVAC, agua y energías renovables)
- HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE LAS MAS ROBUSTAS QUE EXISTEN ACTUALMENTE
- SIMULACIONES HORARIAS (posibilidad de simulaciones sub-horarias)
- PROCESO DE SIMULACIÓN SIMULTÁNEA E ITERATIVA (los sistemas HVAC interactúan en la envolvente)
- CÁLCULO DINÁMICO DE LOS FLUJOS DE CALOR A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS (influye la inercia térmica)
- PROGRAMA DE SIMULACIÓN VALIDADO POR DIVERSOS ESTÁNDARES (ASHRAE Research Project 865, ANSI/ASHRAE Standard 140-2007 y el Building Energy Simulation Test – BESTest)

## MODELOS DE SIMULACIÓN

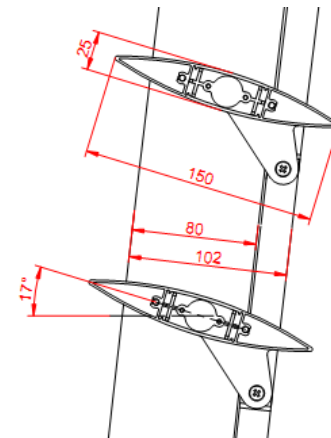
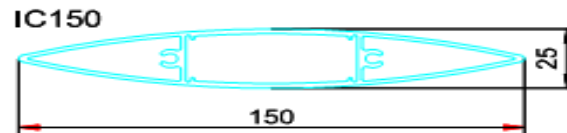
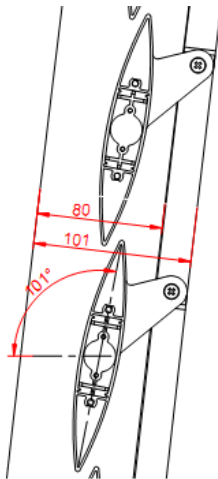
Escenario	Edificio	Lamas	Control ilum.	Comentarios
01	Original	--	--	
02	Actual	--	--	Evalúa cambios cerramientos y vidrios
03	Actual	L	--	Evalúa lamas móviles de forma independiente
04	Actual	--	C	Evalúa control iluminación de forma independiente
05	Actual	L	C	Evalúa conjunto lamas y control iluminación

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

- Oficinas 6.800m<sup>2</sup>, Barcelona, PB + P.Atillo + 4 P.tipo – Remodelación
- Fachada posterior O: No se modifica. Ladrillo + 3 cm XPS + tabique
- Fachada principal: E, S, y SE existente (antes de reforma): ídem posterior + arenisca
  - Nueva : Panel Alucobond + panel fibras+ 10cm lana roca + fibrosilicatos
- Carpintería exterior E, S, SE : con rotura puente térmico
- Vidrios P.altillo y P1ª-4ª E, S, SE :
  - Float 6mm + cámara 15mm + laminar 4+4 Silence, transparente, baja emisividad.
- Vidrios P.baja E, S, SE :
  - Laminar 6+6 incoloro + cámara 16mm + laminar 6+6 Silence, incoloro, baja emisividad.

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO (2)

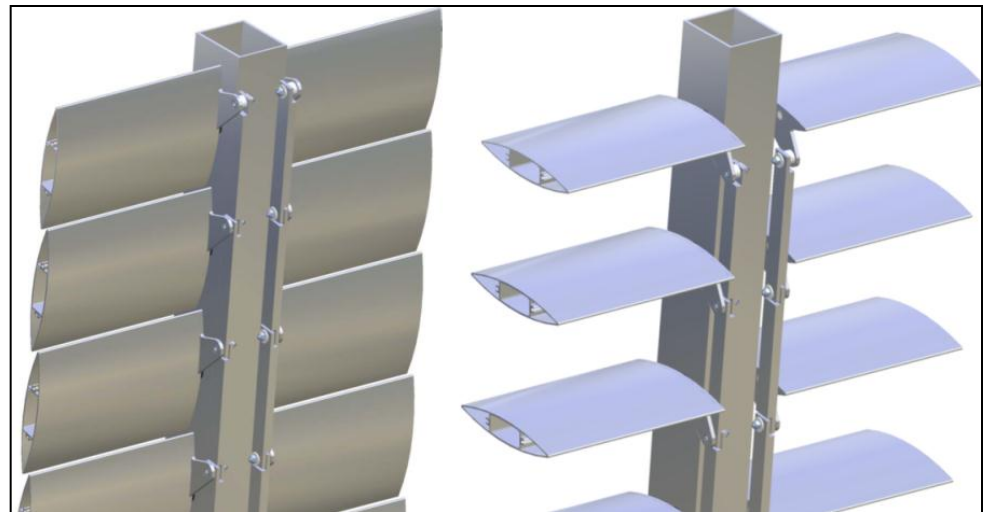
- Iluminación:
  - General: Pantallas 60x60 y 3 T16 de 24W, baja luminancia
  - Aseos: Downlights 2x26W / 2x28W.
  - Reactancias DALI regulables.
- Protección solar:
  - Lamas aluminio motorizadas. Control en función de radiación solar incidente.





Fachada

Lamas móviles en posición cerrado y abierto.

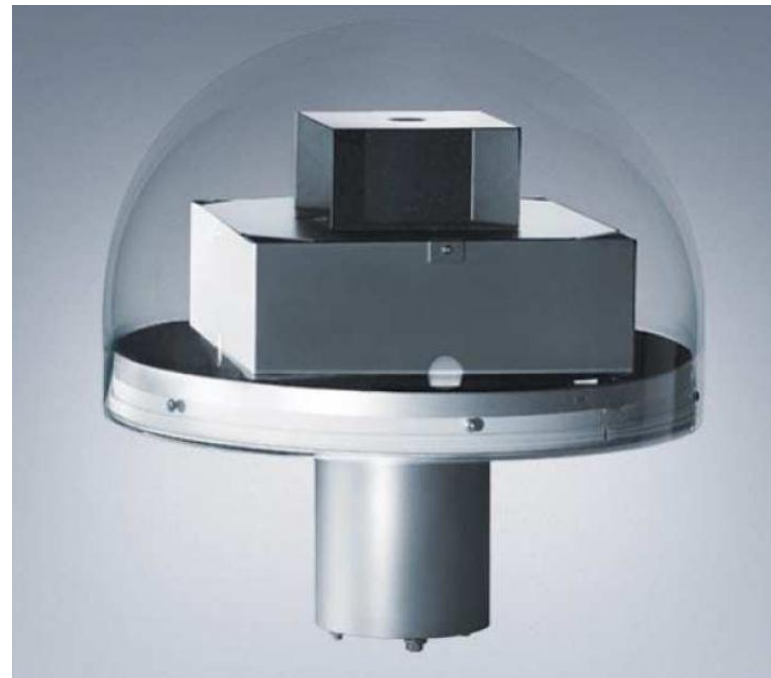


## CONTROL DE ILUMINACIÓN

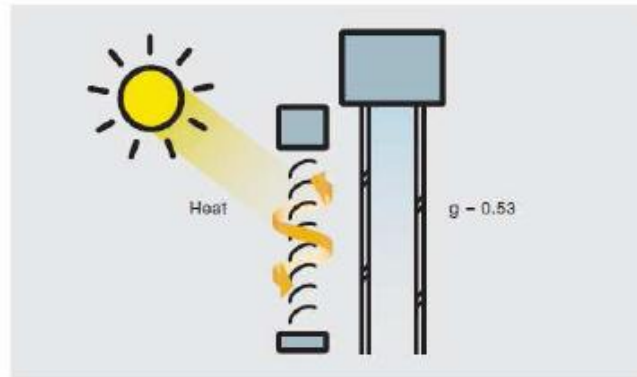
- Sensores de lazo abierto



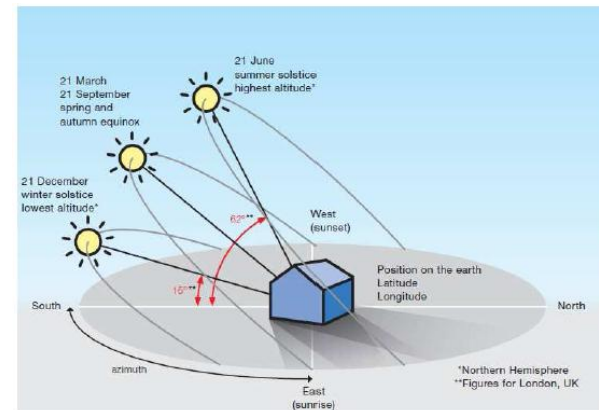
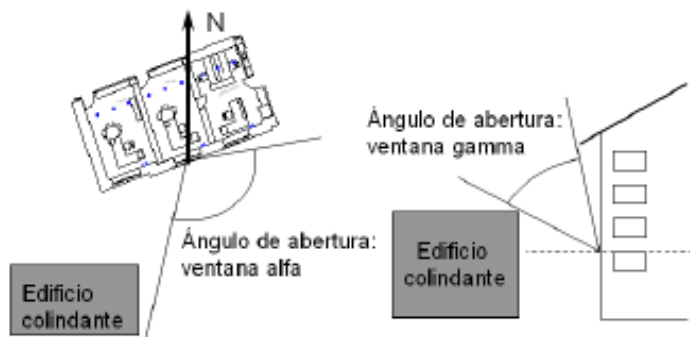
- Heliómetro



## CONTROL DE ILUMINACIÓN (2) – LAMAS EXTERIORES MOTORIZADAS

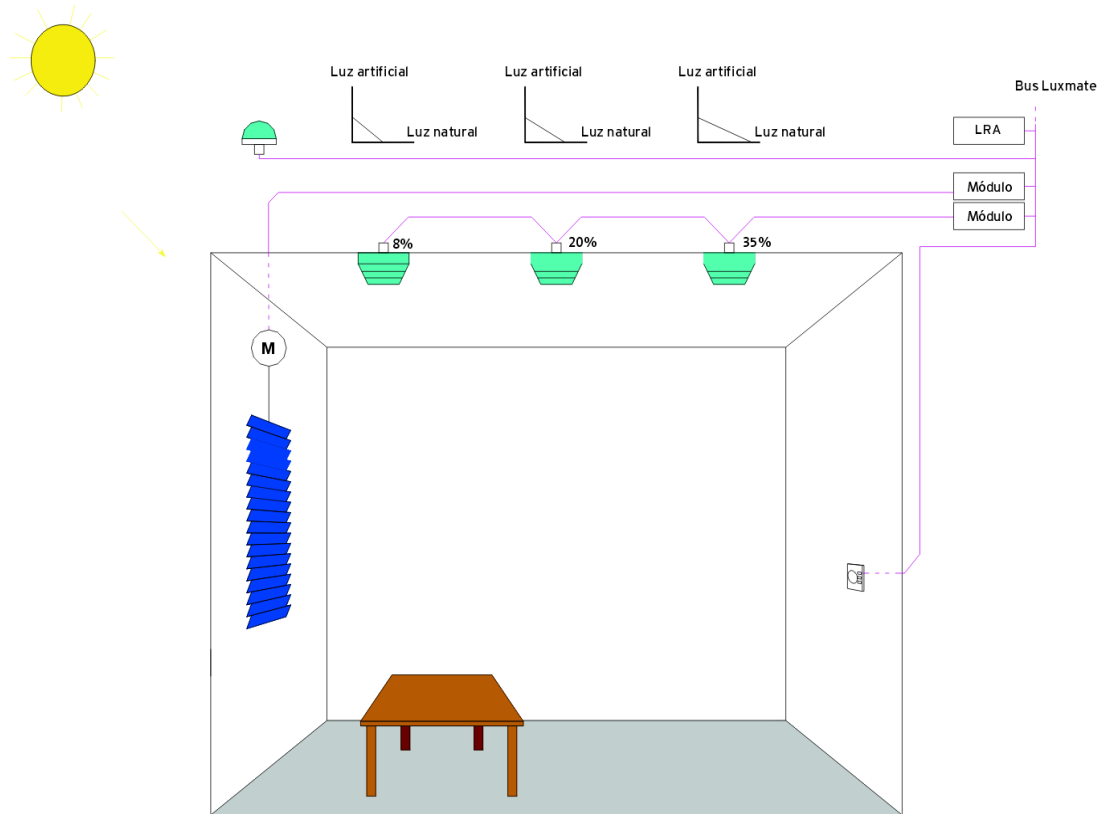


- Gestión de incidencia de sombras
- Gestión de ángulo de incidencia y de temperatura de color



## CONTROL DE ILUMINACIÓN (3)

- Integración del control de la luz natural con la artificial



## CONTROL DE ILUMINACIÓN (4) – MANDOS Y PULSADORES

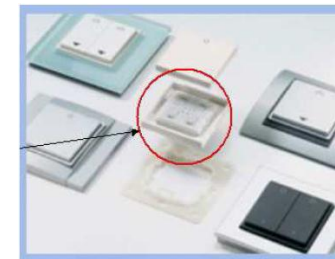
- Pantallas táctiles para creación de escenas en salas polivalentes



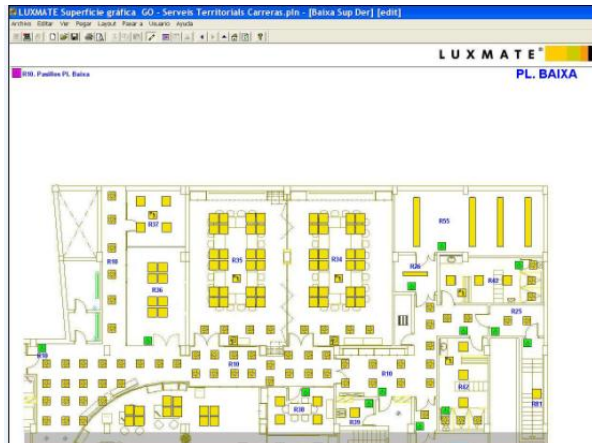
- Detectores de presencia en servicios



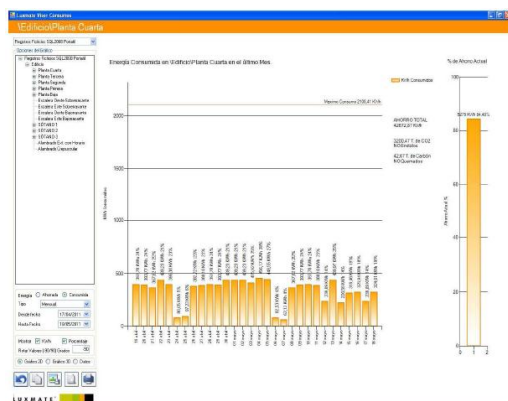
- Pulsadores convencionales y por **RAIDOFRECUENCIA**



## CONTROL DE ILUMINACIÓN (5) – PUESTO CENTRAL Y ENTORNO GRÁFICO



- Gestión de consumos

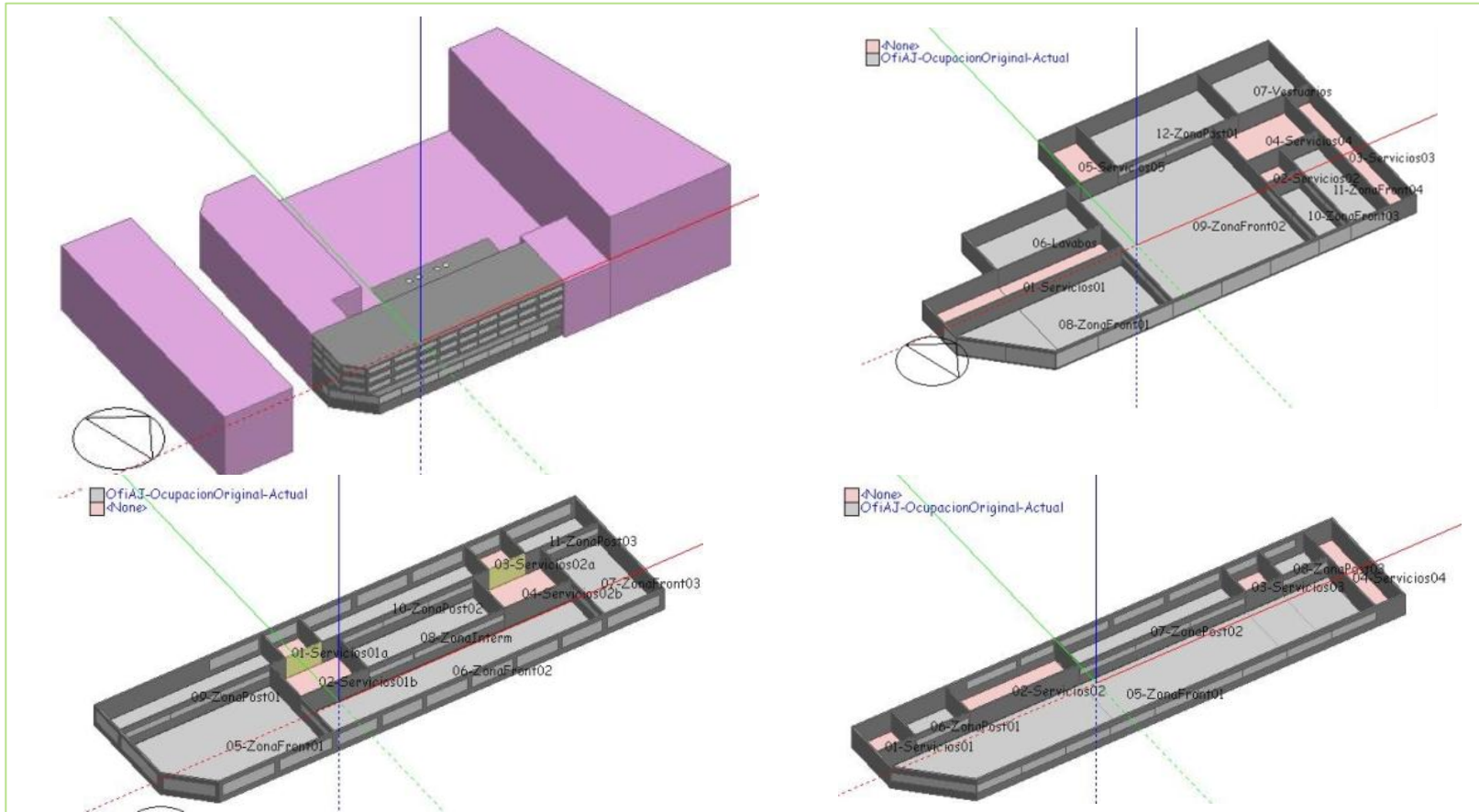


Bus	Room	Address	Time	BurnTime	Energy	BaseEnergy	Watt	Bpd	Count	TimeBurn	Ahorro
7	1	1	791081	571104	86629742	16301024	21	850	1	199886400	57%
7	1	2	791081	519749	90338653	17028554	21	850	1	181912150	50%
7	1	3	791081	571104	97701511	16301024	21	850	1	199886400	51%
7	1	4	791081	527605	124859322	16917260	21	850	1	184661750	32%
7	1	5	791081	579812	126795610	16177660	21	850	1	202934200	38%
7	1	6	791081	527605	95681462	16917260	21	850	1	184661750	48%
7	1	7	791081	519749	84708553	17028554	21	850	1	181912150	53%
7	1	8	791081	571104	92201966	16301024	21	850	1	199886400	54%
7	1	9	791081	519749	95806646	17028554	21	850	1	181912150	47%
7	1	10	791081	580014	126857162	16174799	21	850	1	203004900	38%
7	1	11	791081	527605	124859322	16917260	21	850	1	184661750	32%
7	1	12	755946	553766	92988004	15463317	21	850	1	193818100	52%
7	1	13	791081	571104	86636840	16301024	21	850	1	199886400	57%
7	1	14	791081	519749	90291633	17028554	21	850	1	181912150	50%
7	1	15	791081	571104	97704881	16301024	21	850	1	199886400	51%

## CLIMATIZACIÓN

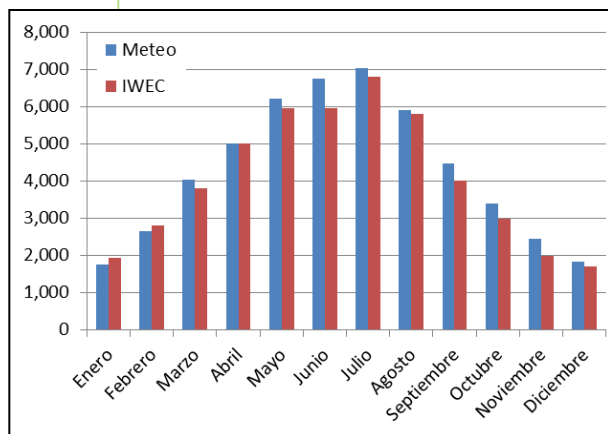
- Enfriadora condensada por aire y calderas GN.
- Fan Coils a 4 tubos.
- Aire Exterior por climatizadores que tratan el aire a T confort y lo llevan a los Fan Coils.
- Ventilación controlada según demanda (en zonas diáfanas y salas de reuniones)

## SIMULACIÓN – GEOMETRÍA Y ZONIFICACIÓN

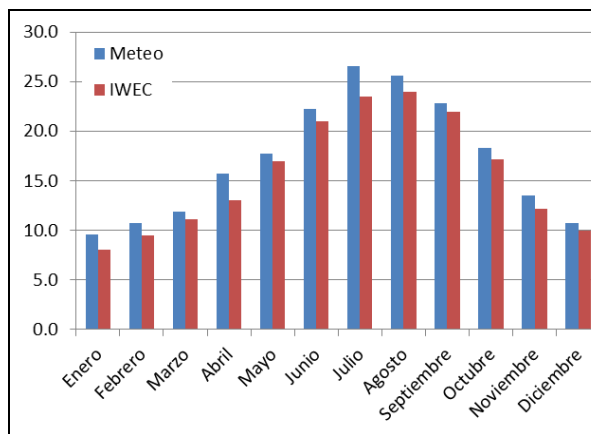


## SIMULACIÓN – DATOS CLIMÁTICOS

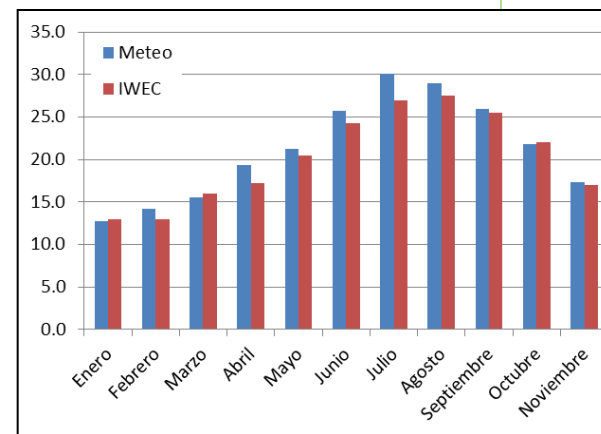
- Fuente: International Weather for Energy Calculations – IWECA (ASHRAE)
- Comparación de archivo IWECA con datos extraídos de METEOCAT en estación meteorológica cercana al emplazamiento del Edificio



Radiación solar horizontal (Wh/m²)



Temperatura media mensual (°C)



Temperatura media máxima mensual (°C)

## SIMULACIÓN – OTROS DATOS DE ENTRADA

→ Datos envolvente (Coeficientes trans)

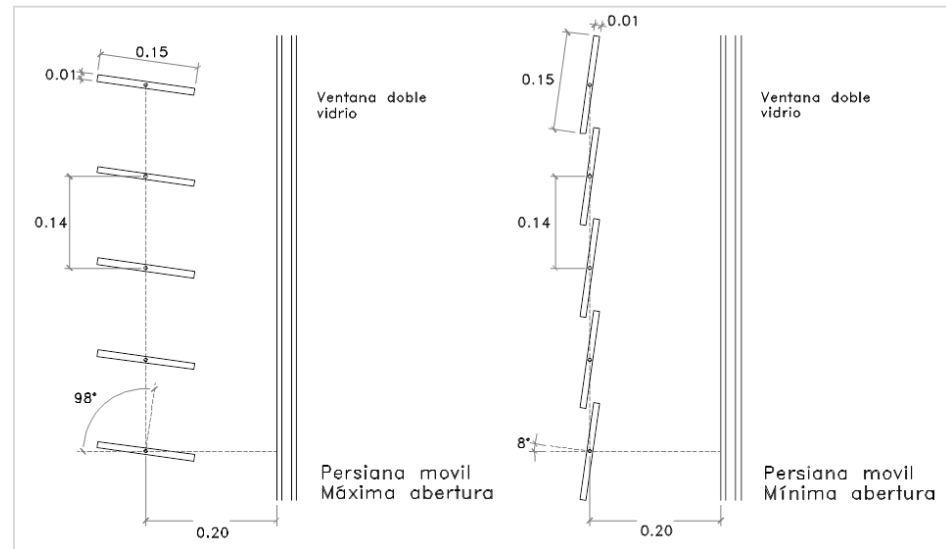
→ Datos cristales (Coef. Trans. Y FPS)

→ Dispositivos de sombra (lamas)

→ Ganancias internas (iluminación, ocupación, equipos)

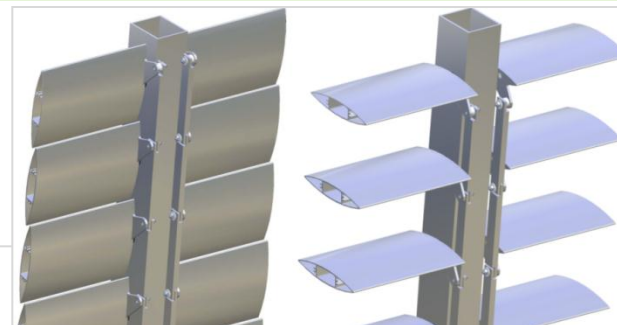
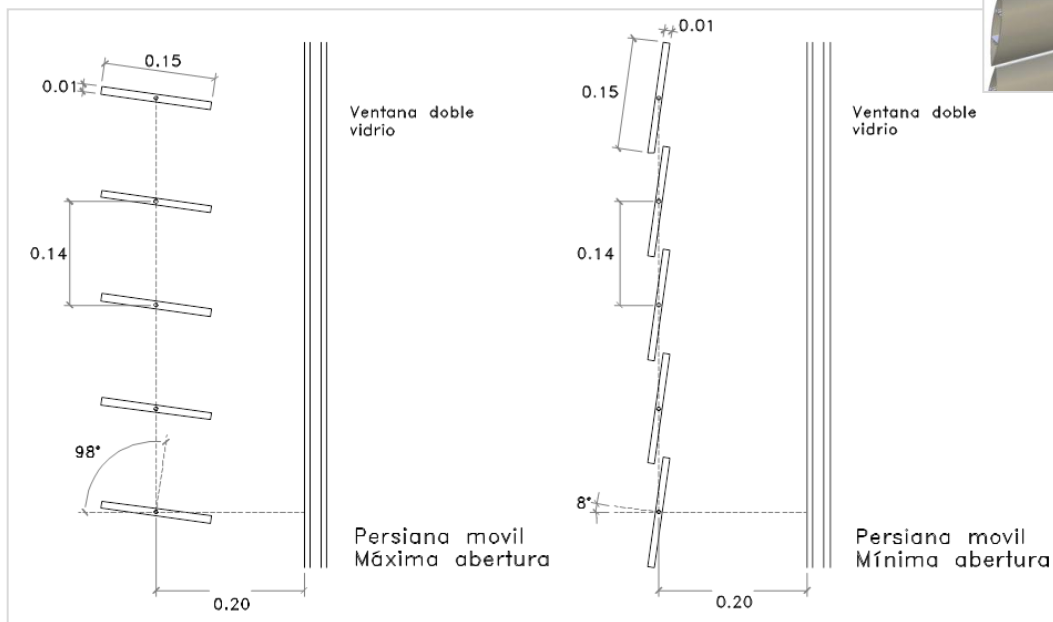
→ Sistema HVAC

→ Horarios (ocupación, iluminación, etc.)



## SIMULACIÓN – ENVOLVENTE (3)

→ Dispositivos de sombreado



## SIMULACIÓN – CARGAS INTERNAS

→ Densidad de ocupación

Tipo de espacio	Densidad (pers/m <sup>2</sup> )	Tasa met. (W/pers)	Factor Met.	Ganancia (W/m <sup>2</sup> )	Programación
Áreas de trabajo	0.150	120	0.90	<b>16.2</b>	Ocupación
Áreas de servicio	0.030	120	0.90	<b>3.2</b>	Ocupación

→ Densidad iluminación

Tipo de espacio	Ilumin. Min. (lux)	Energ. Ilum. (W/m <sup>2</sup> -100lux)	Ganancia (W/m <sup>2</sup> )	F. Ret.	F. Rad.	F. Visib.	F. Conv.	Programación
Áreas de trabajo	500	4.20	<b>21.00</b>	0.00	0.37	0.18	0.45	Iluminación
Áreas de servicio	200	4.20	<b>8.40</b>	0.00	0.37	0.18	0.45	Iluminación

F. Ret. = Fracción de retorno (calor extraído), F. Rad. = Fracción radiante, F. Visib. = Fracción visible, F. Conv. = Fracción convectiva

→ Densidad equipos

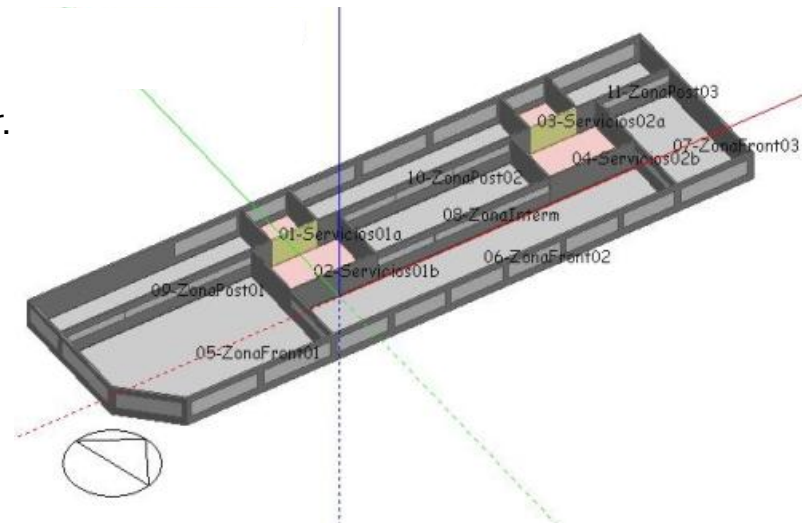
Tipo de espacio	Ganancia (W/m <sup>2</sup> )	Concepto	F. Perd.	F. Lat.	F. Rad.	F. Sens.	Programación
Áreas de trabajo	<b>12.0</b>	Aparatos (Elec.)	0.00	0.00	0.20	0.80	Equipos
Áreas de servicio	<b>3.0</b>	Aparatos (Elec.)	0.00	0.00	0.20	0.80	Equipos

F. Perd. = Fracción de pérdida (calor expulsado al exterior), F. Lat. = Fracción latente

F. Rad. = Fracción radiante, F. Sens. = Fracción sensible

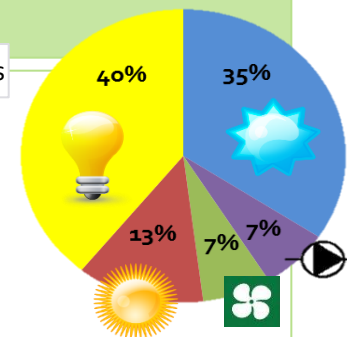
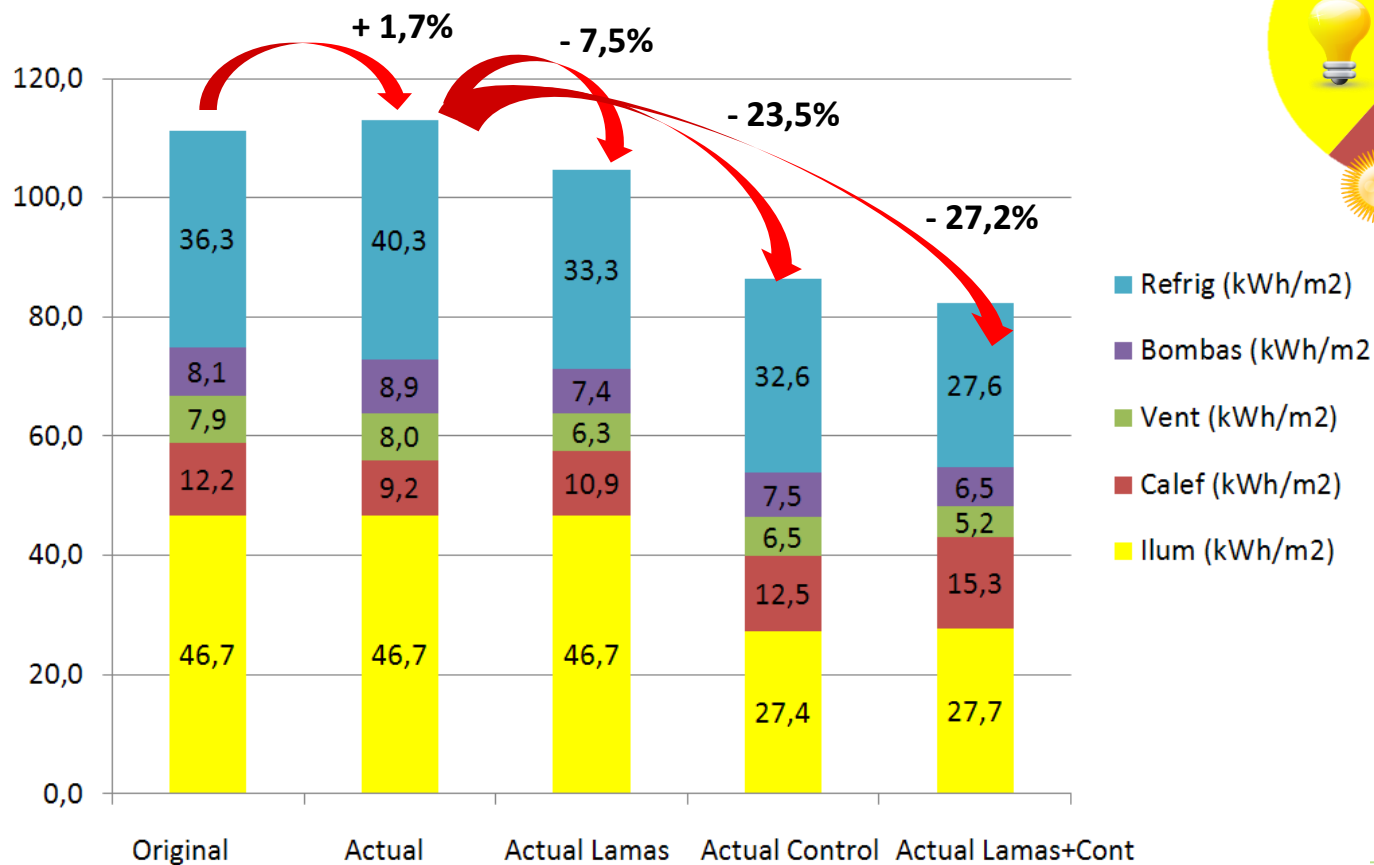
## RESULTADOS OBTENIDOS

- ✓ Incluye todas las fachadas y plantas – NIVEL EDIFICIO
- ✓ Sistema de protección solar, sólo en las fachadas E, S, SE, no existiendo en orientación O.
- ✓ Tampoco hay lamas en PB y P.altillo.
- ✓ Tan sólo el 42.2% de las fachadas, cuenta con protección solar.
- ✓ El impacto de la protección solar es para todo el edificio (no tan sólo en la zona que dispone de él)
- ✓ La mejora sería superior si la fachada O y la PB y P.altillo tuviesen protección solar.



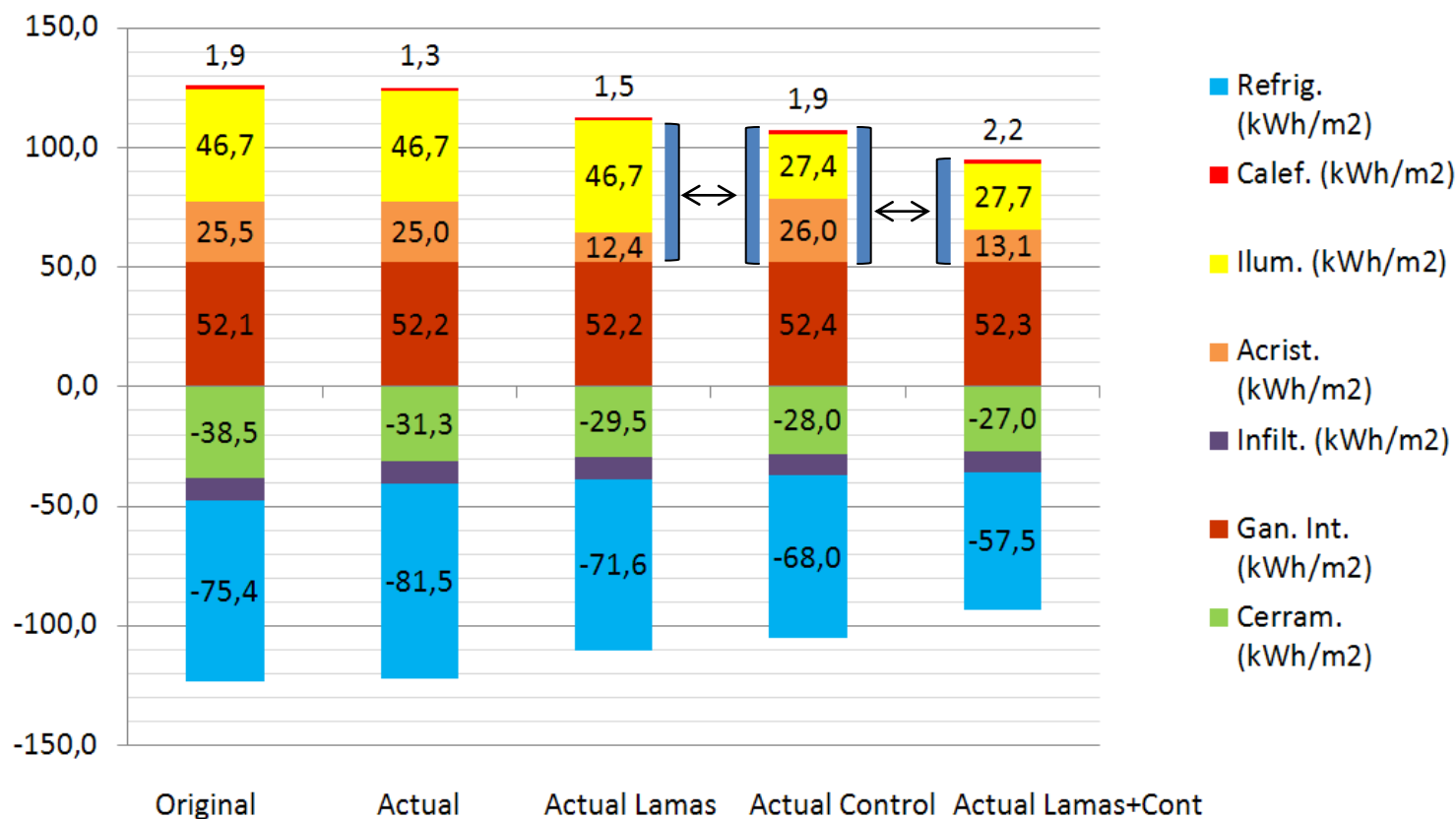
## RESULTADOS NIVEL EDIFICIO

Consumos energéticos globales

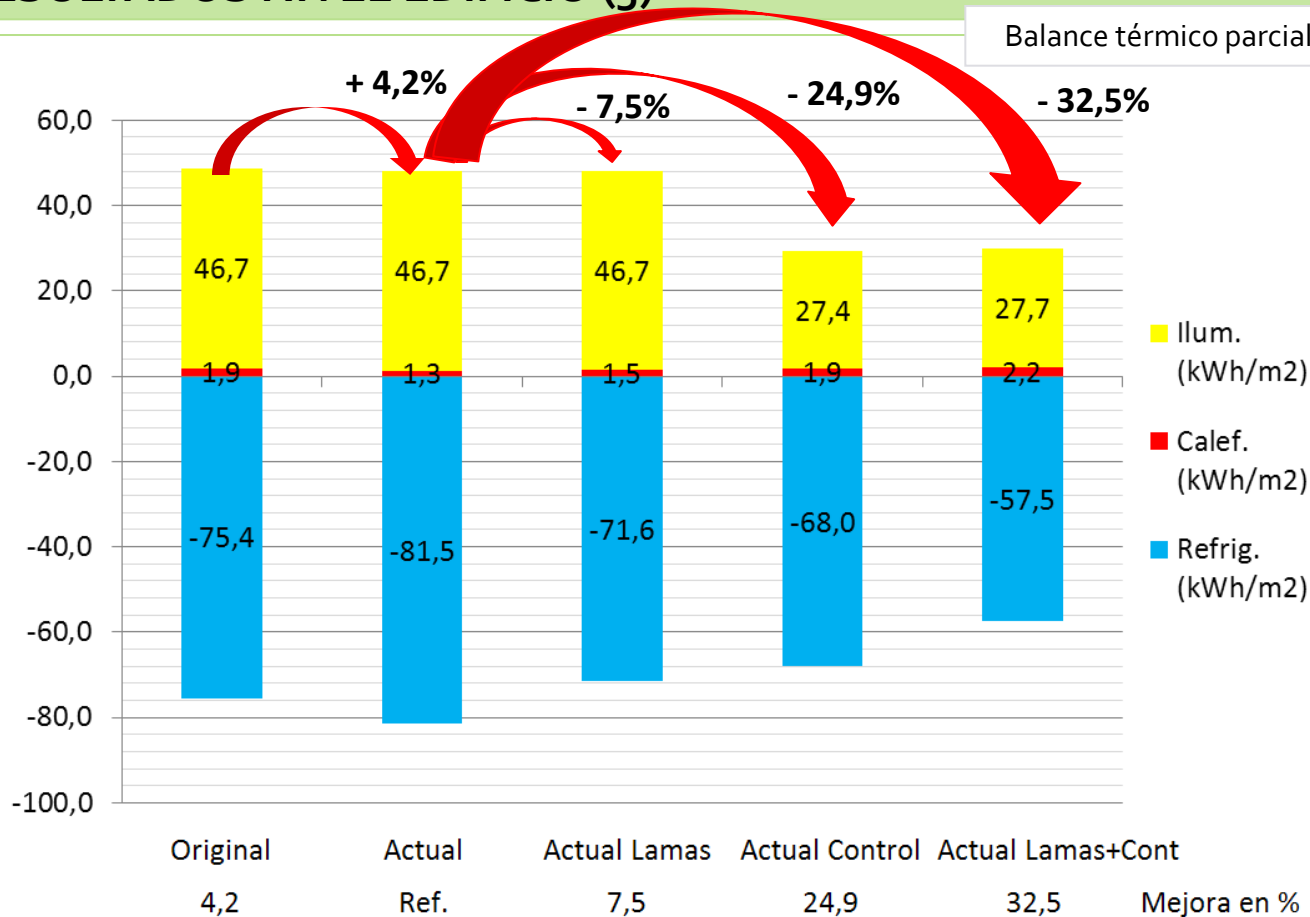


## RESULTADOS NIVEL EDIFICIO (2)

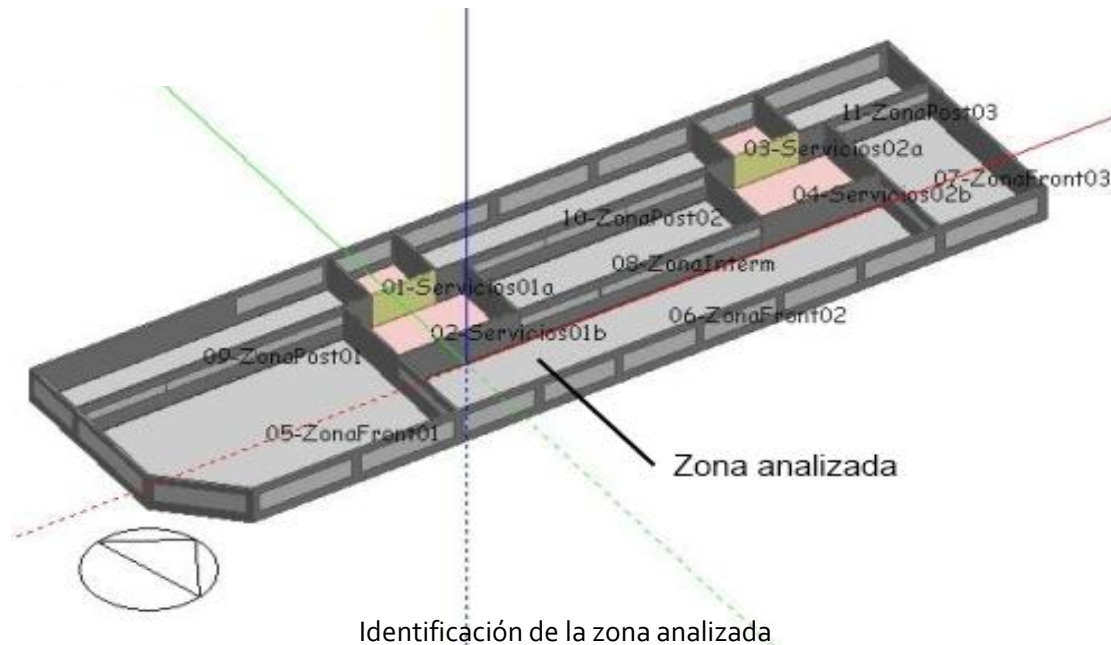
Balances térmicos globales del edificio



## RESULTADOS NIVEL EDIFICIO (3)



## RESULTADOS NIVEL ZONA

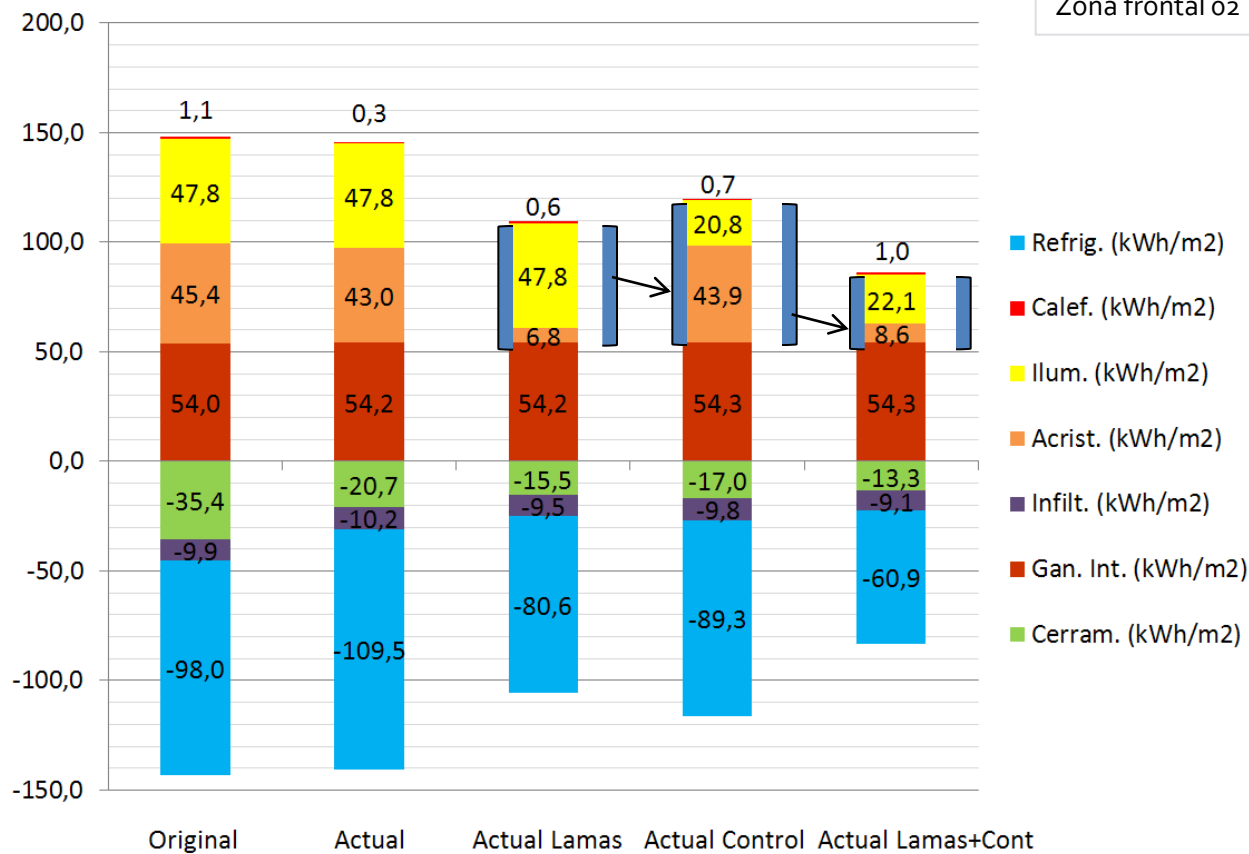


→ Zona representativa, orientación E, con lamas móviles, en P2ª.

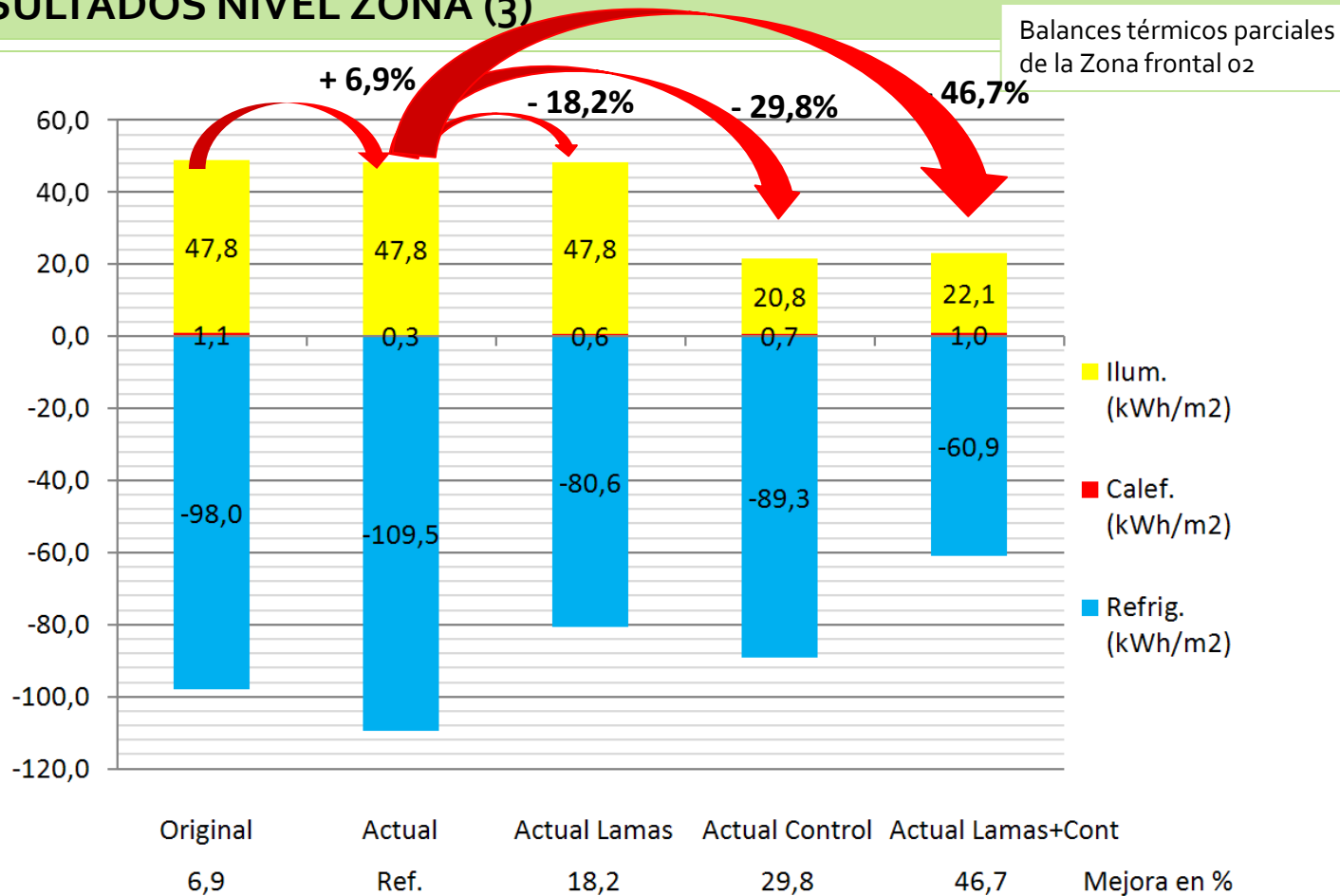
→ Permite apreciar el impacto de la protección solar, tan sólo en una zona que disponga de él.

## RESULTADOS NIVEL ZONA (2)

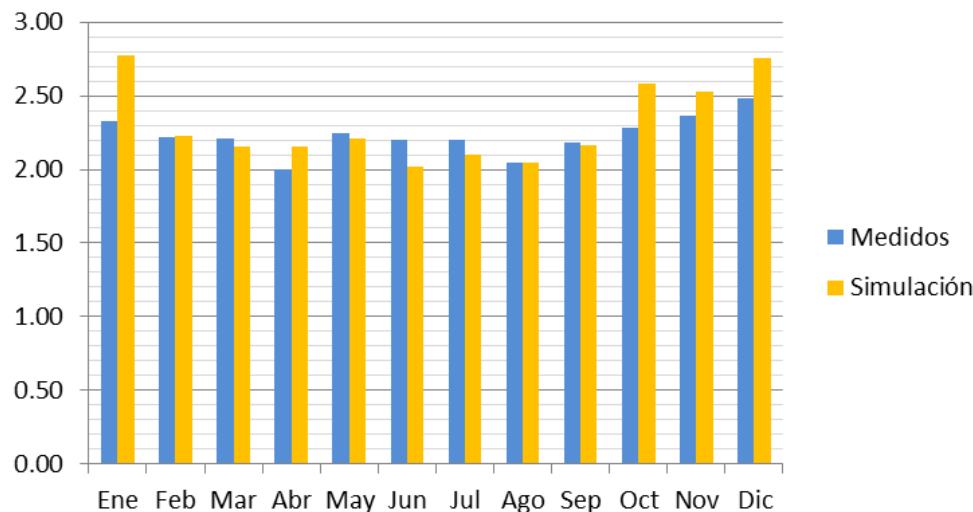
Balances térmicos globales de la Zona frontal oz



## RESULTADOS NIVEL ZONA (3)



## COMPARACIÓN CONSUMOS ILUMINACIÓN



Gráfica comparativa de consumos energéticos por iluminación medidos y simulados en el Escenario 05 (kWh/m²).

- Se dispone de los consumos energéticos reales por iluminación en el edificio actual (Esc.5) en 1 año.
- En el total anual, la diferencia es tan sólo de un 3,5%, lo que valida la simulación, sobre todo de los sistemas de lamas y control.
- Las pequeñas diferencias pueden ser:
  - Por horarios (reales algo distintos de los simulados).
  - Datos archivo climático, difieren un algo de los reales.
  - En simulación no se considera la luz que pasa a través de las particiones interiores que separan la zona de fachada con las zonas interiores.

## CONCLUSIONES FINALES

- ✓ Ahorro mayor en una zona E, S, SE con lamas y control que en todo el edificio (fachada O, PB, P.altillo sin lamas)
- ✓ Edificio administrativo en clima Barcelona : cargas casi siempre positivas y la calefacción tiene poco peso.
- ✓ Lamas móviles : Aconsejables en clima Barcelona.
- ✓ Ahorros conseguidos:

Sistema	Ahorro Consumos nivel Edificio	Ahorro Necesidades nivel Edificio
<b>Lamas</b>	<b>7,50%</b>	<b>de 7,50% a 18,20%</b>
<b>Control</b>	<b>23,50%</b>	<b>de 24,90% a 29,80%</b>
<b>Lamas + control</b>	<b>27,20%</b>	<b>de 32,50% a 46,70%</b>

- ✓ Alto grado de fiabilidad al coincidir casi totalmente la simulación con los consumos reales medidos.

# ¡¡ GRACIAS por su atención !!

José Luis Hernández Yuste



[www.ajingenieria.com](http://www.ajingenieria.com)  
[jlhernandez@ajingenieria.com](mailto:jlhernandez@ajingenieria.com)



# I CONGRESO EDIFICIOS INTELIGENTES

Madrid, 23-24 Octubre 2013

## DATOS DE CONTACTO:

José Luis Hernández Yuste.

Ingeniero Industrial

jlhernandez@ajingenieria.com

**AJ INGENIERÍA** Provença nº 385, entl 2ª · 08025 - Barcelona

Telf. +34 93.458.36.80



Organiza:



Apoyo Institucional:



I CONGRESO  
EDIFICIOS INTELIGENTES  
Madrid, 23-24 Octubre 2013