

Almacenamiento de energía térmica por calor latente: desde la opacidad a la translucidez

Edwin Rodriguez-Ubiñas, AIA

Arquitecto | Investigador
Solar Decathlon Europe – Competition Manager
Universidad Politécnica de Madrid

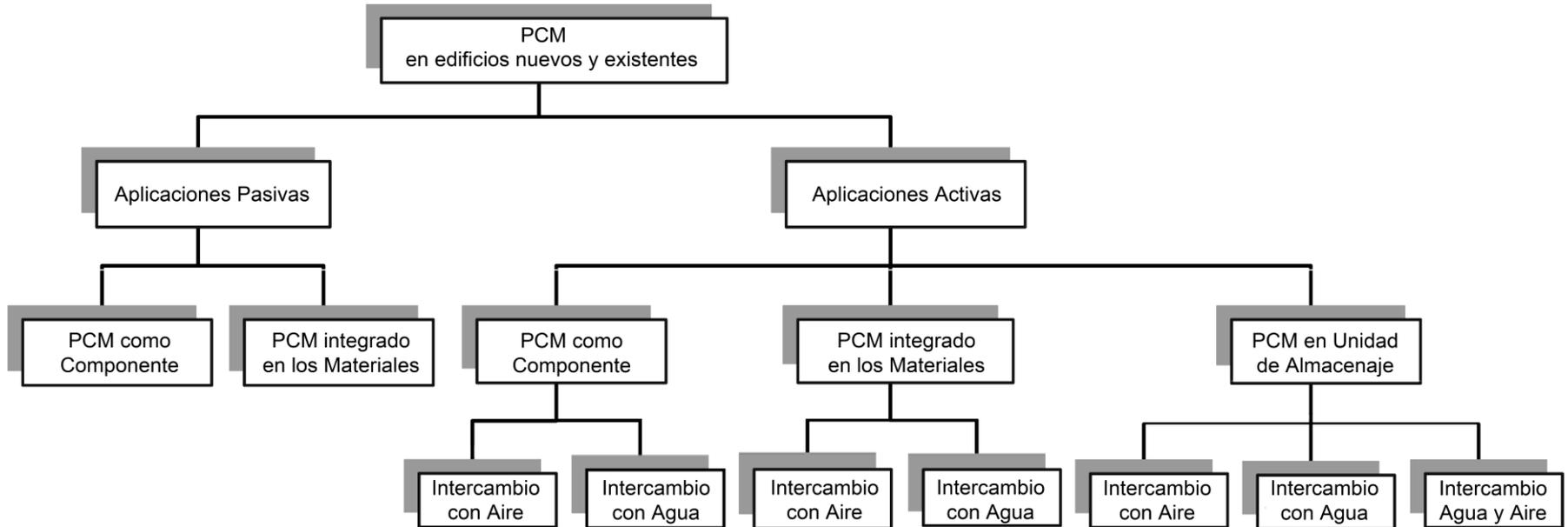


Workshop en Materiales de Cambio de Fase (PCM)
como medida de eficiencia energética en edificios

25 de noviembre de 2014
Palacio de Congresos de Madrid



Aplicaciones pasivas y activas



Magic Box – UPM
Solar Decathlon 2005



Casa Solar – UPM
Solar Decathlon 2007



B&W House – UPM
Solar Decathlon 2009

PCM en los edificios

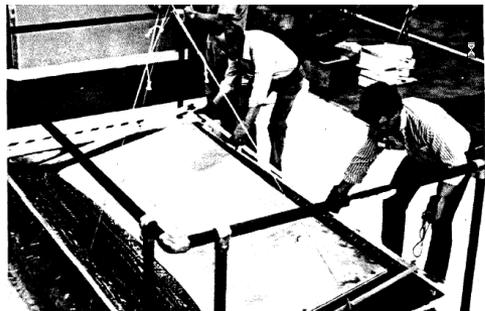
Algunos antecedentes y beneficios



First House with PCM (1948)
Near to Boston, USA



Solar V MIT (1978)



Gypsum panel impregnated with PCM (1989)
Oak Ridge National Laboratory, USA

Almacenamiento de energía térmica por calor latente: desde la opacidad a la translucidez
Edwin Rodríguez-Ubiñas, AIA

PCM

- Alta capacidad de almacenamiento térmico
- Almacena y libera a una temperatura específica
- Relativo poco peso
- Requiere menos espacio
- Materiales para casi cualquier temperatura

Bienestar Interior

- Reduce picos térmico (Alta y Baja)
- Disminuye fluctuaciones térmicas diarias
- Aumentar las horas de bienestar térmico
- Mejora la sensación térmica (aire y superficies)
- Reducir la estratificación térmica del aire

HVAC

- Posibilidad la utilización de sistemas semi-pasivos
- Unidades de menor capacidad
- Podría prescindirse de sistemas de AC
- Eficiencia de intercambiadores y recuperadores

Energías Renovables

- Mejor aprovechamiento de las ganancias solares
- Incremento de eficiencia de FV
- Mejora de paneles solares térmicos (agua | aire)
- Ayuda en sistemas geotérmicos
- Aumento de eficiencia de depósitos de agua

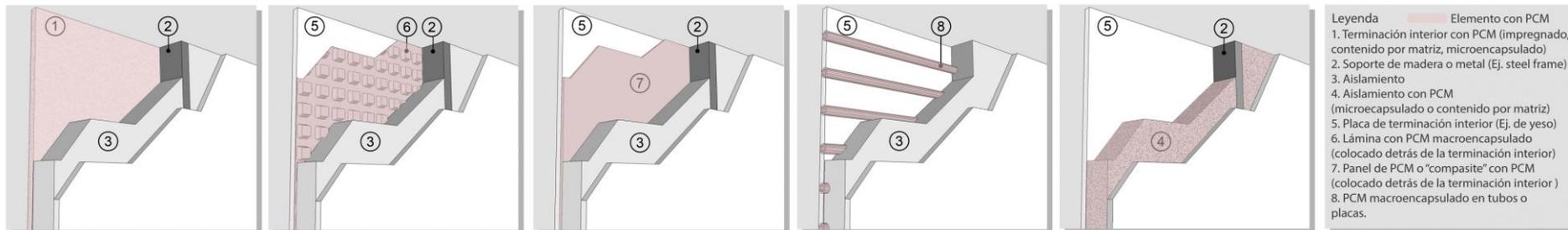
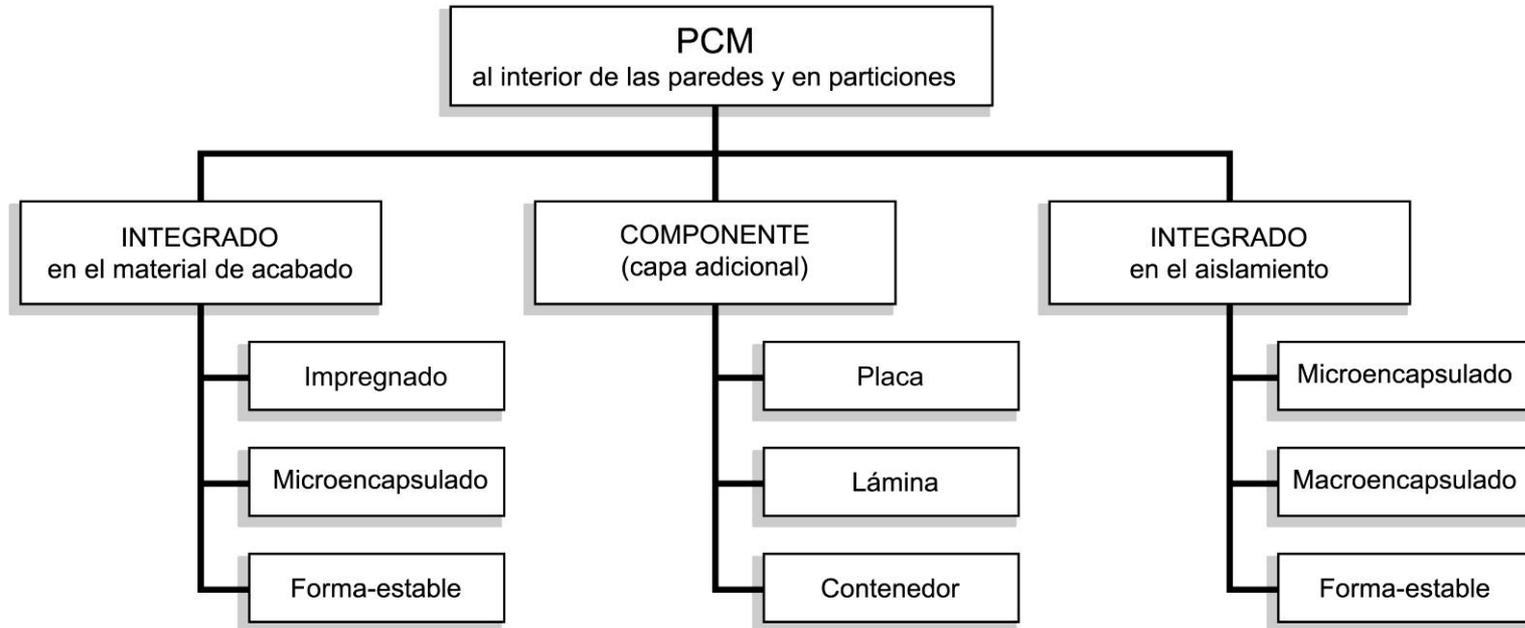
Aspectos Económicos

- Estructura más económica (edificios ligeros)
- Más superficie neta
- Ayudar a reducir costos de los sistemas HVAC
- Ayuda a reducir los costes energéticos
- Materiales no costosos
- Alto coste de investigación y desarrollo (ej. microencapsulado)

Medio Ambiente

- Gran durabilidad
- No tóxico
- Posibilidad de reutilización
- Reciclable
- Ayuda a reducir el consumo de energías fósiles
- Contribuye a la reducción de emisiones de CO2

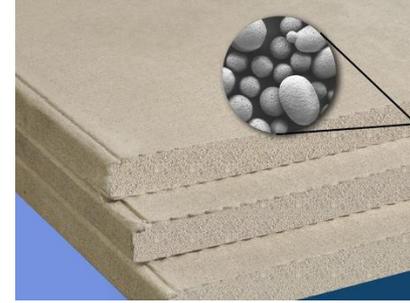
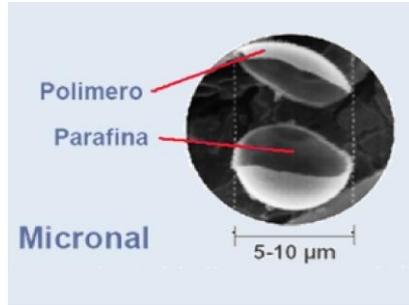
Soluciones pasivas al interior de los recintos



- Legenda ■ Elemento con PCM
1. Terminación interior con PCM (impregnado, contenido por matriz, microencapsulado)
 2. Soporte de madera o metal (Ej. steel frame)
 3. Aislamiento
 4. Aislamiento con PCM (microencapsulado o contenido por matriz)
 5. Placa de terminación interior (Ej. de yeso)
 6. Lámina con PCM macroencapsulado (colocado detrás de la terminación interior)
 7. Panel de PCM o "compasite" con PCM (colocado detrás de la terminación interior)
 8. PCM macroencapsulado en tubos o placas.

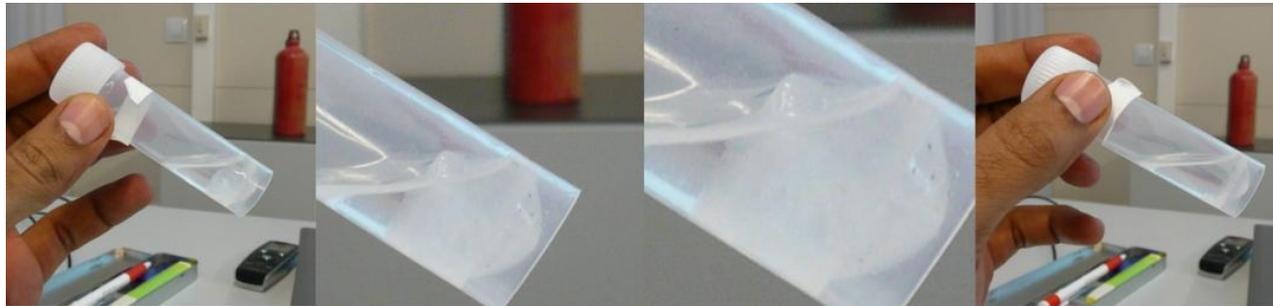
Investigación sistemas pasivos opacos

Materiales utilizados para los estudios numéricos y experimentales



Parafina
Micro-encapsulada

BASF/Knauf/EoNB



Parafina
En composite



Ácido Graso
Macro-encapsulado

Recinto con paneles de yeso con PCM micro-encapsulado vs recinto sin PCM

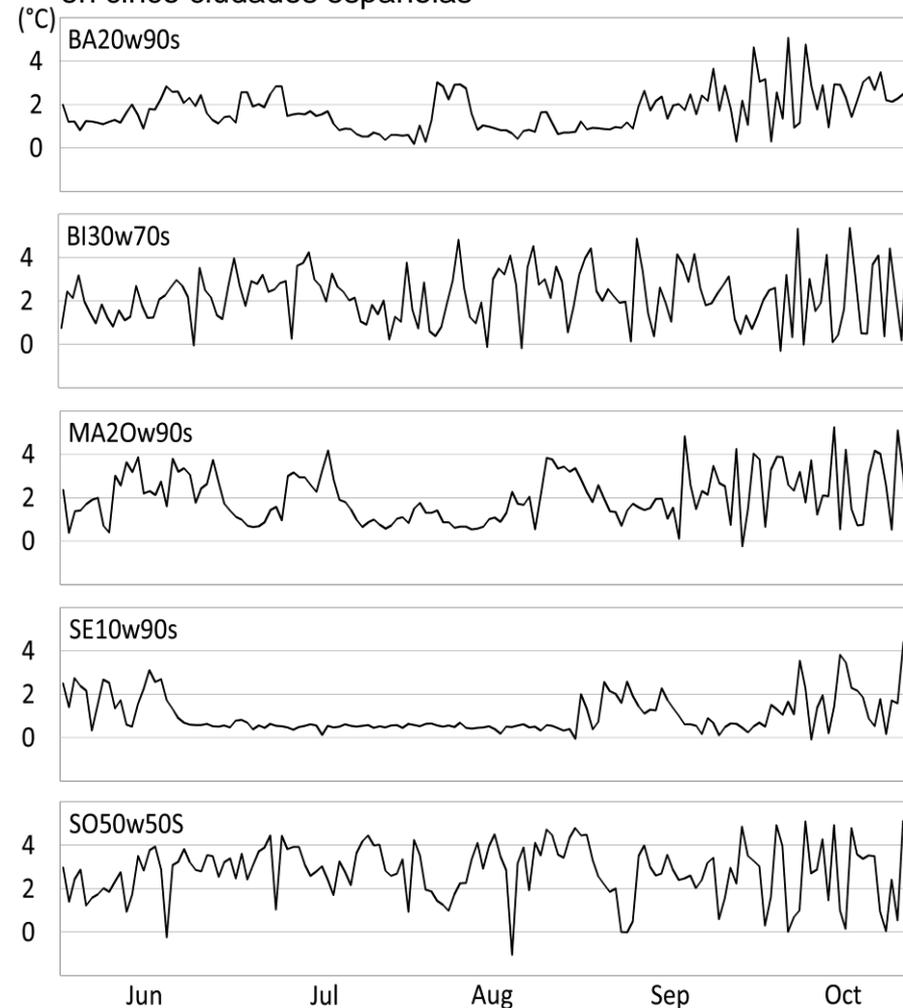
Objetivos Específicos

- Influencia de la placa de yeso laminada con PCM en el bienestar térmico de los recintos en España
- Efecto de la proporción de vidrio en el bienestar en recintos con PCM
- Efecto del factor de sombra en recintos con PCM

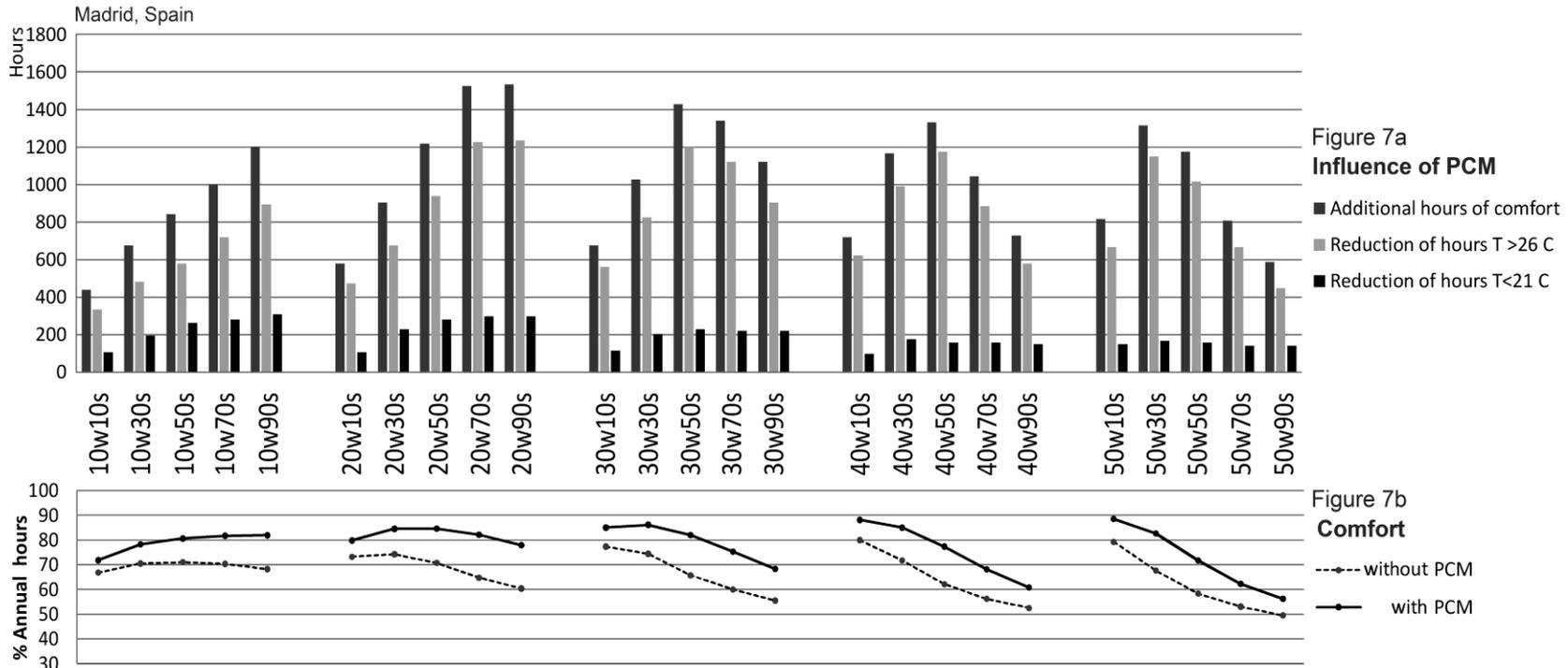
Elementos Claves

- Reducción de los picos térmicos
- Disminución de las fluctuaciones térmicas diarias
- Aumento de las horas de bienestar térmico

Reducción de los picos térmicos de altas temperaturas en cinco ciudades españolas



Resultados en Madrid



Mejoras del comportamiento térmico del recinto por la utilización de PCM

- 88,5% porcentaje más alto de horas en bienestar térmico
- 1.533 máximo número de horas añadidas al bienestar en un año
- 30% porcentaje más alto de mejora de la cantidad de horas en bienestar
- 5,5° C máxima reducción del pico de temperatura (verano)
- 50% máxima reducción de la oscilación de la temperatura diaria

Conclusiones generales

Bienestar Interior

Se podría:

- reducir de picos térmicos más de dos grados casi todo el año y en algunos días hasta 6° C
- disminuir las oscilaciones térmicas diarias hasta un 60%
- aumentar cerca de 1000 horas de bienestar al año en todas la ciudades, aumentando más de 1500 en alguna de ellas.

Ciclos de carga y descarga

- En ciudades con veranos extremos como Sevilla aunque hay una importante reducción del sobrecalentamiento, si en la noches el material no descarga el calor almacenado, su efectividad es muy baja o nula al día siguiente.

Acristalamiento y factor de sombra

- Las correcta decisiones del diseño pasivo, como la cantidad de acristalamiento y su correcta protección, tiene una influencia mayor en el bienestar que la incorporación de los PCM.
- El desempeño del almacenamiento de energía térmica por calor latente depende en gran medida del tamaño de los acristalamiento y su factor de sombra.

Experimentación

Plataforma de Automatización de Arquitectura Sostenible (PAAS)

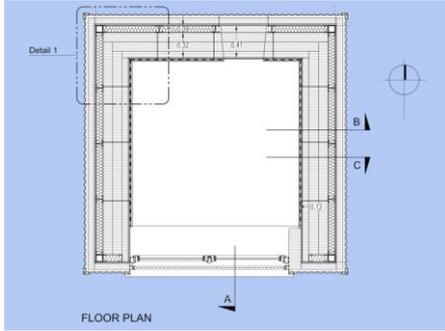


Universidad Politécnica de Madrid | Campus Tecnológico de Montegancedo



Soluciones opacas

Módulos de experimentación



Soluciones opacas

Módulos y sistemas de almacenamiento de energía térmica

Tres módulos de experimentación



Comportamiento pasivo

- Detectar aumento de bienestar
- Aumento horas de bienestar
- Disminución picos térmicos
- Reducción de fluctuaciones térmicas
- Estratificación de la temperatura del aire interior

Comportamiento con Bomba de calor

- Determinar el ahorro energético

En ambos:

- Influencia de la ventilación nocturna natural
- Influencia de la ventilación nocturna forzada
- Influencia de la velocidad del aire interior
- Influencia del uso de las persianas
- Influencia de protecciones solares

BioPCM



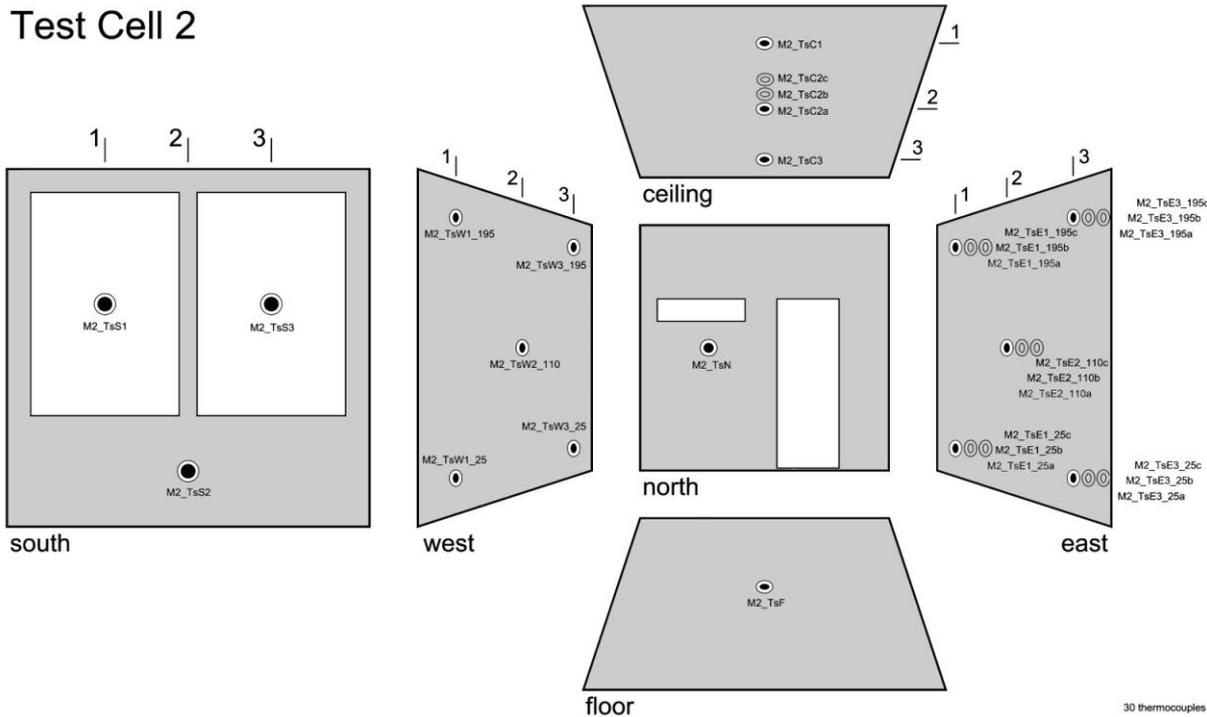
Energain - Dupont



Soluciones opacas

Instrumentación: sensores en superficies interiores y exteriores

Test Cell 2



Pedestal con sensores de temperatura a tres alturas

Anemómetros para medir la velocidad del aire durante la ventilación nocturna, natural y forzada

Envolvente traslúcida

Ejemplos contemporáneos



Alabastro (Caja General de Ahorros Granada - Campo Baeza)



Hormigón Taslucido (Litracon - Ligth Transmiting Concrete)



Centro de natación, Pekín PTW Architects, 2008



Immergeas Laboratorios, Italia iotti + pavarani architetti



Centro Polivalente Barceló - Nieto Sobejano



Nelson Atkins Museum of Art, Kansas - Steven Hall

Almacenamiento térmicos y la traslucidez

Antecedentes y soluciones contemporáneas



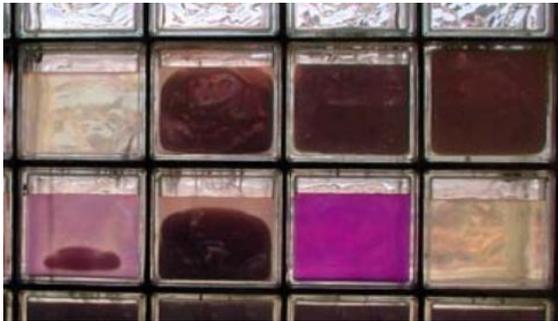
Arizona University House – Solar Decathlon 2009



Watertube

Envolvente traslúcida con PCM

Algunos antecedentes



Instituto del Frio/AITEMIN



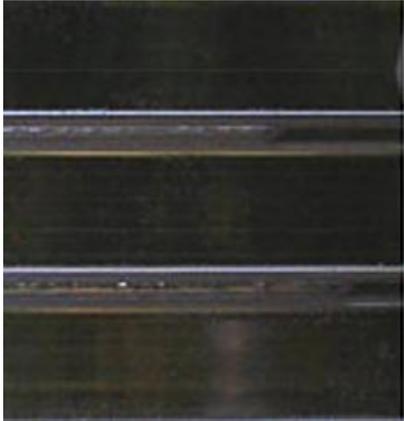
Glaswerke Arnold / ZAE (LP-PCM)



Power Glass (Schwarz)

Envolvente traslúcida con PCM

Traslucidez y sección constructiva de la envolvente



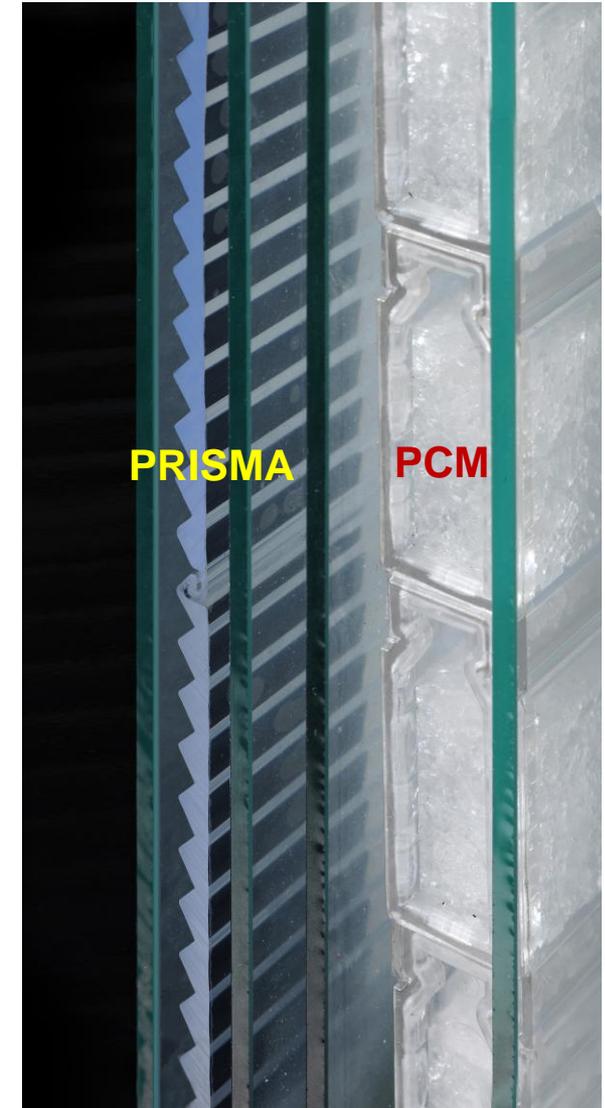
PCM estado líquido
Gran translucidez



PCM solidificándose
Traslucidez media



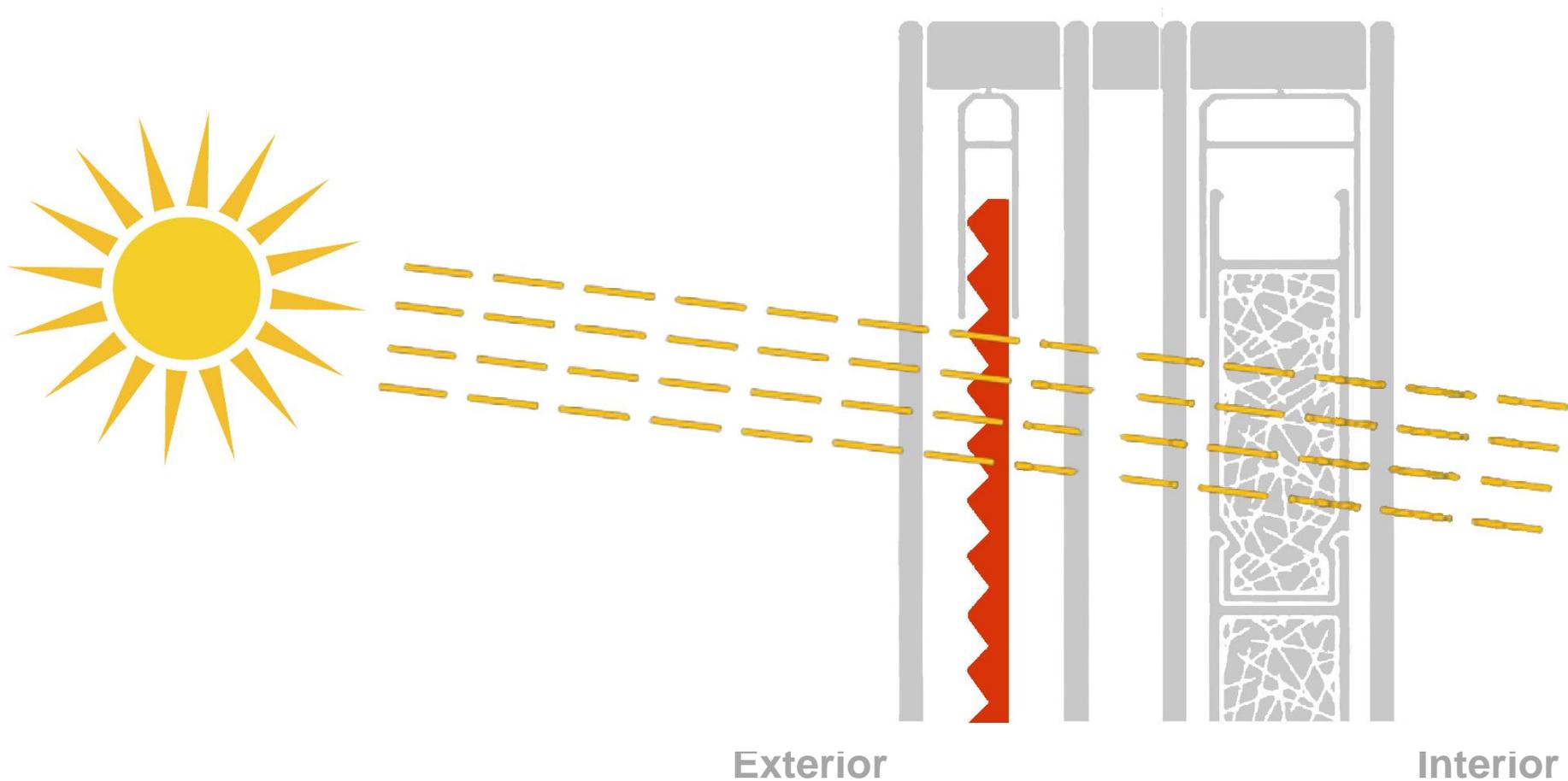
PCM estado sólido
Menor translucidez



GlassX

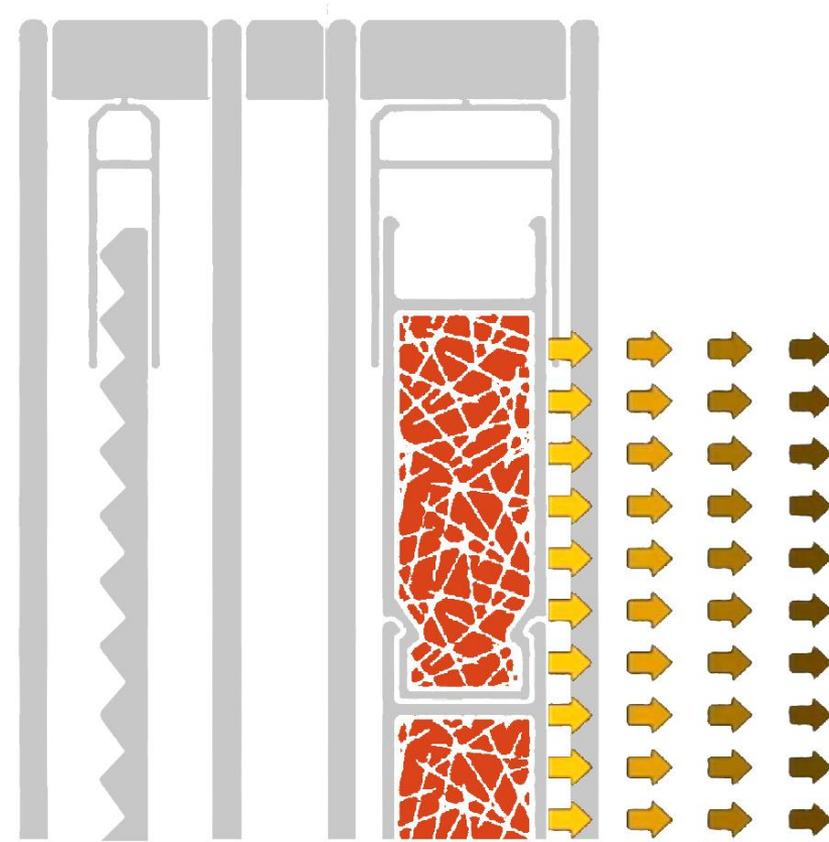
Envolvente traslúcida con PCM

Funcionamiento Día de Invierno



Envolvente traslúcida con PCM

Funcionamiento Noche de Invierno

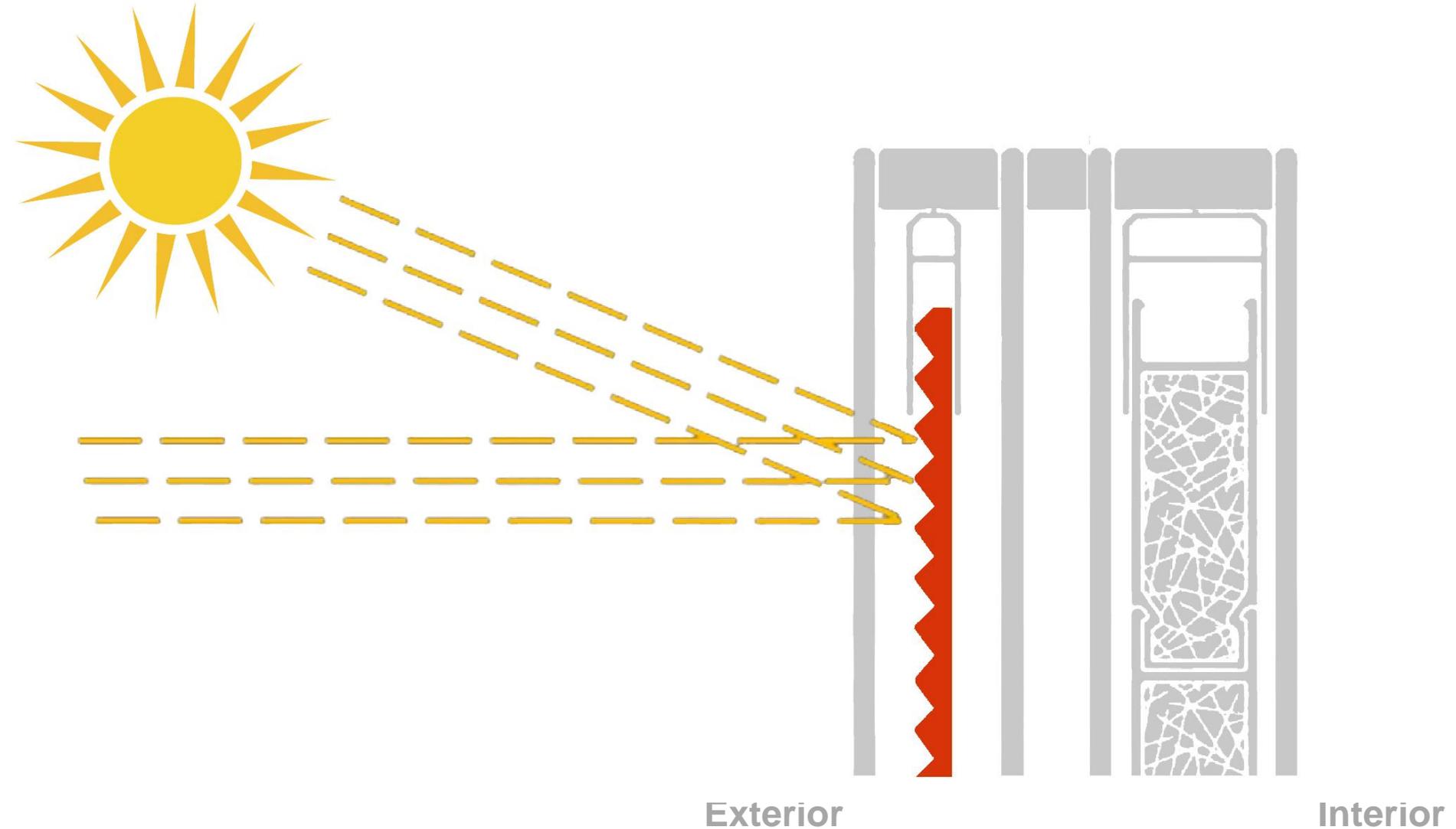


Exterior

Interior

Envolvente traslúcida con PCM

Funcionamiento Día de Verano



Envolvente traslúcido con PCM

Módulos de experimentación



Módulo 4: fachada opaca tradicional



Módulo 5: fachada traslúcida con PCM

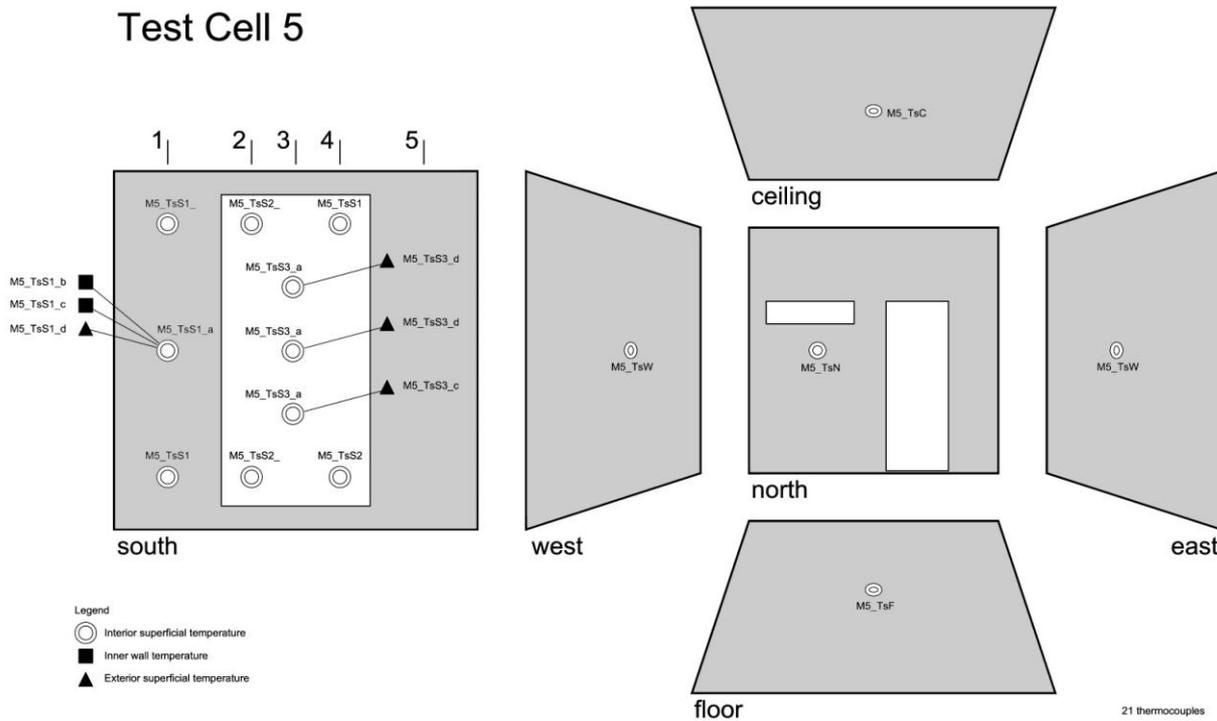
Además de los experimentos realizados de manera paralela con los sistemas opacos, en los translucidos se verificó:

- Influencia de las ganancias solares
- Aprovechamiento de la iluminación natural

Envolvente traslúcida con PCM

Instrumentación: sensores en superficies interiores y exteriores

Test Cell 5



Pedestal con sensores de temperatura y humedad del aire

Para las mediciones de iluminación natural se utilizaron doce luxómetros

Estado actual

- Se han completado todos los experimentos diseñados para estos estudios, en estos últimos dos años.
 - Los experimentos realizados en los veranos, evidencian que la ventilación nocturna es fundamental para el correcto funcionamiento de los PCM. En algunos experimentos, la ventilación nocturna propuesta no ha sido suficiente. Cuando no se descarga el calor almacenado en el día, los efectos de aumento de bienestar o de disminución de consumo energético se ven muy reducidos.
 - Se están terminando de organizar y analizar la información del último periodo de mediciones, para preparar las publicaciones de los hallazgos.
 - Los resultados preliminares de las experimentaciones con PCM, tanto en sistemas opacos y como en los traslucidos, en general son muy prometedores.
-animan a seguir investigando.



MUCHAS GRACIAS
por vuestra atención

